

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



**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO  
DEL KM. 167+400 AL KM. 167 +700**

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE DRENAJE**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**MIGUEL ANGEL POMACAJA RODRÍGUEZ**

**Lima- Perú**

**2009**

Este trabajo está dedicado con mucho cariño para mis padres y hermanos por su apoyo incondicional por a lo largo de estos años.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE.....</b>	<b>1</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Aspectos Generales.....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Nombre del proyecto.....	10
1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora.....	10
1.1.3. Participación de las entidades involucradas.....	10
1.1.4. Marco de referencia.....	10
<b>1.2. Identificación.....</b>	<b>10</b>
1.2.1. Diagnostico de la situación actual.....	10
1.2.2. Definición del problema y el objetivo.....	11
1.2.3. Alternativas de solución.....	12
<b>1.3. Formulación y Evaluación.....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Estudio de tráfico y Análisis de la demanda.....	12
1.3.2. Situación actual de la carretera.....	13
1.3.3. Balance oferta-demanda.....	14
1.3.4. Costos estimados.....	15
1.3.5. Beneficios.....	17
1.3.6. Evaluación económica.....	18
<b>CAPÍTULO II: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Descripción General de la Cuenca.....</b>	<b>20</b>
2.1.1 .Cuenca del río cañete.....	20
2.1.2. Cuenca del tramo en estudio.....	20
<b>2.2. Análisis Hidrológico.....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Información cartográfica.....	21

2.2.2. Información pluviométrica.....	21
2.2.3. Análisis de información pluviométrica.....	21
2.2.4. Análisis de frecuencia.....	21
2.2.5. Análisis de bondad de ajuste.....	22
2.2.6. Precipitación máxima en 24 horas.....	23
<b>2.3 Análisis de la Sub Cuenca.....</b>	<b>25</b>
2.3.1. Parámetros físicos y geomorfológicos.....	25
2.3.2. Parámetros hidrológicos.....	25
2.3.3. Estimación de caudales máximos.....	29
<b>2.4. Evaluación del sistema de drenaje existente.....</b>	<b>33</b>
2.4.1. Sistema de drenaje longitudinal.....	33
2.4.2. Sistema de drenaje transversal.....	34
2.4.1. Sub cuenca en las progresivas Km 167+700.....	33
2.4.2. Sistema de riego existente.....	34
2.4.3. Pontón.....	34
2.4.4. Sistemas de drenaje y obras de arte Proyectados.....	36
<b>2.5. Diseño de las Obras de Arte y Drenaje.....</b>	<b>36</b>
2.5.1 Diseño de drenaje longitudinal.....	38
2.5.2. Sistema de drenaje transversal.....	40
<b>CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO.....</b>	<b>46</b>
3.1 Memoria Descriptiva.....	46
3.1.1. Introducción.....	46
3.1.2. Objetivos del proyecto.....	46
3.1.3. Ubicación.....	46
3.1.4. Información Geográfica, Topográfica, Cartográfica y otros.....	47
3.1.5 Estado actual de la carretera.....	49
3.1.6 Consideraciones Económicas.....	50
3.1.7 Obras y trabajos programados.....	50
3.2 Especificaciones Técnicas.....	51
3.3 Metrados.....	51
3.4 Presupuesto de Obra.....	52
3.4.1 Análisis de costos unitarios.....	53
3.5 Relación de Equipo Mínimo.....	53
3.6 Cronograma de Desembolsos Mensuales.....	53

---

3.7 Cronograma de Ejecución de Obra.....	55
3.8 Planos de Obras.....	55
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE CUADROS

### CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO

<b>Cuadro 1.1</b> Área las Provincias de Influencia.....	10
<b>Cuadro 1.2</b> Alternativas de solución.....	12
<b>Cuadro 1.3</b> Tramos de la carretera.....	12
<b>Cuadro 1.4</b> Demanda proyectada con tráfico normal y trafico generado.....	13
<b>Cuadro 1.5</b> Tráfico Normal y Generado por Tramos .....	13
<b>Cuadro 1.6</b> Costos de inversión de carreteras a nivel de Carpeta.....	15
<b>Cuadro 1.7</b> Mantenimiento Rutinario.....	16
<b>Cuadro 1.8</b> Costos de mantenimiento (US\$ /Km).....	16
<b>Cuadro 1.9</b> Costos de operación Vehicular.....	17
<b>Cuadro 1.10</b> Ahorros por costo de operación vehicular para la alternativa de carpeta asfáltica.....	18
<b>Cuadro1.11</b> Resultados de la evaluación económica.....	19

### CAPITULO II: EVALUACION Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

<b>Cuadro 2.1</b> Carta Nacional Utilizados en el Estudio Hidrológico.....	21
<b>Cuadro 2.2</b> Estaciones Pluviométricas.....	21
<b>Cuadro 2.3</b> Prueba de Kolgomorov-Smirnov.....	22
<b>Cuadro 2.4</b> Precipitación anual max en 24 horas.....	23
<b>Cuadro 2.5</b> Resultado de las pruebas de bondad de ajuste.....	24
<b>Cuadro 2.6</b> Precipitaciones (mm) para diferentes periodos de retorno para la estación de Yauricocha.....	24
<b>Cuadro 2.7</b> Parámetros físicos y geomorfológicos de las sub cuencas.....	25
<b>Cuadro 2.8</b> Valores de N para la fórmula de Hathaway.....	26
<b>Cuadro 2.9</b> Tiempos de concentración según Kirpich, Hathaway y Corps of Engineers para cada Sub Cuenca.....	27
<b>Cuadro 2.10</b> Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.....	28
<b>Cuadro 2.11</b> Valores de Intensidad para diferentes duraciones y periodos de retorno.....	29
<b>Cuadro 2.12</b> Determinación del método de cálculo del caudal.....	29
<b>Cuadro 2.13</b> Caudales por el método racional para cunetas.....	30
<b>Cuadro 2.14</b> Caudal por el método del Hidrograma Unitario Triangular.....	33

<b>Cuadro 2.15</b> Períodos de Retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito.....	38
<b>Cuadro 2.16</b> Dimensiones mínimas de cunetas.....	38
<b>Cuadro 2.17</b> Caudal calculado con las dimensiones propuestas.....	39
<b>Cuadro 2.18</b> Geometría del badén Trapezoidal.....	42
<b>Cuadro 2.19</b> Altura de uñas.....	45

### **CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO**

<b>Cuadro 3.1</b> Cuadros de distancias, tiempos de viaje y estado de las vías de acceso.....	47
<b>Cuadro 3.2</b> Obras de drenaje.....	50
<b>Cuadro 3.3</b> Resumen de metrados.....	51
<b>Cuadro 3.4</b> Presupuesto de obra.....	52
<b>Cuadro 3.5</b> Relación Equipo Mínimo.....	53
<b>Cuadro 3.6</b> Cronograma de desembolsos mensuales.....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1</b> Precipitación anual máxima.....	23
<b>Gráfico 2.2</b> Geometría de badén de forma de catenaria.....	43



## RESUMEN

Al evaluar las características actuales de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, en el tramo Km167+400 al 167+700, se ha tenido en cuenta los criterios y la normatividad vigente, a fin de implementar mejoras de diseño y construcción, proponiendo medidas concretas.

Para su desarrollo se tomo como base el estudio realizado previamente para el mejoramiento de la carretera a nivel de Perfil. El estudio de perfil se realizo siguiendo el formato estándar de elaboración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

Como punto de inicio para la elaboración del perfil se realizo la visita de campo a la zona, en la que se identificaron los principales problemas que afectan la vía en estudio y se definió el problema central "Deficiente nivel de transitabilidad que perjudica el traslado de carga y pasajeros". Se realizo un análisis de causa efecto y con esto se planteo los fines fundamentales y los medios adecuados para concretarlos.

De esta forma se plantearon las alternativas de solución, para la evaluación y posterior elección de la alternativa que sea más conveniente para su ejecución, se utilizo la demanda vehicular y los costos de operación vehicular.

Se analizo para la alternativa de carpeta asfáltica la cual no es rentable, pero para el desarrollo del presente informe se opto por esa alternativa.

Se plantea la construcción de un adecuado sistema de drenaje que consta de canal riego, cunetas a lo largo del tramo analizado y la construcción de un badén en la progresiva Km167+700.

Se realizo un estudio hidrológico detallado, aplicando los métodos estadísticos conocidos para el análisis inicial de los datos. Luego se utilizaron las metodologías para el cálculo del escurrimiento estos son: Método Racional para cuencas menores de 2.5 Km<sup>2</sup> y el Hidrograma UnitarioTriangular para la quebrada Lalancancha cuya área es de 16.147 km<sup>2</sup>.

En base a estos datos se dimensionaron las estructuras de drenaje y evacuación de aguas superficiales, las cunetas para un periodo de retorno de 20 años, y el badén para una periodo de de retorno de 50años.

Finalmente se elaboró el expediente técnico del proyecto, que para el diseño de las estructuras hidráulicas abarca las partidas: Trazo y replanteo, excavación, encofrado y desencofrado, colocación de concreto, colocación de acero, construcción de cunetas y construcción de badén. Dicho expediente técnico incluye memoria descriptiva, especificaciones técnicas, análisis de costos y presupuestos y cronograma de obra.

Las especificaciones técnicas se han elaborado en base a las “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000”, considerando las partidas relacionadas a las estructuras de drenaje.

## INTRODUCCIÓN

La Carretera Central, pese a ser una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona central del país, se encuentra actualmente saturada por el alto nivel de tráfico generado. Tráfico generado por el aumento de las actividades económicas y por la falta de vías alternas con niveles de servicio aceptables que puedan aliviar dicho tráfico.

Para dar solución a este problema, el Ministerio de transportes y Comunicaciones creó Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformado por ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Dentro del marco del Proyecto Perú, se encuentra el mejoramiento de la vía alterna RN024 (Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo), dividida en cinco tramos.

La carretera motivo de este informe se encuentra en el tramo IV: Dv. Yauyos-Ronchas y abarca del Km 167+400 al Km 167+700 y responde al desarrollo del diseño de obras de drenaje superficial como parte de una propuesta de mejoramiento en la transitabilidad.

Con el propósito de explicar el tema ordenadamente se ha dividido el informe en tres capítulos.

En el primer capítulo se presenta un resumen del estudio de perfil, donde se detalla la evaluación económica para la alternativa de carpeta asfáltica mediante los indicadores económicos VAN y TIR.

En el segundo capítulo se desarrollaron y sustentaron los estudios básicos de hidrología para determinar los caudales de diseño de las estructuras de drenaje, análisis y cálculos hidráulicos para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje.

Finalmente el tercer capítulo consiste en el expediente técnico, objetivo de este informe. Se ha tratado de seguir los requerimientos mínimos de presentación de expediente técnico según el "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001" (MTC-2001). Es así que se incluye en este capítulo una memoria descriptiva, especificaciones técnicas, metrados, costos y presupuestos.

## CAPÍTULO I: PERFIL DEL PROYECTO

### 1.1 Aspectos Generales

#### 1.1.1. Nombre del proyecto

“Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo”, Tramo: Km 42+500 al Km 273+531.

#### 1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora

Para el caso del siguiente Perfil se considerara como unidad formuladora la Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad de Ingeniería Civil y como unidad ejecutora el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### 1.1.3. Participación de las entidades involucradas y beneficiarios

Las principales entidades involucradas en este proyecto son el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de Provias Nacional y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), que participarán en el financiamiento, y supervisión del proyecto en estudio.

Los beneficiarios son los usuarios que se verán beneficiados en ahorros de tiempos de viajes y los pobladores del área de influencia.

#### 1.1.4. Marco de referencia

Provias Nacional ha creado el Programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración en corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

### 1.2. Identificación

#### 1.2.1. Diagnostico de la situación actual

##### Localización y área influencia

El proyecto se encuentra ubicado en las provincias de Cañete y Yauyos en la región Lima y las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo en la región Junín, ver anexo A-1, en el cuadro siguiente se presenta el área de influencia:

**Cuadro 1.1**

#### Área de las Provincias de Influencia

Lima		Junín	
Provincia	Área(km <sup>2</sup> )	Provincia	Área(km <sup>2</sup> )
Cañete	4580.64	Concepción	3067.52
Yauyos	6901.58	Chupaca	1153.05
		Huancayo	3558.1

Fuente: INEI: Datos Socio demográficos

### Actividades Económicas

Las actividades económicas de la población de los diferentes distritos de las provincias de influencia del proyecto son:

#### Provincia de Cañete:

Pacarán y Zúñiga, se dedican a la agricultura y ganadería, en un 53% y 26% respectivamente, de las cuales en Zúñiga el 46% de la población rural se dedica a la construcción.

#### Provincia de Yauyos:

Yauyos tiene como actividad principal la agricultura y ganadería, con 38.5% en el sector urbano y 80% en la zona rural; como segunda actividad solo en el sector urbano es la enseñanza con un 10%.

Alis tiene como principal actividad la explotación minera con 91.50% de su población rural y 39.30% de su población urbana en la actividad agrícola, ganadera.

#### Provincia de Concepción, Chupaca y Huancayo:

Concepción tiene como actividad principal la agricultura y ganadería, con 71.7% en el sector urbano y 83.8% en la zona rural.

Chupaca tiene como actividad principal la agricultura y ganadería, con 28.8% en el sector urbano y 63.0% en la zona rural; como segunda actividad en el sector urbano se tiene al comercio con 16.6%.

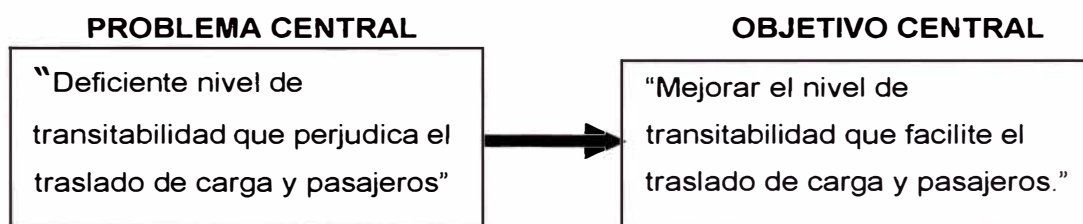
El distrito de Callhuas, ubicado en la provincia de Huancayo tiene como actividad principal la agricultura y ganadería, con 97.8% en el sector urbano y 95.8% en la zona rural.

### 1.2.2. Definición del problema y objetivo

La vía actualmente se encuentra a nivel de trocha carrozable, siendo la superficie de rodadura de terreno natural, asimismo en épocas de lluvias (meses de Diciembre a Marzo) las quebradas se activan, ocasionando interrupciones en la vía debido a la insuficiencia de obras de arte y drenaje.

En el anexo A-2 se muestra el árbol de causas y efectos y árbol de medios y fines.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado:



### 1.2.3. Alternativas de solución

Una vez diagnosticado el problema y el objetivo central se plantea tres alternativas de solución.

**Cuadro1.2**  
**Alternativas de solución**

Alternativas	Solución
1	En la primera alternativa se propone la rehabilitación de la carretera a nivel de afirmado.
2	Esta alternativa propone la rehabilitación de la carretera a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa (TSB).
3	Esta alternativa propone la rehabilitación de la carretera a nivel de carpeta asfáltica.

### 1.3. Formulación y Evaluación

#### 1.3.1. Estudio de tráfico y análisis de la demanda

Los datos del conteo de tráfico fueron extraídos de un estudio realizado en el año 2005. El conteo se realizó en estaciones E-1, E-2, E-3, E-4 y E-5 ubicados a lo largo de la carretera, con el cual se dividió en 5 tramos ver anexo A-3

**Cuadro 1.3**  
**Tramos de la carretera**

Tramo	Ubicación	Longitud (km)	Región	Superficie	Topografía	Condición	IMD 2005
I	Lunahuana-Pacarán	12.5	Costa	TSB	Ondulada	Regular	323
II	Pacarán – Zúñiga	4.15	Costa	Trocha	Ondulada	Regular	266
III	Zúñiga – Dv. Yauyos	72.6	Sierra	Trocha	Accidentada	Regular	35
IV	Dv. Yauyos – Ronchas	135.13	Sierra	Trocha	Accidentada	Regular	21
V	Ronchas - Chupaca	16.61	Sierra	Afirmado	Ondulada	Regular	344

El comportamiento diferenciado del IMD en los diversos tramos se debe principalmente a su cercanía a las grandes ciudades como Lima y Huancayo, es por ese motivo que para proyectar el tráfico normal y tráfico generado se tomara tasas de crecimiento de acuerdo a su ubicación, en el siguiente cuadro se muestra las tasas de crecimiento para cada tramo.

**Cuadro 1.4**  
**Demanda Proyectada con Tráfico Normal Tráfico Generado**  
**(Tasa de Crecimiento)**

Tramo	Longitud (km)	Región	IMD	TASA CRECIMIENTO %			Observaciones
				2005	Veh lig.	Pasajeros	
I	12.5	Costa	323	5.7	5.7	5.7	PBI Nacional(Prom. 2002-2006)
II	4.15	Costa	266	5.7	5.7	5.7	
III	72.6	Sierra	35	2.58	1.7	3.6	Ubicación Lima y Junín se tomo la tasa del PEA para vehículos lig, PBI Lima en el escenario Neutro para los veh. Carga, y la tasa de crecimiento Poblacional para veh. pasajeros
IV	135.13	Sierra	21	2.395	1.4	3.7	
V	16.61	Sierra	344	5.7	5.7	5.7	PBI Nacional(Prom. 2002-2006)

Con los datos de conteo y las tasas de crecimiento se determino el tráfico generado, se muestra un resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.5**  
**Tráfico Normal y Generado por Tramos**

Años	TRAMO I		TRAMO II		TRAMO III		TRAMO IV		TRAMO V	
	Tráfico Normal	Tráfico Generado	Tráfico Normal	Tráfico Generado	Tráfico Normal	Tráfico Generado	Tráfico Normal	Tráfico Generado	Tráfico Normal	Tráfico Generado
	1	323	0	266	0	35	0	21	0	344
5	403	457	332	377	39	45	23	27	385	449
10	531	603	437	497	44	52	26	31	446	519
15	700	795	576	655	51	59	30	35	518	603
20	923	1048	760	863	58	68	34	39	606	704

### 1.3.2. Situación actual de la carretera

La oferta vial existente se detalla a continuación (información recabada del inventario vial):

- Carretera a nivel de afirmado en estado regular.
- Pendiente longitudinal variable entre 1 a 10%

- Los anchos de la calzada existente varían entre 4 m y 6.6 m.
- No existen bermas a los lados del camino.
- Inadecuado drenaje longitudinal, cuneta en tierra casi colmatada, la cuneta es artesanal de 0.60m de ancho.
- Inadecuado drenaje transversal.

### 1.3.3. Balance Oferta-Demanda

Del análisis de la demanda y la oferta actual que presenta la carretera, se propone las siguientes características para las alternativas de solución:

#### ALTERNATIVA 1

Clase, carriles	Tercera Clase, dos carriles.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	< 400 vehículos/día
Velocidad Directriz	40 Km./h
Pendiente Máxima	9%
Radio mínimo Normal	40 m
Ancho de calzada	5.5 m
Berma	Sin Berma
Bombeo	3%
Talud de relleno	1:1.5
Carpeta de Rodadura	Afirmado
Espesor de pavimento	0.15 m.
Drenaje Transversal	Alcantarilla, Badén
Drenaje Longitudinal	Cuneta de tierra Triangular 0.60mx0.20m

#### ALTERNATIVA 2

Clase, carriles	Tercera Clase, dos carriles.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	<400 vehículos/día
Velocidad Directriz	40 Km./h
Pendiente Máxima	9%
Radio mínimo Normal	65 m
Ancho de calzada	5.5 m
Berma	Sin berma
Bombeo	3%
Carpeta de Rodadura	Tratamiento Superficial Bicapa
Espesor de pavimento	0.20 m.
Drenaje Transversal	Alcantarilla, Badén
Drenaje Longitudinal	Cuneta de tierra Triangular 0.60mx0.20m



### ALTERNATIVA 3

Clase, carriles,	Tercera clase, dos carriles.
Lmins, Lmino, Lmax	69 m, 139 m, 835 m
IMD	< 400 vehículos/día
Velocidad Directriz	60 Km./h
Pendiente Máxima	7%
Radio mínimo Normal	85 m
Ancho de calzada	5.5 m
Berma	0.9 m
Bombeo	3%
Carpeta de Rodadura	Asfalto
Espesor de pavimento	0.20 m.
Drenaje Transversal	Alcantarilla, Badén
Drenaje Longitudinal	Cuneta Concreto Triangular 1.0mx0.40m

#### 1.3.4. Costos estimados

En función a las actividades y metas descritas para el componente del proyecto, se ha valorado los costos de cada una de las actividades de las alternativas propuestas. Los costos se clasifican generalmente en dos categorías:

#### Costos de Inversión

Para estimar dichos costos se tomo como referencia el costo de proyectos similares.

**Cuadro 1.6**

#### Costos de inversión de carreteras a nivel de Carpeta Asfáltica

PROVINCIA	PROYECTO	LONGITUD (Km)	COSTOS		COSTO UNITARIOS (S/. / Km)
			COSTO OBRA	SUPERVICIÓN	
ANCASH	CARRETERA HUARMEY - RECUAY TR. HUARMEY - HUAMBA BAJA KM 23+000 - KM 41+214	18.21	27,805719	2,246349	1,650305.77
HUANCAVELICA	CARRETERA IZCUCHACA HUANCAVELICA TRAMO II PALCA-SACHAPITE	30.00	42,531084	3,358356	1,529648.00
HUANCAVELICA	CARRETERA IZCUCHACA HUANCAVELICA TRAMO III SACHAPITE-HCVLCA	15.57	24,569104	2,093667	1,712445.15
HUANCAVELICA	CARRETERA IZCUCHACA HUANCAVELICA TRAMO I IZCUCHACA -PALCA	30.00	42,338787	3,100583	1,514645.67
HUARAZ	CARRETERA CASMA - YAUTAN - HUARAZ; TRAMO I : CASMA-PARIACOTO	26.36	26,895501	2,530076	1,116296.55
AYACUCHO	CARRETERA AYACUCHO - SAN FRANCISCO: DV HUANTA-TAMBO SECTOR DV HUANTA- LA QUINUA	26.00	32,026425	1,964588	1,307346.65
(*) Tipo de cambio: S/. 3.10			<b>PROMEDIO (S/. /Km)</b>		<b>1,471,781.30</b>
			<b>PROMEDIO (\$ /Km)</b>		<b>474,768.16</b>

### Costos de Mantenimiento

Para que la carretera dure y proporcione el retorno económico y los niveles de servicio esperado por los usuarios, es necesario contar con un adecuado programa de mantenimiento, los costos de mantenimiento se clasifican en dos categorías:

**Mantenimiento Rutinario:** Son los insumos y recursos que son necesarios para utilizar y mantener la capacidad instalada de las vías día a día de acuerdo a cada alternativa planteada.

**Mantenimiento Periódico:** Consiste en la prevención de las fallas para evitar costosas rehabilitaciones; está dirigido principalmente en aquellos elementos de la vía que sufren desgastes con el uso continuo.

En el siguiente cuadro se presenta las características del mantenimiento rutinario y periódico.

**Cuadro 1.7**

<u>Mantenimiento Rutinario</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roce manual</li> <li>• Roce mecanizado</li> <li>• Poda de arboles</li> <li>• Tala y desbroce de árboles</li> <li>• Limpieza general</li> <li>• Desarenado de calzada</li> <li>• Limpieza de derrumbe y huaico menor.</li> <li>• Riego de agua</li> <li>• Bacheo</li> <li>• Perfilado sin aporte de material</li> <li>• Limpieza de cunetas no revestidas y/o revestidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de zanjas de drenaje revestidas y/o no revestidas.</li> <li>• Limpieza de alcantarillas.</li> <li>• Limpieza de bajadas de agua.</li> <li>• Limpieza de cunetas.</li> <li>• Reparación de cunetas.</li> <li>• Limpieza de cauces.</li> <li>• Limpieza y reposición de señales.</li> <li>• Limpieza y reposición de postes de kilometraje y/o delineadores.</li> <li>• Reparación y reposición de guardavías.</li> </ul>
<u>Mantenimiento Periódico</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconformación de la capa de rodadura.</li> </ul>	

Para estimar los costos de mantenimiento se tomó como referencia los costos de mantenimiento de proyectos similares proporcionados por el SNIP.

**Cuadro 1.8**

COSTOS DE MATENIMIENTO (US\$ /Km)			
SIN PROYECTO OPTIMIZADO	CON PROYECTO DE MEJORAMIENTO		
	A NIVEL DE AFIRMADO	A NIVEL DE TSB	A NIVEL DE ASFALTADO
TROCHA REGULAR			
15,000.00	11,000.00	8,000.00	5,000.00

Fuente: Banco de Proyectos del SNIP

Con los costos de inversión y mantenimiento se determino el presupuesto de la obra por tramos y alternativas ver anexo A-4

### 1.3.5. Beneficios

La construcción de la carretera generara beneficios atribuibles al proyecto, como son:

- Reducirá los tiempos y costos de transporte.
- Permitirá, incrementar la producción y acceso de los productos a los mercados, mejorando la calidad de vida de la población del área de influencia.
- Beneficiara indirectamente a las poblaciones contiguas al departamento.
- Integrara la zona a la red vial nacional.
- Ampliara la Red Vial del departamento de Lima y Junín.
- Beneficios por Costo de Operación Vehicular

### Beneficios por Costo de Operación Vehicular

Para calcular este componente se estimo para un horizonte de 20 años un Índice Medio diario del tráfico del proyecto, a fin de obtener el Ahorro de Costo de Operación Vehicular. En el caso de las tres alternativas los beneficios por Costo de Operación Vehicular son diferentes por estar ubicados en zonas de Costa y Sierra, con diferentes topografías. Por esa razón en el siguiente cuadro se presenta el resumen del cálculo de beneficios para los diferentes tramos y alternativas.

**Cuadro 1.9**  
**Costos de operación Vehicular**

Tipo de Vehículo	Costos Operativos Vehiculares (COV) (US\$ Veh/Km)			
	Sin Proyecto Trocha Ondulada Estado Regular	Mejoramiento Afirmado Alternativa 1	Mejoramiento TSB Alternativa 2	Mejoramiento Asfaltado Alternativa 3
Auto	0.39	0.27	0.24	0.22
Camioneta	0.35	0.27	0.25	0.24
Bus Pequeño	0.78	0.58	0.51	0.47
Bus Grande	0.74	0.6	0.56	0.53
Camión Ligero	1.35	0.9	0.72	0.58
Camión Pesado	1.56	1.1	0.93	0.79
Articulado	1.72	1.31	1.15	1.03

**Cuadro 1.10****Ahorros por costo de operación vehicular para la alternativa de Carpeta  
Asfáltica**

Años	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III	TRAMO IV	TRAMO V
	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3
1					
2					
3	419645	121529.8	546134.8	340648.3	749138.2
4	443480.9	128432.7	563107.1	350645.2	791689.3
5	468670.6	135727.7	580641.2	360957.5	836657.2
6	495291.1	143437	598756.3	371595.6	884179.4
7	523423.6	151584.2	617472.5	382570.2	934400.8
8	553154.1	160194.2	636810.3	393892.7	987474.7
9	584573.2	169293.3	656791.3	405574.5	1043563.3
10	617777	178909.1	677437.5	417627.7	1102837.7
11	652866.7	189071.1	698772	430064.7	1165478.9
12	689949.5	199810.4	720818.3	442898.4	1231678.1
13	729138.7	211159.6	743601.1	456141.9	1301637.4
14	770553.8	223153.5	767145.8	469809	1375570.4
15	814321.2	235828.6	791478.8	483914	1453702.8
16	860574.7	249223.7	816627.2	498471.5	1536273.1
17	909455.3	263379.6	842619.3	513496.7	1623533.4
18	961112.4	278339.5	869484.3	529005.4	1715750.1
19	1015703.5	294149.2	897252.5	545013.9	1813204.7
20	1073395.5	310856.9	925955	561539	1916194.7

**1.3.6. Evaluación económica**

La evaluación económica en este caso se realizó por el método del VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa interna de retorno). Considerando una tasa de descuento de 11%. En el siguiente cuadro se resume la evaluación económica para las alternativas planteadas por cada tramo. La evaluación económica por tramos permite identificar el comportamiento de los tramos y su incidencia en el proyecto integral. Así tenemos que los tramos 1, 2 y 5 presentan Indicadores económicos rentables a nivel de Carpeta Asfáltica En cambio, evaluado todo el tramo la carretera presenta indicadores negativos, para la alternativa de carpeta asfáltica.

**Cuadro 1.11**  
**Resultados de la evaluación económica**

Años	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III	TRAMO IV	TRAMO V	TOTAL
	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Tramo	Flujo Neto del Proyecto
1	-2,373,841	-788,115	-13,787,267	-25,662,169	-3,154,360	-45,765,752
2	-2,373,841	-788,115	-13,787,267	-25,662,169	-3,154,360	-45,765,752
3	513,395	152,655	1,090,635	1,354,123	873,713	3,984,521
4	537,231	159,558	1,107,607	1,364,120	916,264	4,084,780
5	562,421	166,853	1,125,141	1,374,433	961,232	4,190,079
6	589,041	174,562	1,143,256	1,385,071	1,008,754	4,300,684
7	617,174	182,709	1,161,972	1,396,045	1,058,976	4,416,876
8	646,904	191,319	1,181,310	1,407,368	1,112,050	4,538,951
9	678,323	200,418	1,201,291	1,419,050	1,168,138	4,667,221
10	711,527	210,034	1,221,938	1,431,103	1,227,413	4,802,014
11	746,617	220,196	1,243,272	1,443,540	1,290,054	4,943,678
12	783,700	230,935	1,265,318	1,456,373	1,356,253	5,092,580
13	822,889	242,285	1,288,101	1,469,617	1,426,212	5,249,104
14	864,304	254,278	1,311,646	1,483,284	1,500,145	5,413,657
15	908,071	266,954	1,335,979	1,497,389	1,578,278	5,586,670
16	954,325	280,349	1,361,127	1,511,946	1,660,848	5,768,595
17	1,003,205	294,505	1,387,119	1,526,972	1,748,108	5,959,909
18	1,054,862	309,465	1,413,984	1,542,480	1,840,325	6,161,117
19	1,109,454	325,274	1,441,752	1,558,489	1,937,780	6,372,749
20	2,947,526	933,068	11,810,906	20,821,640	4,406,539	40,919,680

<b>VAN (11%)</b>	<b>553,870.9</b>	<b>7,052.9</b>	<b>-16,417,179.1</b>	<b>-36,268,020.3</b>	<b>2,639,377.5</b>
<b>TIR</b>	<b>12.46%</b>	<b>11.06%</b>	<b>1.44%</b>	<b>-0.87%</b>	<b>15.95%</b>

**La evaluación integral de la carretera a nivel de  
Carpeta Asfáltica**

<b>VAN (11%)</b>	<b>-49,484,898.1</b>
<b>TIR</b>	<b>2.62%</b>

El resultado de la evaluación económica arroja que la carretera en el tramo IV con un **VAN=-36, 268,020** y **TIR =-0.87%** no es rentable para la alternativa de carpeta asfáltica, evaluando toda la carretera a nivel de carpeta asfáltica tampoco resulta rentable (VAN=-49,484,898 y TIR=2.62%).

El capítulo II y capítulo III del presente informe, se desarrollara para la alternativa de Carpeta Asfáltica.

## CAPÍTULO II: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

### 2.1 Descripción General de la Cuenca

#### 2.1.1 Cuenca del río cañete

El proyecto de la carretera se encuentra en las inmediaciones del río Cañete, el más meridional de los ríos de Lima, nace en la laguna Ticllacocha, ubicada al pie de las cordilleras de Ticlla y Pichahuarco, en la divisoria de cuencas con el río Mala. Sus recursos hídricos provienen de los aportes de las lluvias, así como los derivados de lagunas y deshielo de los nevados, ubicados estos principalmente en el extremo norte de la cuenca y sobre los 4500 msnm, desde donde inicia un sinuoso recorrido en dirección sur hasta la comunidad de Catahuasi, donde cambia a una dirección este-oeste, para descender a las estribaciones andinas de Zúñiga, Pucará y Lunahuaná, en donde su valle se empieza a ampliar y da lugar a cultivos de algodón, vid y pan llevar. Su recorrido es uno de los más largos del departamento, pues alcanza los 210 kilómetros. Esta característica, además de las numerosas lagunas y cursos de agua que alimentan su recorrido, en uno de los ríos de régimen estable a lo largo del año.

Políticamente, la cuenca del río Cañete forma parte de las provincias de Cañete y Yauyos, pertenecientes ambas al departamento de Lima. Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 11°58'00" y 13°09'00" de Latitud Sur y los meridianos 75°31'00" y 76°31'00" de Longitud Oeste.

La cuenca del río Cañete tiene una extensión aproximada de 6192 km<sup>2</sup>, de los cuales el 78.4% (4856 km<sup>2</sup>) corresponde a la cuenca húmeda. Presenta una pendiente promedio de 2%; sin embargo, presenta sectores en donde la pendiente es mucho más pronunciada, especialmente en la parte alta, llegando hasta 8% en el tramo comprendido entre la localidad de Huancaya y la desembocadura del río Alis.

#### 2.1.2. Cuenca del tramo en estudio

El tramo en estudio se encuentra entre las progresivas Km 167+400 al Km 167+700 de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo. Las subcuencas para este tramo están dentro de la cuenca del río Alis, el tramo de la carretera en estudio se encuentra en la margen izquierda del río Alis.

## 2.2. Análisis Hidrológico

### 2.2.1. Información cartográfica

Se ha tomado la siguiente información cartográfica de la carta nacional.

**Cuadro 2.1**

#### Carta Nacional Utilizados en el Estudio Hidrológico

Denominación	Hoja	Escala	Institución
Yauyos	25L	1:25000	IGN

### 2.2.2. Información pluviométrica

Las estaciones meteorológicas que se han considerado en el presente estudio son tres, Carania, Yauricocha y Vilca, seleccionadas por su ubicación respecto de la carretera en estudio. La presente carretera se encuentra ubicada a una altitud de 3327.37 msnm, en el inicio y 3348.52 msnm, en el final del tramo.

En el Cuadro 2.2 se anota la ubicación de cada una de las estaciones, que cuentan con datos pluviométricos y los periodos de registro disponibles.

**Cuadro 2.2**

#### Estaciones Pluviométricas

ESTACIÓN	TIPO	UBICACIÓN		DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	ALTITUD
		LONGITUD	LATITUD				msnm.
CARANIA	PLU	75 ° 52'19"	12° 20'39"	CARANIA	YAUYOS	LIMA	3875
VILCA	PLU	75 °49'34"	12° 06'53"	HUANCAYA	YAUYOS	LIMA	3864
YAUURICOCHA	PLU	75° 43'00"	12° 19'00"	ALIS	YAUYOS	LIMA	4522

PLU: Pluviométrica

### 2.2.3. Análisis de información pluviométrica

Para la estimación de caudales, se ha efectuado un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a precipitaciones máximas, para ello se considera el siguiente procedimiento:

- Uso de registros de precipitación máxima en 24 horas.
- Obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.

### 2.2.4. Análisis de frecuencias

El procedimiento está basado en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en el análisis de eventos hidrológicos máximos.

Las distribuciones de frecuencia más usadas son:

- Distribución LogNormal(LN)
- Distribución Gumbel(EV1)
- Distribución LogPearson III

### 2.2.5. Análisis de bondad de ajuste

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adapta mejor a la información histórica, se tienen diferentes métodos:

#### Test de Kolmogorov-Smirnov

El método consiste en comparar el máximo valor absoluto de las diferencias entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(X_m)$  y la estimada  $F(X_m)$ :

$$\Delta o = \text{máx} |F_o(X_m) - F(X_m)|$$

Valor que debe compararse con uno crítico determinado en la siguiente tabla y depende del número de datos y el nivel de significancia, según el cuadro siguiente:

**Cuadro 2.3**  
**Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

n	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
22	0.25	0.28	0.34
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
n>40	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

En caso de ser aceptada más de una función de distribución de probabilidades, se calculará cual tiene el menor error cuadrático y optar por dicha función.

$$C = \left[ \sum_{i=1}^n (x_{e_i} - x_{o_i})^2 \right]^{1/2}$$

Donde:

$X_{e_i}$  es el i-ésimo dato estimado, y  $X_{o_i}$  es el i-ésimo dato calculado con la función bajo análisis, se selecciona la función que tenga menor error medio cuadrático.



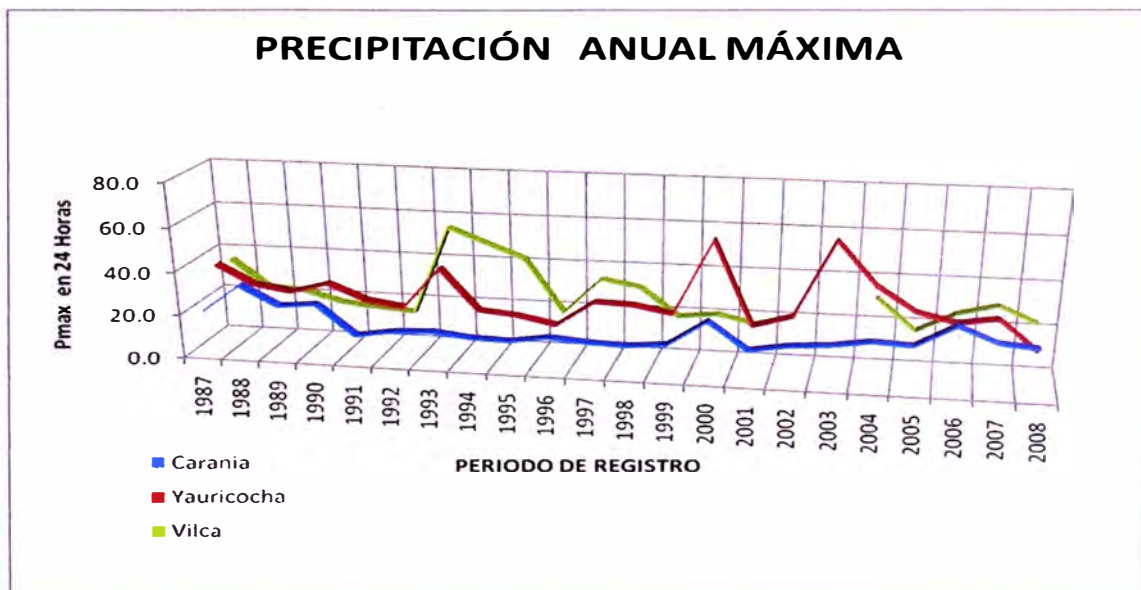
### 2.2.6. Precipitación máxima en 24 horas

La información de precipitaciones máximas en 24 horas se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.4**  
**Precipitación anual max en 24 horas**

Año	CARANIA	YAUICOCHA	VILCA
	Pmax(mm)	Pmax(mm)	Pmax(mm)
1987	20.9	37.6	35.7
1988	33.1	28.8	23.1
1989	24.4	26.1	21.8
1990	26.0	30.8	17.3
1991	12.4	24.0	15.5
1992	15.1	21.5	14.3
1993	16.0	40.5	55
1994	14.1	21.8	48.4
1995	13.5	20.2	42
1996	16.1	16.6	17.5
1997	14.6	28.2	34
1998	14.1	27.6	31
1999	15.6	24.4	18.2
2000	27.0	58.6	20.1
2001	14.9	20.6	16.2
2002	17.7	25.8	20.8
2003	18.9	60.4	
2004	21.4	41.3	31.2
2005	20.5	30.4	16.7
2006	30.1	26.2	25.5
2007	23.4	29.0	30
2008	21.9	15.4	22.7

**Grafico 2.1**



El análisis de consistencia se centro en la estación de Yuricocha, como se observa en el grafico 2.1 tiene valores mayores a las estaciones de Carania y Vilca, y por su ubicación más cercana al área del proyecto como se observa en el plano H-01.

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste se muestran en los cuadros del anexo B-1, a continuación se muestran los cuadros resúmenes para un nivel de significancia  $\alpha=0.05$  y número de datos  $n=22$ :

**Cuadro 2.5**  
**Resultado de las pruebas de bondad de ajuste**

Prueba Kolmogorov- Smirnov				
Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III	Kolmogorov
$\Delta_{max}$	$\Delta_{max}$	$\Delta_{max}$	$\Delta_{max}$	$\Delta_0$
0.205	0.132	<b>0.156</b>	0.134	<b>0.2844</b>

Error cuadrático mínimo				
Distribución	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
$\sum(Xe-X_0)^2$	490.019	328.222	247.328	268.003
$\sqrt{\sum(Xe-X_0)^2}$	22.136	18.117	<b>15.726</b>	16.371

Analizado los resultados, se opta por la función de Distribución Gumbel por estar más ajustada a los registros pluviométricos; los valores para diferentes periodos de retorno se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.6**  
**Precipitación (mm) para diferentes periodos de retorno para la estación de Yauricocha**

T(años)	P	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
		Pmax(mm)	Pmax(mm)	Pmax(mm)	Pmax(mm)
2	0.5000	29.81	28.02	26.9865	<b>28.063</b>
5	0.2000	39.67	37.57	36.9639	<b>40.407</b>
10	0.1000	44.82	43.80	44.5519	<b>48.580</b>
20	0.0500	48.96	49.54	51.4888	<b>56.419</b>
25	0.0400	50.31	51.58	55.3523	<b>58.906</b>
50	0.0200	53.86	57.33	64.3074	<b>66.567</b>
100	0.0100	57.05	63.04	74.1019	<b>74.171</b>
200	0.0050	59.98	68.76	84.8397	<b>81.747</b>

## 2.3 Análisis de la Sub Cuenca

En la carta nacional hoja Yauyos 25L a escala 1:25000, se ha delimitado las sub cuencas que determinan el área de influencia de las cunetas, y badén entre las progresivas Km 167+400 al km 167+700. (Anexo C-5, Plano H-01).

### 2.3.1. Parámetros Físicos y Geomorfológicos

#### Área y longitud Cauce

La extensión de las sub cuencas se ha delimitado en la hoja Yauyos 25L siguiendo la línea de cumbres para determinar el área drenante y se determinó la longitud del cauce principal desde sus nacientes hasta la intersección con la vía.

#### Pendiente de Cauce

El conocimiento de de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico existen varios métodos para obtener la pendiente de un cauce. En este caso se determino la pendiente del cauce mediante:

$$S = \left( \frac{Z_{\text{máx}} - Z_{\text{mín}}}{L_{cp}} \right)$$

Donde:

S= Pendiente en m/m

Z<sub>máx</sub>= Cota mayor

Z<sub>mín</sub>= Cota menor

L<sub>cp</sub>= Longitud cauce principal (m)

Los parámetros físicos y geomorfológicos se obtuvieron del Plano H-01 estos parámetros se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.7**

#### Parámetros físicos y geomorfológicos de las sub cuencas

Sub Cuenca	Área(km <sup>2</sup> )	Pendiente(m/m)	Longitud Cauce (Km)
S-C1	16.149	0.1794	7.275
S-C2	0.015	0.5536	0.137
S-C3	0.073	0.9412	0.313

### 2.3.2. Parámetros Hidrológicos

#### Tiempo de concentración

Para su determinación se utilizaron las conocidas fórmulas planteadas por Kirpich, Hathaway y el US Corps. Of Engineers.

### Fórmula de Kirpich

$$t_c = 0.06628 \left[ \frac{L^{0.07}}{S^{0.385}} \right]$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración es hrs

L = longitud del cauce principal en km

S = pendiente entre altitudes máximas del cauce en m/ m

### Fórmula de Hathaway

$$t_c = 0.606 \left[ \frac{(LN)^{0.467}}{S^{0.234}} \right]$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de la concentración es hrs

L = Longitud del cauce principal en km

S = Pendiente en m/m

N = Factor de rugosidad de la cuenca

### **Cuadro 2.8**

#### **Valores de N para la fórmula de Hathaway**

TIPO DE SUELO	VALOR de N
Liso impermeable	0.02
Suelo desnudo y compactado	0,10
Plantaciones, zonas agrícolas	0,20
Arbustos- vegetación baja	0,40
Selva	0,60

Para nuestro caso elegimos un valor de N igual a 0.40 por ser el suelo de la zona más parecido al de arbustos y vegetación baja.

### Fórmula de US Corps Of Engineers

$$t_c = 0.3 \left[ \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}} \right]$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración en hrs

L = Longitud del cauce en km

S = Pendiente en m/m

La aplicación de las fórmulas indicadas se resume en el cuadro adjunto:

**Cuadro 2.9**  
**Tiempos de concentración según Kirpich , Hathaway y Corps of Engineers para cada Sub Cuenca**

Sub Cuenca	Pendiente	Long. Cauce (KM)	Factor Rugosidad	Tiempo Concentración (horas)		
				Kirpich	Hathaway	Corps of Engineers
S-C1	0.1794	7.2746	0.4	0.6113	<b>1.5214</b>	1.9089
S-C2	0.5536	0.1373	0.4	0.0180	<b>0.1794</b>	0.0742
S-C3	0.9412	0.3134	0.4	0.0278	<b>0.2331</b>	0.1257

Se puede observar que el tiempo de concentración según Hathaway y Corps of Engineers es mayor en comparación con el de Kirpich. Además los tiempos de concentración según Kirpich son demasiado bajos para longitudes de subcuencas pequeñas; por tal razón se escoge el método Hathaway para el cálculo de tiempo de concentración por tomar en cuenta un factor característico de la cuenca.

### Precipitaciones para Duraciones Menores a 24 Horas

En la aplicación del método racional, preferentemente en áreas pequeñas, se tiene tiempos de concentración menores a 24 horas, para estos casos se necesitan las precipitaciones con tiempo de duración menores a 24 horas.

La precipitación máxima caída sobre las cuencas se determino mediante el modelo de Dick y Peschke (Guevara 1991). Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas, mediante la siguiente expresión:

$$P_d = P_{24} \left[ \frac{d}{1440} \right]^{0.25}$$

Donde:

$P_d$  = Precipitación Total (mm)

$d$  = Duración en minutos

$P_{24}$  = Precipitación Máxima en 24 horas (mm)

La precipitación calculada mediante la expresión para diferentes duraciones periodos de retorno se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.10**  
**Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno**

Duración (min)	Tr(años)								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
5	6.81	9.81	11.79	13.70	14.30	16.16	18.00	19.84	22.27
10	8.10	11.66	14.02	16.29	17.00	19.22	21.41	23.60	26.48
15	8.97	12.91	15.52	18.02	18.82	21.27	23.70	26.12	29.31
30	10.66	15.35	18.46	21.43	22.38	25.29	28.18	31.06	34.85
45	11.80	16.99	20.43	23.72	24.77	27.99	31.18	34.37	38.57
60	12.68	18.26	21.95	25.49	26.61	30.07	33.51	36.93	41.45
120	15.08	21.71	26.10	30.31	31.65	35.77	39.85	43.92	49.29
240	17.93	25.82	31.04	36.05	37.64	42.53	47.39	52.23	58.62
360	19.84	28.57	34.35	39.89	41.65	47.07	52.45	57.80	64.87
720	23.60	33.98	40.85	47.44	49.53	55.98	62.37	68.74	77.15
1440	28.06	40.41	48.58	56.42	58.91	66.57	74.17	81.75	91.74

### Intensidad

Numerosos investigadores han determinado la correlación que se verifica en una determinada región entre la intensidad de precipitación y la duración de los aguaceros más copiosos para una ocurrencia determinada.

### Método del Linsley, Kohler y Paulhus

Entre las expresiones más usuales que relacionan estos parámetros puede mencionarse la de Linsley, Kohler y Paulhus, según los cuales las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (I-D-F), se calculan indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = K \frac{T^m}{t^n}$$

Donde:

I= Intensidad máxima (mm/min)

K,m,n= Factores característicos de la zona en estudio

T= Periodo de retorno en años

t= Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

**Cuadro 2.11**

**Valores de Intensidad para diferentes duraciones y Periodos de retorno**

Duración t (min)	Tr(años)							
	2	5	10	20	25	50	100	200
5	81.75	117.70	141.51	164.35	171.59	193.91	216.06	238.12
10	48.61	69.99	84.14	97.72	102.03	115.30	128.47	141.59
15	35.86	51.64	62.08	72.10	75.28	85.06	94.78	104.46
30	21.32	30.70	36.91	42.87	44.76	50.58	56.36	62.11
45	15.73	22.65	27.23	31.63	33.02	37.32	41.58	45.83
60	12.68	18.26	21.95	25.49	26.61	30.07	33.51	36.93
120	7.54	10.86	13.05	15.16	15.82	17.88	19.93	21.96
240	4.48	6.45	7.76	9.01	9.41	10.63	11.85	13.06
360	3.31	4.76	5.73	6.65	6.94	7.84	8.74	9.63
720	1.97	2.83	3.40	3.95	4.13	4.66	5.20	5.73
1440	1.17	1.68	2.02	2.35	2.45	2.77	3.09	3.41

Para los datos generados se encuentra la regresión lineal múltiple que da como resultado los siguientes coeficientes:

$$K = 10^{2.4244}$$

$$m = 0.2226$$

$$n = 0.75$$

Por lo tanto la ecuación final resulta:

$$I = 10^{2.4244} \frac{T^{0.2226}}{t^{0.75}}$$

**2.3.3 Estimación de caudales máximos**

Para la estimación del caudal de diseño se utilizaran los métodos de acuerdo al siguiente cuadro:

**Cuadro 2.12**

**Determinación del método de cálculo del caudal**

Área de Cuenca (Km <sup>2</sup> )	Método de cálculo	Estructura a Diseñar
< = 2.5	Racional	Alcantarillas, Pontones y Badenes
< 2.50 – 50.0 ]	Hidrograma Unitario	Pontones, Badenes.

## Método racional

El método puede ser aplicado a pequeñas cuencas de drenaje agrícola, aproximadamente si no acceden a 2.5km<sup>2</sup>. En el método racional, se supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de concertación (tc). Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida. Si la duración es mayor que el tc contribuye también toda la cuenca, pero en este caso la intensidad de la lluvia es menor, por ser mayor su duración y, por tanto, también es menor el caudal.

El producto de la intensidad de la lluvia (I) y el área de la cuenca (A) es el caudal de entrada al sistema, (IA), y la relación entre este caudal y el caudal pico (Q) (que ocurre en el tiempo tc) se conoce como el coeficiente de escorrentía C (0 < C < 1).

Aceptando este planteamiento, el caudal máximo se calcula por medio de la siguiente expresión, que representa la fórmula racional:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia en mm/h para cunetas Tr=20 años

A = Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

El coeficiente de escorrentía es la variable menos precisa en el método racional, los valores de coeficientes de escorrentía se muestran en el anexo B-2.

**Cuadro 2.13**  
**Caudales por el método racional para cunetas**

Sub Cuenca	Cuneta		I (mm/hr)	LADERA			PAVIMENTO			Q (m3/s)
	de	a		A(km2)	C	Q(m3/s)	A(km2)	C	Q(m3/s)	
S-C 2	167+666	167+760	87.084	0.0155	0.46	0.017	0.0002	0.86	0.0005	0.0175
S-C 3	167+400	146+660	71.578	0.0735	0.46	0.0666	0.0006	0.86	0.001	0.0676



## Determinación de Caudales Máximos para Cuencas sin registro de Aforo

La comparación detallada de una serie de pluviogramas correspondientes a una cuenca con la de los hidrogramas respectivos medidos en forma experimental permite establecer una correlación entre la precipitación y los caudales propios de esa cuenca. En base a este análisis se puede definir un procedimiento aproximado de cálculo de caudales de derrame denominado método del hidrograma unitario, el cual mediante una serie de trabajos simplificados, logra evaluar con suficiente certeza una serie de variables del proceso hidrológico y mediante su utilización, elabora el hidrograma correspondiente a un determinado pluviograma.

### **Método del Hidrograma Unitario Triangular**

Como no se cuenta con datos de caudales, la descarga máxima será estimada en base a las precipitaciones y a las características de la cuenca, tomando en cuenta el método del Hidrograma Triangular.

Mockus desarrollo un hidrograma unitario sintético de forma triangular. De la geometría del hidrograma unitario, se escribe el gasto pico como:

$$Q_p = 0.555 \frac{A}{t_b}$$

Donde:

A= Área de la cuenca en km<sup>2</sup>

t<sub>b</sub>=Tiempo base en horas

Q<sub>p</sub>= Descarga pico en m<sup>3</sup>/s/mm.

Del análisis de varios hidrogramas, Mockus concluye que el tiempo base t<sub>b</sub> y el tiempo pico t<sub>p</sub> se relacionan mediante la expresión:

$$t_b = 2.67 \cdot t_p$$

A su vez, el tiempo de pico se expresa como:

$$t_p = \frac{t_c}{2} + t_r$$

Sin embargo para cuencas de más de 5.00 km<sup>2</sup> de área el tiempo pico se calcula como:

$$t_p = \sqrt{t_c} + t_r$$

Donde t<sub>r</sub> es el tiempo de retraso, el cual se estima mediante el tiempo de concentración t<sub>c</sub> como:

$$t_r = 0.6 t_c$$

O bien con la ecuación:

$$t_r = 0.005 [L/\sqrt{S}]^{0.64}$$

Donde L es la longitud del cauce principal en metros, S su pendiente en % y  $t_r$  es el tiempo de retraso en horas.

El caudal máximo se determina tomando en cuenta la precipitación efectiva  $P_e$ .

$$Q_{\max} = Q_p \cdot P_e$$

$P_e$  puede ser calculada tomando en cuenta los números de escurrimiento propuesto por el U.S. Soil Conservation Service.

$$P_e = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S)$$

$$S = 25.4 [(1000/CN) - 10]$$

Donde CN es el número de escurrimiento,  $P_e$  y P están en mm.

Los valores de CN se determinan según las tablas mostradas en el anexo B-3

### Grupos de suelos hidrológicos

Basado en la revisión de una variedad de cuencas el SCS (Soil Conservation Service), efectuó una clasificación hidrológica, con datos obtenidos según aporte de esorrentía directa, después de haberse mojado o hinchado el suelo y sin cubierta protectora vegetal.

**Grupo Hidrológico A:** Son suelos que tienen altas tasas de infiltración (bajo potencial de escurrimiento). Incluye a las arenas profundas con poco limo y arcilla; también a los loes muy permeables.

**Grupo Hidrológico B:** Son suelos que tienen tasas de infiltración moderadas cuando están cuidadosamente mojadas y están constituidos mayormente de suelos profundos de textura moderadamente fina o moderadamente gruesa. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisión de agua.

**Grupo Hidrológico C:** Comprende los suelos poco profundos y los que contienen mucha arcilla y coloides, aunque menos que el grupo hidrológico D, el grupo después de saturación tiene una infiltración inferior al promedio.

**Grupo Hidrológico D:** Son suelos de alto potencial de escurrimiento, de tasas de infiltración muy bajas cuando están completamente mojados y están formados mayormente de suelos arcillosos con un alto potencial de

esponjamiento, suelos con niveles de agua permanentemente alto, suelos con arcilla o capas de arcilla en la superficie o cerca de ella y suelos superficiales sobre material casi impermeable.

El cálculo del caudal para la sub cuenca S-C1 se presenta en el anexo B-4, se muestra el resumen de los cálculos en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.14**

**Caudal por el método del Hidrograma Unitario Triangular**

Sub Cuenca	Progresiva	Área (km <sup>2</sup> )	Pend. (m/m)	CN	Qp (m <sup>3</sup> /s/mm)	Pe (mm)	Qmáx (m <sup>3</sup> /s)
S-C 1	167+700	16.149	0.1794	79	0.8862495	4.4631786	3.96

## 2.4. Evaluación del Sistema de drenaje existente

El presente estudio se diseñó siguiendo el manual de Diseño para Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito, la cual tiene exigencias mayores, en lo que se refiere a radio mínimos, tangentes entre curvas en el mismo sentido y tangentes entre curvas de diferente sentido, por esta razón el nuevo trazo es totalmente distinto al existente y puede considerarse como un nuevo diseño.

La carretera actual no cuenta con un sistema de drenaje adecuado, en todo su recorrido no se ha encontrado alcantarillas destinada al drenaje pluvial. Sin embargo se ha detectado una sub cuenca a lo largo de la carretera, la cual tiene una extensión de 16.147Km<sup>2</sup>, por ello se han proyectado un badén, que permitirá evacuar las aguas pluviales adecuadamente.

La plataforma vial propiamente dicha cuenta con sistema de drenaje pluvial deficiente, a lo largo del tramo analizado no cuenta con cunetas, por lo mismo que no cuenta con alcantarillas, para complementar el sistema de evacuación; en la actualidad la vía carece de bombeo.

A continuación se analiza el estado actual de las quebradas y sub cuencas principales identificadas en el Estudio de Hidrología, así como de otros cursos de agua.

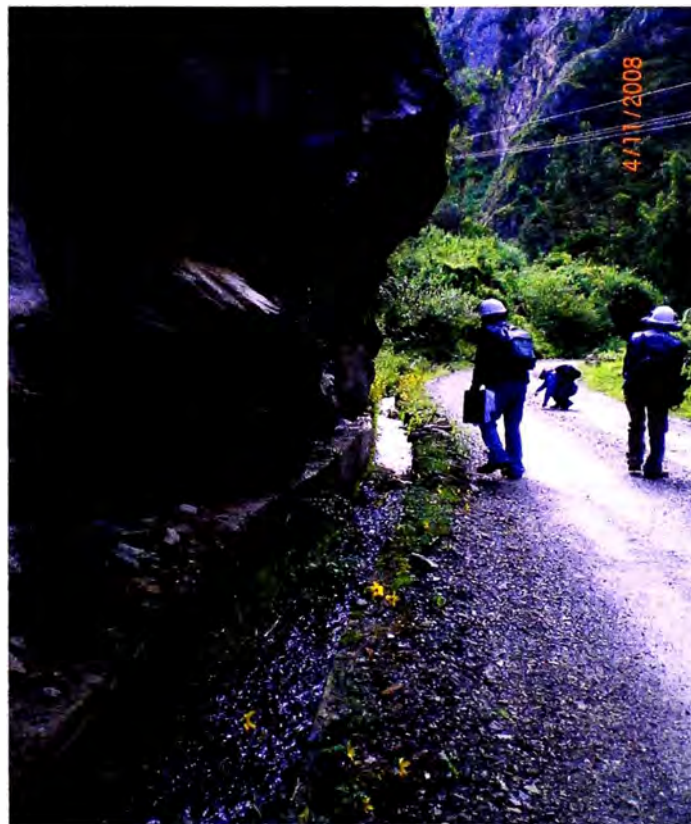
### 2.4.1 Sub cuenca en las progresivas Km 167+700

Esta sub cuenca se encuentra ubicada a lado derecho del camino en estudio, para el cual se ha proyectado un badén que permitirá evacuar aguas pluviales de una extensión aproximada de 16.147Km<sup>2</sup>.

El material del cauce está formado por material aluvial cubierto por una densa capa vegetal, que estabiliza la ladera, el relieve topográfico tiene una pendiente aproximada de 17% el régimen de la escorrentía se considera moderado.

#### 2.4.2 Sistema de Riego existente

A lo largo del camino en estudio desde la progresiva 167+400 al Km 167+640, al lado izquierdo se encuentra un canal de concreto en buen estado, que tiene una pendiente de 4.5% y de dimensiones 0.50m x 0.70m y 0.15m de espesor. Esta estructura será reubicada y servirá también para el drenaje longitudinal de la carretera.



En la foto 1 se observa el canal de riego al lado izquierdo de la carretera, que sirve también como cuneta

#### 2.4.3 Pontón

En la progresiva Km 167+660 se encuentra ubicado un pontón de madera:

Características:

- 1) Dimensiones 7.0m de luz y 4.0m de ancho.
- 2) La estructura superior formada por maderas se encuentra en regular estado, los estribos que son de concreto se encuentran en buen estado.

- 3) No se aprecia actividad erosiva en los estribos del puente.
- 4) La altura libre desde el nivel de aguas a la parte inferior de la viga es de 2.5m.

Se recomienda:

Reemplazo por una estructura más eficiente y mejor diseñada, en este caso se trata de un pontón de 7 metros de luz. El nuevo eje de la vía pasa a 4 m aguas abajo del pontón.



En las fotos se observa que el ancho del cauce del río se mantiene, por lo que el pontón se reubicará a 4.0m del eje aguas abajo.

#### 2.4.4 Sistemas de drenaje y obras de arte Proyectos

Considerando que el proyecto corresponde a nivel de ampliación y mejoramiento de subrasante la recomendación se da teniendo en cuenta la importancia de la vía, y considerando que las obras de arte deben diseñarse para periodos de vida útil de 25 años con periodos de retorno de avenidas de 50 años.

En general se ha seguido la siguiente metodología de trabajo para el dimensionamiento de las obras de cruce de las quebradas pequeñas:

- Determinación de las características y dimensiones actuales de los cruces y de las quebradas.
- Determinación del caudal máximo que puede circular por la sección existente, de acuerdo al área de la cuenca y área de carretera a servir.

#### Sección Mínima y Tipo de Obra

Habiéndose determinado la capacidad máxima requerida por cada quebrada se busca que:

$$Q_{\text{proy}} > Q_{\text{max}}$$

Donde:

$Q_{\text{proy}}$  = Caudal de proyecto de la estructura

$Q_{\text{máx}}$  = Caudal máximo requerido

Los sistemas de drenaje proyectados son:

- Reubicación canal de riego entre las progresivas Km 167+400 a Km 167+640
- Cunetas de concreto entre la progresiva Km 167+667 al Km 167+700
- Pontón en la progresiva Km 167+660
- Badén en la progresiva Km 167+700

#### 2.5. Diseño de las Obras de Arte y Drenaje

##### a) Finalidad del drenaje superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su durabilidad y transitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de la vía.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

### **b) Criterios funcionales**

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se menciona a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles.
- La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.
- Los daños que eventualmente producirían los caudales de agua correspondientes al periodo de retorno, es decir, los máximos del periodo de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno y, considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua dentro de una alcantarilla será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.
- No deberán alcanzar la condición de catastróficos los daños materiales a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas al camino, debida a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

### **c) Periodo de retorno**

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos

aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno.

**Cuadro 2.15**  
**Períodos de Retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito**

Tipo de obra	Período de Retorno en años
Puentes y Pontones	100
Alcantarillas de paso y Badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10--20
Drenaje de la Plataforma	10

### 2.5.1 Diseño de Drenaje Longitudinal

#### Cunetas

Son causes artificiales construidos paralelamente a la calzada de la carretera y al pie de los taludes, cuya función es concentrar las aguas superficiales y sin llegar a colmar su capacidad, evacuando las aguas hacia las alcantarillas, aliviaderos o lugares de desfogue.

De acuerdo a las recomendaciones del Manual de Diseño para Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, las cunetas tendrán forma triangular y sus dimensiones estarán de acuerdo con el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.16**  
**Dimensiones mínimas de cunetas**

Región	Profundidad	Ancho
	(m)	(m)
Seca	0.200	0.5
Lluviosa	0.300	0.75
Muy lluviosa	0.3*	1.2
*Sección trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m.		



### Capacidad de cunetas

Para el cálculo de la capacidad real de la cuneta utilizaremos la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

Q = Capacidad de cunetas en m<sup>3</sup>/seg

A = Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico (A/P)

S = Pendiente de cuneta (%)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (ver anexo B-5)

P = Perímetro mojado (m)

El dimensionamiento de la cuneta se muestra en el anexo B-6, a continuación se muestra un cuadro resumen:

**Cuadro 2.17**  
**Caudal calculado con las dimensiones propuestas**

Sub Cuenca	Cuneta		S	n	A (m)	H (m)	Q calculado (m <sup>3</sup> /s)	Q real (m <sup>3</sup> /s)
	de	a						
S-C 2	167+666	167+700	5.00%	0.014	0.8	0.4	0.3221	0.0175
S-C3	167+400	146+640	4.50%	0.014	0.8	0.4	0.3056	0.0676

Del cuadro se deduce que el caudal calculado con las dimensiones propuestas por el manual para diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito es mayor al caudal real.

### Canal de riego

Luego de la evaluación del canal de riego de sección rectangular, se determinó sus dimensiones (0.50mx0.70m), y será reubicado conservando sus mismas dimensiones, que a su vez recolectara las aguas de la plataforma de rodadura.

## 2.5.2. Sistema de drenaje transversal

### Alcantarilla

En este tramo no se proyecta ninguna alcantarilla.

### Pontón

De la evaluación de campo y respetando el nuevo diseño geométrico, el nuevo trazo pasa a cuatro metros aguas debajo del actual, por lo que se reemplazara el pontón con las mismas dimensiones de la existente, cambiando el pontón de madera por un pontón tipo losa de concreto  $F'c=280\text{Kg/cm}^2$ , el diseño estructural con fines de estimar los costos para el desarrollo del expediente técnico, se basan en un pontón de dimensiones similares construido en la Rehabilitación del Camino Vecinal Tramo II: León Pampa-Jacas Grande-Carhuapata Km13+590, ubicado en el Departamento de Huánuco, Provincia de Huamalies, Distrito de Jacas Grande (ver anexo C-5 plano P-01).

### Badén

La construcción de obras de drenaje en los caminos vecinales demanda un presupuesto alto, por lo que se deberá estudiar soluciones técnicas que sean adecuadas a la economía de este tipo de obras que minimicen el riesgo de su destrucción.

En este sentido, el presente trabajo proporciona algunos criterios para el diseño de badenes como una alternativa que puede ser aplicada para la solución de pasos de quebrada en diferentes regiones.

#### a) Elementos del badén

El badén es una obra de drenaje que se adecua a las características geométricas del cauce y tiene por objetivo facilitar el tránsito estable de los vehículos y consta de los siguientes elementos:

**Plataforma o Capa de Rodadura.** Es la parte fundamental del badén, y es una plataforma de concreto o mampostería de piedra en sentido longitudinal, y en sentido transversal es inclinada con una pendiente del orden del 2% hacia aguas abajo.

**Muros de Confinamiento.** Se denomina así a los muros localizados en el borde de la plataforma en el sector de aguas arriba y aguas abajo, elementos que tienen por objetivo la protección contra la erosión del badén.

#### b) Datos básicos para el diseño

Las investigaciones necesarias se centran en tres aspectos fundamentales:

Topografía del cauce

## Geotecnia del sitio

### Estimación de caudales máximos

-La topografía consiste en la planimetría del sector, un perfil transversal y uno longitudinal; levantamiento este que deberá cubrir un área comprendida como mínimo entre 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo del eje del camino y un ancho a partir de ambas márgenes, que permita un conocimiento detallado del sector.

-El estudio geotécnico se deberá centrar en las características del terreno de fundación y de las márgenes del río o quebrada.

-La estimación de caudales máximos se determinará para un periodo de retorno de 50 años, como especifica el manual para Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito.

## c) Dimensionamiento del badén

### Caudal de diseño:

Para establecer las dimensiones de los elementos del badén, se deberá fijar el caudal de diseño

El comportamiento de un badén es similar al de un canal abierto, a partir del caudal máximo se puede dimensionar por medio de la ecuación de Manning.

En el Cuadro 2.14 se muestra el cálculo del caudal de diseño mediante el método del Hidrograma Unitario Triangular.

## Geometría

Se analizaran dos geometrías.

### c.1) Badén de forma trapezoidal

#### Datos:

Longitud mínima de la base para secciones trapezoidales =10.0m

Pendiente ingreso y salida =5%

Altura =0.45m

Caudal de diseño=3.96m<sup>3</sup>/s

#### Resultados:

Velocidad media=2.221m/s

Tirante final calculado=0.139m

Perímetro mojado=15.58m

Espejo agua=15.57m

Como se está dimensionando con un tirante de  $y=0.45\text{m}$  y el tirante calculado es  $0.14\text{m}$ , por ende tenemos un borde libre de  $31\text{cm} > 30\text{cm}$  que especifica el Manual Para diseño de Carreteras pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. La memoria de cálculo se muestra en el anexo B-7, en el cuadro siguiente se muestra la geometría del badén.

**Cuadro 2.18**  
**Geometría del badén trapezoidal**

Badén	Tipo	Dimensiones		h(m)	L total(m)
		Base(m)	S entrada/salida		
Concreto	Trapezoidal	10	5%	0.45	28

### c.2) Badén en Forma de Catenaria

-Para el cálculo del espejo de agua y la flecha del badén se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$y = \frac{T_0}{\rho g} \left[ \cosh \left( \frac{\rho g}{2T_0} (2x - a) \right) - \cosh \left( \frac{\rho g a}{2T_0} \right) \right]$$

Donde:

$y$  = Flecha de la catenaria (Tirante máx)

$T_0$  = Tensión de la cuerda

$a$  = Espejo de agua

$\rho g$  = peso específico por la gravedad.

-Para el cálculo del perímetro mojado se ha usado la ecuación de la longitud de arco de la catenaria:

$$L = \int ds = \int_0^a \sqrt{1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2} dx = \int_0^a \cosh \left( \frac{\rho g}{2T_0} (2x - a) \right) dx$$

$$L = \frac{2T_0}{\rho g} \sinh \left( \frac{\rho g a}{2T_0} \right)$$

Donde :

$L$  = Perímetro mojado (Longitud Total del Badén)

-Para el cálculo del área se ha realizado la integración definida en la ecuación de la catenaria.

**Para los datos propuestos:**

$a=16.00\text{m}$

$T_o=190$

**Resultados:**

Área=  $1.78\text{m}^2$

Tirante =  $0.168\text{m}$

Perímetro mojado= $16.005\text{m}$

Velocidad media= $2.33\text{m/s}$

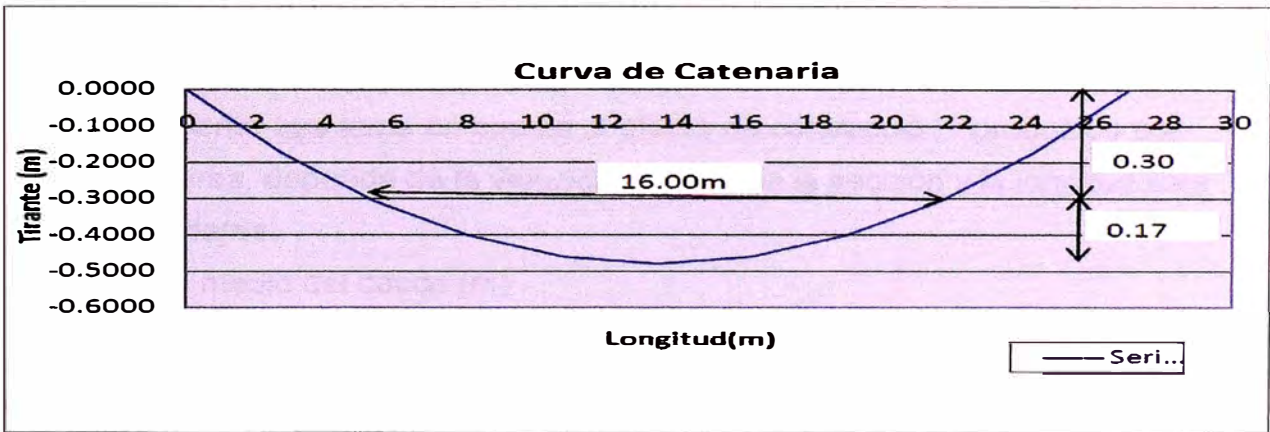
$Q=4.15\text{m}^3/\text{s}$

Como se observa el caudal calculado es mayor que el caudal de diseño ( $Q>Q_d$ ), por lo que se acepta dichas dimensiones.

Considerando un borde libre de  $0.30\text{m}$  desde el nivel de aguas máximo hasta la parte superior, como lo especifica el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, la geometría del badén es la siguiente.

La memoria de cálculo se muestra en el anexo B-8, en el siguiente grafico se muestra la geometría del badén.

**Gráfico 2.2**  
**Geometría de badén de forma de catenaria**



**Uñas de confinamiento**

Sus dimensiones dependen del caudal y del tipo de arrastre del río o quebrada. Su altura depende del terreno de fundación y del caudal de la crecida de diseño, para lo cual se analizará la socavación que produce el salto de agua. En tal sentido se deberá estudiar el perfil del cauce, considerando la pendiente, la potencialidad erosiva y la altura máxima de socavación.

El análisis de la socavación se realizó con el método de **Lischt Van Lebediev**, este método se basa en encontrar el equilibrio entre la velocidad media de la corriente y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar un material de diámetro y densidad conocidos.

**Lischt Van Lebediev**, establece la siguiente relación para el cálculo de la socavación general en suelos granulares:

$$y_s = \left[ \frac{Q}{y_0^{5/3} \cdot Be \cdot \mu} \cdot \frac{y^{5/3}}{0.68 \beta \cdot Dm^{0.28}} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

Para el cálculo de la socavación general en suelos cohesivos:

$$y_s = \left[ \frac{Q}{y_0^{5/3} \cdot Be \cdot \mu} \cdot \frac{y^{5/3}}{0.60 \beta \cdot \gamma_s^{1.18}} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

Para ambos casos:  $y_g = y_s - y_o$

Donde:

Q : Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

y<sub>o</sub> : Tirante medio de agua (m)

μ : Coeficiente que toma en cuenta el efecto de contracción producido por los pilares, depende de la velocidad media de la sección y la longitud libre entre pilares.

Be : Ancho medio del cauce (m)

β : Coeficiente que depende del periodo de retorno de la descarga de diseño.

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln(T)$$

D<sub>m</sub> : Diámetro medio de partículas del lecho (mm)

γ<sub>s</sub> : Peso específico del material cohesivo (Ton/m<sup>3</sup>)

x : Coeficiente que depende del diámetro medio del material constituyente del lecho

y<sub>s</sub> : Altura media desde el nivel de agua hasta el cauce socavado (m)

y : Profundidad inicial de la sección entre el nivel del agua durante la avenida y el nivel del fondo del lecho durante estiaje (m)

y<sub>g</sub> : Socavación general

Este método fue empleado para el cálculo de niveles de socavación de la estructura, tal como se aprecia en el anexo B-9.

En la siguiente tabla se muestra las alturas de uña adoptadas tomando en cuenta la socavación.

**Cuadro 2.19**  
**Altura de uñas**

<b>Profundidad Socavación Forma Catenaria (m)</b>	<b>Profundidad Socavación Forma Trapezoidal (m)</b>	<b>Altura Uña (m)</b>
0.21	0.24	0.30

### **Criterios de diseño Estructural**

-Los badenes son diseñados como losas de concreto armado de espesor confinados con uñas de profundidad variable, de acuerdo a las profundidades de socavación.

-El concreto tendrá una resistencia a la compresión de  $f'c=280$  Kg/cm<sup>2</sup> y el acero de refuerzo  $f_y=4200$  Kg/cm<sup>2</sup>.

-Las losas deben ser diseñadas considerando las cargas de un camión HL-93, según indica el manual de diseño de puentes.

-Las juntas de dilatación ubicadas entre paño y paño e las losas, tendrá un sello elastomérico de 1.5x1.5cm en la cara superior y tendrá dowells de diámetro  $\frac{3}{4}$ " cada 0.45m.

## CAPÍTULO III: EXPEDIENTE TÉCNICO

### 3.1. Memoria Descriptiva

#### 3.1.1. Introducción

Buscando la solución a los problemas sociales y económicos de la provincia de Yauyos, departamento de Lima, y en particular tratando de incrementar la calidad de vida de los distritos que están dentro del área de influencia de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, así como para restablecer la comunicación entre el campo y la ciudad.

El Gobierno Central ha adoptado políticas con objetivos a corto, mediano y largo plazo, siendo una de ellas el incrementar la inversión prioritaria en la Rehabilitación de la Infraestructura nacional de transporte, que haga posible la reactivación económica.

#### 3.1.2. Objetivos del proyecto

El objetivo principal del Proyecto es el de rehabilitar y/o mejorar las condiciones actuales de transitabilidad de la carretera Cañete Yauyos –Huancayo, Km 167+400 al Km 167+700 de manera que el tránsito de pasajeros y carga sea por una vía en mejor estado dando mayor comodidad a los pasajeros y minimizando los tiempos de recorrido.

#### 3.1.3. Ubicación

El tramo vial en estudio se encuentra ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Yauyos y políticamente pertenece al Distrito de Alis. En relación a la ciudad de Yauyos, el tramo se ubica hacia la parte Nor - Este de la misma. Altitudinalmente se ubica entre los 3300 a 3400 msnm., dentro de la Región Andina, y mostrando un relieve general correspondiente a las características orográficas que presenta la Cordillera de los Andes en su margen occidental.

El acceso vial hasta la zona de estudio es recorriendo desde Lima la carretera Panamericana Sur hasta el Kilómetro 143 en la ciudad de San Vicente de Cañete, vía asfaltada; luego se toma la vía RN024 a la izquierda de la Panamericana Sur, que va hacia Nuevo Imperial, llegando a Lunahuana. En la progresiva Km 48 aproximadamente, la vía ya no está asfaltada solamente afirmada. Siguiendo esta vía se encuentra en la progresiva Km 128+805 la localidad de Magdalena, y entrando por el desvío de la izquierda a 8.5 Km aproximadamente la ciudad de Yauyos. Siguiendo la ruta RN024 hasta la progresiva Km 156+105 se llega a la localidad de Llapay, siguiendo la ruta



RN024 hasta la progresiva Km 161+805 se encuentra el poblado de Tinco Alis, siguiendo el desvío a la derecha por la ruta RN024 se llega al distrito de Alis Km 164+905. Desde la Panamericana Sur, el tiempo de viaje hasta el distrito de Alis es de aproximadamente 6 horas, en vehículo particular, se adjunta Cuadro de Distancias, Tiempos de Viaje y Estado de las Vías de Acceso. También es posible acceder a la zona de estudio desde la ciudad de Huancayo, departamento de Junín, tomando la ruta RN024, el tiempo de viaje en vehículo particular es de 6 horas aproximadamente.

**Cuadro 3.1**

CUADRO DE DISTANCIAS, TIEMPOS DE VIAJE Y ESTADO DE LAS VIAS DE ACCESO						
Origen	Destino	Distancia(Km)	T de Viaje S. Particular (hrs)	T de Viaje S. Publico (hrs)	Tipo de Superficie	Estado de Conservación
Lima	Cañete	143	2	2	Asfalto	Bueno
Cañete	Lunahuana	42.5	0.5	0.5	Asfalto	Regular
Lunahuana	Magdalena	86.3	2.5	3.5	Afirmado	Regular
Magdalena	Alis	36.1	1	1.5	Afirmado	Malo
<b>Lima</b>	<b>Alis</b>	<b>307.9</b>	<b>6</b>	<b>7.5</b>		

### 3.1.4. Información Geográfica, Topográfica, Cartográfica y otros

#### Información Geográfica

Como se muestra en el Plano de Ubicación Anexo C (Plano U-01), la Carretera del Proyecto está ubicada en el departamento de Lima, Provincia de Yauyos, en el Distrito de Alis.

La cuadrícula (UTM) Universal Transversal de Mercator se desarrolla por el Norte desde 8'639,000 hasta 8'644,000 y por el Este desde 419,000 hasta 416,000.

#### Información Topográfica

La zona del proyecto presenta una topografía accidentada y se localiza a una altitud media de 3350 msnm.

La carretera se desarrolla en forma intercalada entre los flancos del río Alis, siguiendo un trazado a media ladera, En general el valle del río Alis, en donde se localiza el camino vecinal, tiene forma de "V".

Topográficamente la vía se desarrolla sobre un relieve accidentado, sobre las márgenes izquierda y derecha del río Alis, el talud de la ladera donde se desarrolla la vía presenta una inclinación de 75% y todas las laderas presentan abundante vegetación del tipo arbusto.

El alineamiento horizontal de la vía es bastante sinuoso y sigue la configuración topográfica, mediante curvas de radio circular, enlazadas por tangentes de longitud mínima.

El alineamiento vertical es también sinuoso y adaptado a la configuración topográfica, evitando en lo posible las zonas de roca y las zonas de corte cerrado, la pendiente promedio para todo el tramo es de 4.5%.

### **Información Cartográfica y Otras para el Estudio**

Del Instituto Geográfico Nacional (IGN), se ha obtenido el mapa correspondiente a la Hoja 25-L Yauyos, a escala 1/25,000.

En el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se ha recogido información de precipitaciones diarias y anuales en las estaciones de la zona.

### **Clasificación del Camino**

El camino en estudio es de carácter nacional y tiene el código RN024 dentro del sistema nacional de carreteras y se puede clasificar como trocha carrozable.

### **Transito**

Durante los trabajos topográficos, y en base a los reconocimientos efectuados, se ha determinado que en el tramo vial en estudio el tráfico actual no supera el IMD de 21 vehículos/día, por lo que desde ya se considera a este camino como de Bajo Transito.

Los pocos vehículos observados en este camino corresponden casi equitativamente a vehículos livianos (camionetas simples y doble tracción) y a camiones pesados, estos últimos correspondientes al transporte de carga.

### **Pavimentos**

De acuerdo al reconocimiento efectuado todo el camino se encuentran a nivel de trocha en regular estado.

### **Obras de Arte y Drenaje Existentes**

En la progresiva Km 167+660 existe un pontón de madera, en buen estado de conservación, con una luz de 7.0 m, presenta estribos de concreto en buen estado, apoyados en roca fija. Su estado de conservación es bueno y puede seguir prestando su servicio sin limitaciones, como cambio del trazo de la carretera, el nuevo eje de la vía está ubicado 4m aguas abajo por lo que será reemplazado por un pontón de concreto.

En la progresiva Km 167+700 se encuentra ubicada una cuenca al lado derecho del camino en estudio, para el cual se ha proyectado un badén que permitirá evacuar aguas pluviales de una extensión aproximada de 16.147Km<sup>2</sup>.

El material del cauce está formado por material aluvial cubierto por una densa capa vegetal, que estabiliza la ladera, el relieve topográfico tiene una pendiente aproximada de 17% el régimen de la escorrentía se considera moderado.

Además de lo anterior se ha localizado un canal de riego de 0.50x0.70m en estado regular que está al lado izquierdo de la vía desde las progresivas Km 167+400 a Km 167+640.

En el camino en estudio se han localizado en ciertos tramos indicios de cuneta al pie de los taludes de corte, las que en la práctica están totalmente colmatadas.

Con el fin de preservar la vía, se ha diseñado un conveniente sistema de drenaje, el cual deberá estar constituido principalmente por la construcción total de cunetas a lo largo de la vía, así como por alcantarillas de desfogue, aparte de un conveniente bombeo de la calzada.

La falta de cunetas y alcantarillas de alivio o desfogue, provocan que el agua pluvial, discurra por la calzada, arrastrando el material de lastre en las zonas de pendiente pronunciada, así como su estancamiento en las zonas planas provocando la aparición de baches y ahuellamiento en la calzada, todo esto está siendo superado con el diseño de un nuevo y eficiente sistema de drenaje, así como con la modificación en los tramos críticos de la pendiente del camino.

### **3.1.5 Estado actual de la carretera**

#### **Ruta de la Carretera**

El tramo vial en estudio se inicia a la altura de la progresiva Km 167+400 a Km 167+700 de la Carretera Nacional RN024 (Cañete –Yauyos - Huancayo).

#### **Centros Poblados**

El tramo vial RN024 (Cañete-Yauyos-Huancayo), en el sector de estudio, no cruza ningún centro poblado, los centro poblado más cercanos son Alis y Tomas. La población urbana del distrito de Alis es de aproximadamente 668 habitantes.

#### **Puntos Críticos**

A lo largo de la vía existen puntos críticos como zonas estrechas, en la progresiva Km 167+ 550 , y en la progresiva Km 167+700 por la activación de la quebrada en épocas del lluvia, para todos estos puntos se propone la ampliación de la plataforma y la construcción de un badén, y la consideración de no afectación de terrenos agrícolas adyacentes.

### 3.1.6 Consideraciones Económicas

#### Beneficiarios

Por las características del proyecto, el principal beneficiario del mejoramiento y ampliación corresponde a los usuarios directos de la carretera, al operar sus vehículos en una vía con mejores condiciones de transitabilidad, originando menores costos de operación, en relación a la vía en actuales condiciones.

Otros beneficios se derivan de la disminución de tiempos de viaje de los pasajeros y carga, en este último caso especialmente de productos predecibles.

Por tanto, los principales beneficios considerados corresponden a la reducción de costos de operación vehicular, del tráfico existente como el generado y reducción de costos de viaje de los usuarios.

El mejoramiento y ampliación de la vía permitirá una adecuada movilización de personas y productos, agropecuarios a centros de servicios, para mejorar su nivel de empleo, ingresos y en general el nivel de vida de la población.

### 3.1.7 Obras y trabajos programados

El estudio está orientado a la estimación del caudal de diseño, para un periodo de retorno dado, de las obras de drenaje proyectadas; es decir, las condiciones extremas del aporte pluviométrico y su repercusión como escorrentía superficial en las áreas de drenaje de los cauces que cruzan la vía dentro del tramo en consideración.

En este informe se presenta el estudio hidrológico de las quebradas más importantes de los tramos en estudio.

Según la evaluación de campo se han proyectado las siguientes obras de drenaje.

**Cuadro 3.2**  
**Obras de drenaje**

Nº	Ubicación	Tipo de obra	Estructura
1	Km 167+660	Pontón	Concreto
2	Km 167+700	Badén	Concreto
3	Km167+400 al Km167+640	Canal riego	concreto
4	Km167+667 al Km167+700	Cuneta	Concreto

### 3.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas que se detallan en el anexo C-1 corresponden a las partidas involucradas en las obras de drenaje.

### 3.3 Metrados

Cuantifica las diferentes actividades de una obra en partidas, las que multiplicadas por el respectivo costo unitario, y posteriormente acumuladas dan como resultado el Costo Directo de la Obra.

En el presente estudio que abarca el diseño de estructuras hidráulicas de la carretera se consideran los metrados correspondientes a la construcción de cunetas, pontón, badén, y reubicación del canal de riego.

En el anexo C-2 se muestra los metrados de las obras de drenaje, en el siguiente cuadro se muestra el resumen de los metrados.

**Cuadro 3.3**

**RESUMEN DE METRADO**

Presupuesto **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO KM 167+400 AL KM167+700**  
 Subpresupuesto **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**  
 Cliente **MTC-PROVIAS NACIONAL**  
 Lugar **LIMA - YAUYOS -ALIS**

Partida	Descripción	Und.	METRADO
1.00.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01.00	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600
2.00.00	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
02.01.00	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	357.13
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	451.19
02.03.00	ACERO FY=4200Kg/cm2	kg	5983.7
02.04.00	CONCRETO FC=175 KG/CM2 + 30% PM	m3	37.28
02.05.00	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	110.4
02.06.00	CONCRETO F'C=280 Kg/cm2	m3	79
02.07.00	CUNETAS REVESTIDAS	ml	94
02.08.00	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2	64
02.09.00	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	49.46
02.10.00	JUNTAS ELASTOMERICAS DE DILATACION EN LOSAS Y BADENES	ml	66.5
02.11.00	SOLADO E= 10cm	m2	154

### 3.4 Presupuesto de Obra

Indica el monto total de inversión calculado en base a los metrados y al análisis de costos unitarios.

**Cuadro 3.4  
PRESUPUESTO DE OBRA**

Presupuesto **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO KM 167+400 AL KM167+700**  
Subpresupuesto **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**  
Cliente **MTC-PROVIAS NACIONAL**  
Lugar **LIMA - YAUYOS - ALIS**

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	P Unitario	Parcial S/.
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1	TRAZO Y REPLANTEO	m2	600	1.168	700.80
	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				
2	<b>CUNETA</b>				
	EXCAVACION DE CUNETAS	m3	23.5	9.4118	221.18
	CONFORMACION CUNETA	m	94	54.5503	5,127.73
3	<b>CANAL RIEGO</b>				
	EXCAVACION PARA CANAL	m3	216	9.4118	2,032.95
	CONCRETO F' C=175 Kg/cm2	m3	110.4	257.3731	28,413.99
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	336	43.6503	14,666.50
4	<b>PONTON</b>				
	<b>ESTRIBOS</b>				
	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m3	38.28	9.4118	360.28
	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	49.46	12.379	612.27
	CONCRETO FC=175 KG/CM2 + 30% PM	m3	37.28	267.5731	9,975.13
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	46.8	43.6503	2,042.83
	<b>LOSA</b>				
	ACERO FY=4200Kg/cm2	kg	3389.98	4.3427	14,721.67
	CONCRETO F' C=280 Kg/cm2	m3	22.75	286.7068	6,522.58
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	14.79	43.6503	645.59
5	<b>BADEN</b>				
	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m3	79.35	9.4118	746.83
	SOLADO E=0.10m(F'c=100Kg/cm2)	m3	15.4	195.22	3,006.39
	ACERO FY=4200Kg/cm2	Kg	2593.72	4.3427	11,263.75
	CONCRETO F' C=280 Kg/cm2	m3	56.25	286.7068	16,127.26
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.6	43.6503	2,339.66
	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2	64	97.8843	6,264.60
	JUNTAS ELASTOMERICAS DE DILATACION EN LOSAS Y BADENES	m	66.5	39.824	2,648.30
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>128,440.25</b>
	<b>GASTOS GENERALES 16%</b>				<b>20,550.44</b>
	<b>UTILIDAD 10%</b>				<b>12,844.03</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>161,834.72</b>
	<b>IMPUESTO IG V 19%</b>				<b>30,748.60</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>192,583.32</b>

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS – HUANCAYO  
DEL KM. 167+400 AL KM.167+700  
ESTUDIO DEL SISTEMA DE DRENAJE

Pomecaje Rodríguez, Miguel

### 3.4.1. Análisis de costos unitarios

El análisis de precios unitarios para las partidas se muestra en el anexo C-3

### 3.5 Relación de Equipo Mínimo

Es el listado de equipos que como mínimo deben ubicarse en la obra para la realización y correcta ejecución de la construcción del tramo de carretera. El listado de equipo mínimo para el proyecto de acuerdo a los requerimientos de tiempo de uso de las maquinas se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 3.5**

**RELACION DE EQUIPO MINIMO**

Obra: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM 167+700**

Código	EQUIPOS	Cantidad
0349040008	RETROESCAVADORA S/LLANTAS 80-110HP.	1.00
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	1.00
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	1.00
0349190001	TEODOLITO	1.00
0349190003	NIVEL	1.00
0349270005	GRUPO ELECTROGENO 116HP-75KW	1.00
0349030001	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	1.00

### 3.6 Cronograma de Desembolsos Mensuales

De acuerdo al cronograma de obra obtenido a partir de la programación de las actividades del proyecto, se necesita también programar los plazos en los cuales se deben realizar los desembolsos correspondientes a los pagos de obra. En el cuadro 3.6 se muestra el detalle de los desembolsos para todas las partidas en función de las duraciones de estas.

### Cuadro 3.6

## CRONOGRAMA DE DESEMBOLO MENSUAL

Presupuesto **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO KM 167+400 AL KM167+700**  
 Subpresupuesto **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**  
 Cliente **MTC-PROVIAS NACIONAL**  
 Lugar **LIMA - YAUYOS - ALIS**

Item	Descripción	Und.	Parcial Sl.	MES 1	MES 2
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1	TRAZO Y REPLANTEO	m2	700.80	700.80	
	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				
2	<b>CONFORMACION CUNETAS</b>				
	EXCAVACION DE CUNETAS	m3	221.18	221.18	
	CONFORMACION CUNETAS	ml	5,127.73		5,127.73
3	<b>CANAL RIEGO</b>				
	EXCAVACION PARA CANAL	m3	2,032.95	2,032.95	
	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	28,413.99	28,413.99	
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	14,666.50	14,666.50	
4	<b>PONTON</b>				
	<b>ESTRIBOS</b>				
	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m3	360.28	360.28	
	RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	612.27	612.27	
	CONCRETO FC=175 KG/CM2 + 30% PM	m3	9,975.13	9,975.13	
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,042.83	2,042.83	
	<b>LOSA</b>				
	ACERO FY=4200Kg/cm2	kg	14,721.67		14,721.67
	CONCRETO F'C=280 Kg/cm2	m3	6,522.58		6,522.58
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	645.59		645.59
5	<b>BADEN</b>				
	EXCAVACION DE ESTRUCTURAS	m3	746.83		746.83
	SOLADO E=0.10m(F'c=100Kg/cm2)	m3	3,006.39		3,006.39
	ACERO FY=4200Kg/cm2	Kg	11,263.75		11,263.75
	CONCRETO F'C=175 Kg/cm2	m3	16,127.26		16,127.26
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,339.66		2,339.66
	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m2	6,264.60		6,264.60
	JUNTAS ELASTOMERICAS DE DILATACION EN LOSAS Y BADENES	m	2,648.30		2,648.30
	<b>COSTO DIRECTO</b>		128,440.25	59,025.93	69,414.33
	<b>GASTOS GENERALES 16%</b>		20,550.44	9,444.15	11,106.29
	<b>UTILIDAD 10%</b>		12,844.03	5,902.59	6,941.43
	<b>SUB TOTAL</b>		161,834.72	74,372.67	87,462.05
	<b>IMPUESTO IGV 19%</b>		30,748.60	14,130.81	16,617.79
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		192,583.32	88,503.47	104,079.84



### **3.7 Cronograma de Ejecución de Obra**

El cronograma de obra ha sido elaborado con periodos de duración aproximados para cada partida puede observar el cronograma en el anexo C-4

### **3.8 Planos de Obras**

U-01 Plano Ubicación

H-01 Plano Ubicación Estaciones Pluviométricos

H-02 Plano Hidrología

C-01 Plano Cuneta

B-01 Plano Badén

P-01 Plano Pontón

## CONCLUSIONES

- La elaboración del perfil del proyecto es una base para diseñar y organizar el proyecto a futuro, facilita los trabajos de pre factibilidad y estudios posteriores.
- La elección de un horizonte de evaluación de 10 años no es conveniente en todos los casos por eso para el estudio del perfil se analizó para un horizonte de 20 años, a nivel de carpeta asfáltica pues el proyecto sigue generando beneficios después del décimo año.
- La solución a la problemática de la zona del proyecto no termina con el mejoramiento de las condiciones geométricas, con la construcción de obras de drenaje o con el mejoramiento de la superficie de rodadura, es importante que esta mejora tiene que estar unida a un riguroso programa de mantenimiento que asegura la serviciabilidad de la vía.
- La problemática nacional es tener una red pluviométrica deficiente y la información pluviográfica nula, lo que no permite caracterizar adecuadamente el comportamiento de las tormentas y su influencia en cuencas pequeñas.
- Las normas de diseño de carreteras solo establecen dimensiones mínimas de cunetas y están generalizadas para todo el país, por esto es importante realizar una verificación de la capacidad de conducción de la estructura de acuerdo con el diseño geométrico y el entorno de la zona.
- El badén diseñado tiene una transición a la entrada y salida de la estructura que sirven de protección contra la erosión y la falla de la estructura y permiten que el flujo se establezca cuando atraviesa el badén.

## RECOMENDACIONES

-Para un estudio hidrológico de carreteras es necesario conocer y caracterizar todos los puntos de cruce y las laderas que drenan hacia la vía por más insignificantes que aparezcan.

-Una característica importante en el análisis hidrológico es el conocimiento de la cobertura del suelo. Esto se logra utilizando imágenes de satélite que pueden ser adquiridas con resolución adecuada y de manera libre, de esta forma es posible determinar el índice de vegetación de la zona y poder relacionarlos a los números de curva o factores de cobertura de suelos con mayor precisión

-Se sugiere un programa de mantenimiento periódico y/o después de cada evento extraordinario (meses Diciembre-Marzo), con inspecciones realizadas por personal calificado y entrenado, y debe asegurar la reapertura del tránsito de manera inmediata.

- Como las mayores precipitaciones se producen entre los meses de Diciembre a Abril, se recomienda que la construcción del badén se efectúe entre los meses de Mayo a Noviembre.

## BIBLIOGRAFÍA

CHOW VEN TE, MAIDMENT DAVID R y MAYS LARRY W; Hidrología Aplicada; Mc Graw Hill, Colombia, 1994.

CONSULTORA E INMOBILIARIA VOLCAN S.A; Estudios Definitivos para la Rehabilitación del Camino Rural Emp. RN022 (Llapay) – Laraos MTC-PROVIAS RURAL -IVP YAUYOS-JBIC; Lima, 2004.

CONSULTORA SUCONO ING. CIVIL S.A.C. Estudio Definitivos para la rehabilitación del Camino Rural Leonpampa–Jacas Grande-Carhuapata. Tramo II; MTC-PTOVIAS RURAL; Lima, 2004.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES; Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000); Lima, 2000.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES; Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito; Lima, 2008

VILLON BÉJAR, MÁXIMO; Hidrología Estadística; Tercera edición; Editorial Villon; Lima-Perú, 2005.

YACA ALEGRE, CRISTIAN YOSHINORI; Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cocachacra - Matucana del Km61+000 al Km 64+00, Estudio de Hidrología e Hidráulica para el drenaje pluvial de la carretera; Lima-Perú 2006.

# **ANEXOS**

## **ANEXO A**

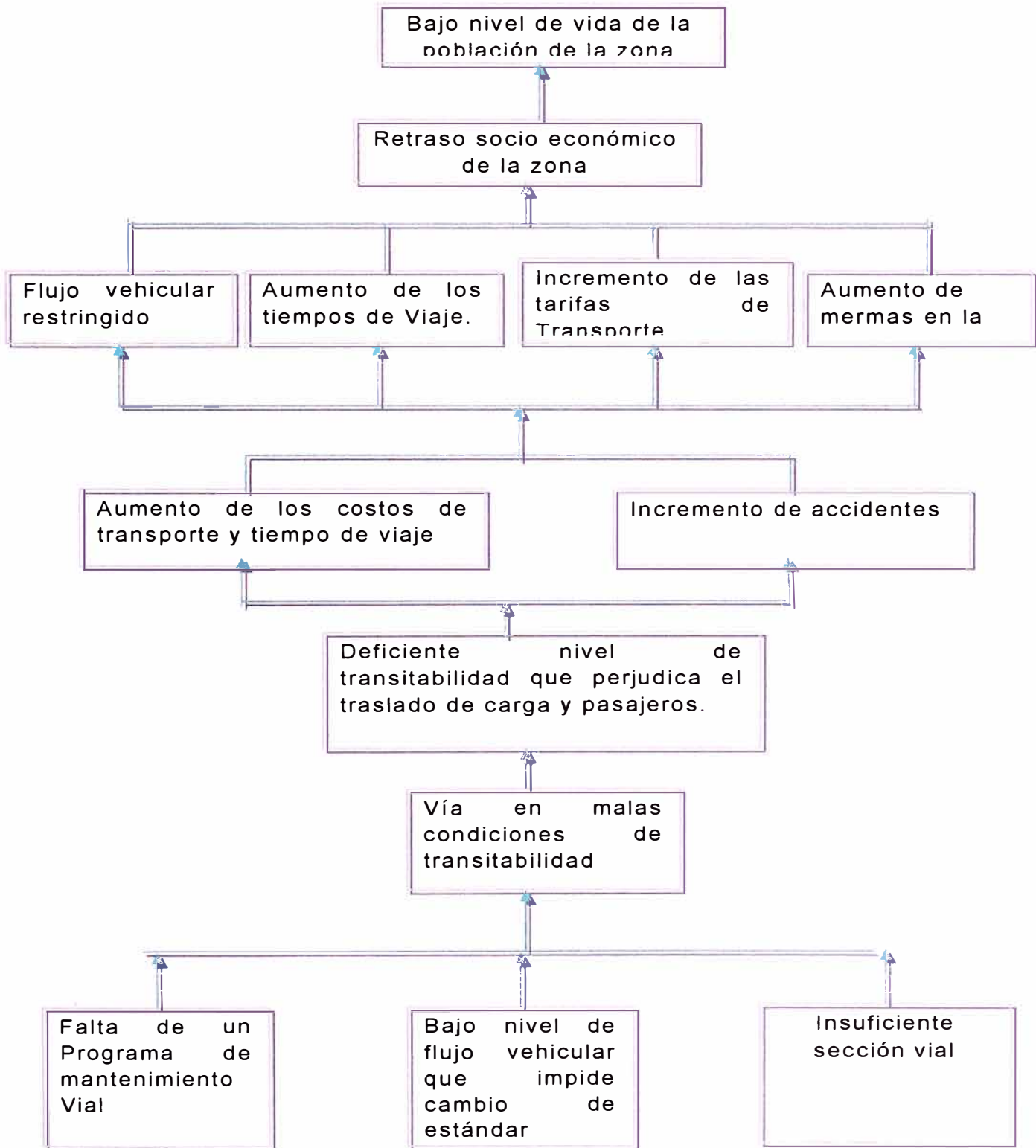
## ANEXO A-1

### ÁREA DE LOS DISTRITOS DE LAS PROVINCIAS DE INFLUENCIA

Distrito	Área (km2)	Distrito	Área (km2)
<b>Provincia de Cañete</b>		<b>Provincia de Concepción</b>	
Pacarán	258.72	Chambara	103.27
Zuñiga	198.01	San José de Quero	317.00
<b>Total de la Provincia</b>	<b>4,580.64</b>	<b>Total de la Provincia</b>	<b>3,067.52</b>
<b>Provincia de Yauyos</b>		<b>Provincia de Chupaca</b>	
Yauyos	327.17	Ahuac	72.04
Alis	142.06	Chupaca	21.91
Ayauca	438.79	<b>Total de la Provincia</b>	<b>1,153.05</b>
Carania	122.13		
Catahuasi	123.86	<b>Provincia de Huancayo</b>	
Colonia	323.96	Cullhuas	108.01
Huantán	516.35	<b>Total de la Provincia</b>	<b>3,558.10</b>
Laraos	403.76		
Putinza	66.44		
Tomas	299.27		
<b>Total de la Provincia</b>	<b>6,901.58</b>		

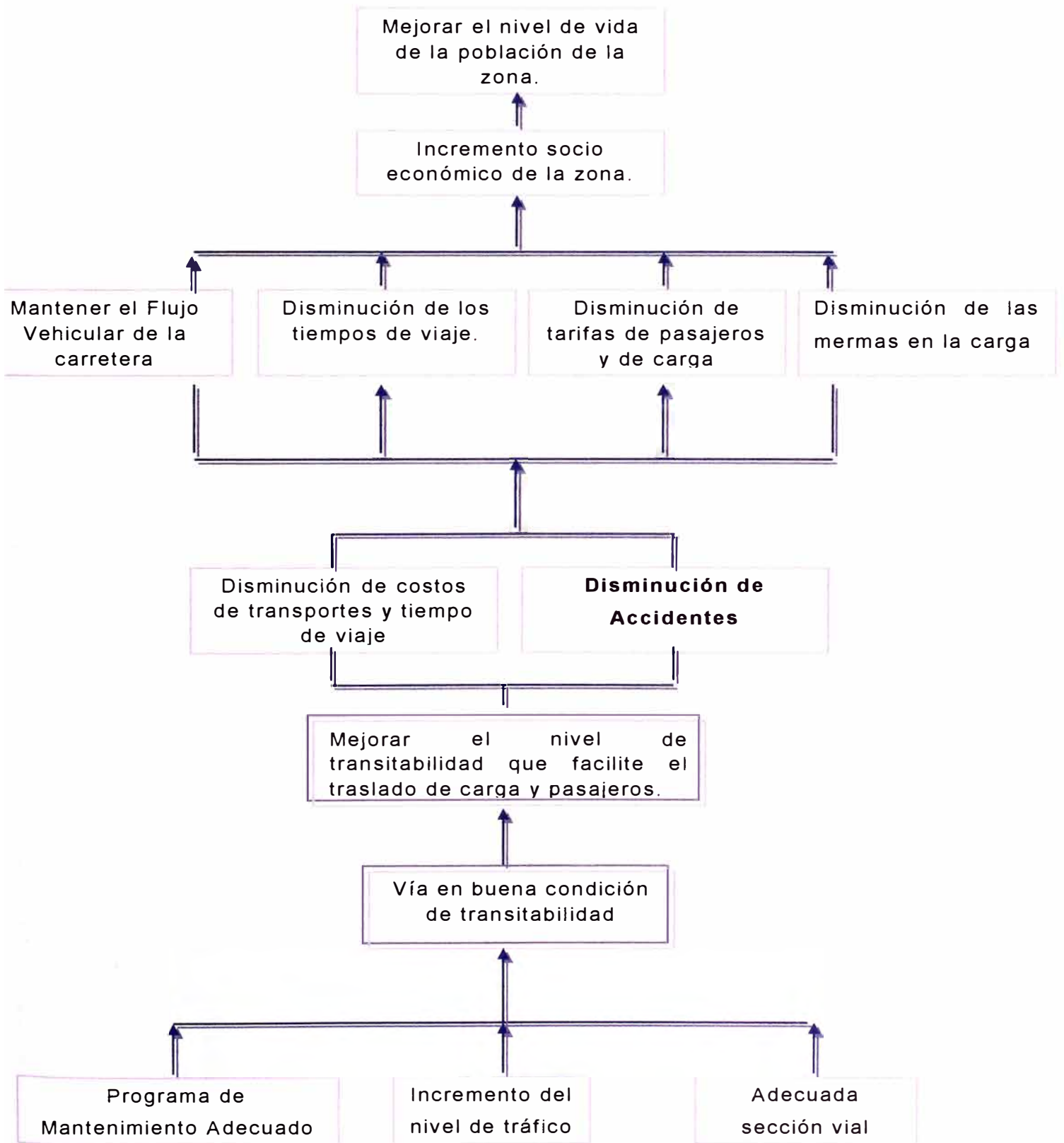
## ANEXO A-2

### ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS





## ARBOL DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO A-3 DEMANDA ACTUAL POR TRAMOS

### TRAMO I (Lunahuana-Pacarán)

Sentido	Auto	Cam.	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión				Semitraylers				Total
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	
Lunahuana - Pacarán	42	28	55	3	11	0	9	12	1	0	0	0	0	1	162
Pacarán - Lunahuana	39	26	55	4	9	0	10	14	1	0	1	1	0	1	161
<b>Ambas</b>	<b>81</b>	<b>54</b>	<b>110</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>323</b>
%	25.1	16.7	34.1	2.167	6.19	0	5.88	8.05	0.62	0.00	0.31	0.31	0.00	0.62	100

### TRAMO II (Pacarán-Zúñiga)

Sentido	Auto	Cam.	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión				Semitraylers			Total
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	>=3S3	
Pacarán - Zúñiga	27	21	47	4	9	0	14	6	1	0	1	1	1	132
Zúñiga - Pacarán	30.0	20	47	4	9	0	13	6	2	0	1	1	1	134
<b>Ambos</b>	<b>57</b>	<b>41</b>	<b>94</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>266</b>
%	21.4	15.4	35.3	3.0	6.8	0.0	10.2	4.5	1.1	0.0	0.8	0.8	0.8	100.0

### TRAMO III (Zúñiga-Div-Yauyos)

Sentido	Auto	Cam.	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión				Semitraylers			Total
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	>=3S3	
Zúñiga - Div. Yauyos	0	4	1	0	7	0	2	2	3	0	1	0	0	20
Div. Yauyos - Zúñiga	1	3	0	0	6	0	2	1	2	0	0	0	0	15
<b>Ambos</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35</b>
%	2.9	20.0	2.9	0.0	37.1	0.0	11.4	8.6	14.3	0.0	2.9	0.0	0.0	100.0

### TRAMO IV (Div.Yauyos-Ronchas)

Sentido	Auto	Cam.	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión				Semitraylers			Total
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	>=3S3	
Div.Yauyos - Ronchas	3	4	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	11
Ronchas -Div. Yauyos	3	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10
<b>Ambos</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>
%	28.6	42.9	4.8	0.0	9.5	0.0	9.5	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0

### TRAMO V (Ronchas- Chupaca)

Sentido	Auto	Cam.	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión				Semitraylers				Total
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	2S2	2S3	3S1	>=3S3	
Ronchas - Chupaca	123	11	8	0	3	0	9	3	1	0	0	3	1	17	136
Chupaca - Ronchas	118	10	5	0	2	0	10	2	1	1	1	3	1	11	165
<b>Ambos</b>	<b>241</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>344</b>
%	70.1	6.1	3.8	0	1.45	0	5.52	1.45	0.58	0.29	0.29	1.74	0.58	8.14	100

## ANEXO A-4

### PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA POR TRAMOS Y ALTERNATIVAS.

Rubro	TRAMO I			TRAMO II			TRAMO III			TRAMO IV			TRAMO V		
	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.1	Alt.2	Alt.3
<b>COSTO DIRECTO DE OBRA</b>	10,082,535.38	10,754,704.40	10,754,704.40	3,347,401.75	3,570,561.86	4,463,202.33	58,559,365.47	62,463,323.17	78,079,153.97	108,996,240.45	116,262,656.48	145,328,320.60	14,290,851.21	14,290,851.21	17,863,564.01
Gastos Generales (7%)	705,777.48	752,829.31	752,829.31	234,318.12	249,939.33	312,424.16	4,099,155.58	4,372,432.62	5,465,540.78	7,629,736.83	8,138,385.95	10,172,982.44	1,000,359.58	1,000,359.58	1,250,449.48
Utilidad (8%)	806,602.83	860,376.35	860,376.35	267,792.14	285,644.95	357,056.19	4,684,749.24	4,997,065.85	6,246,332.32	8,719,699.24	9,301,012.52	11,626,265.65	1,143,268.10	1,143,268.10	1,429,085.12
Sub-total	11,594,915.68	12,367,910.06	12,367,910.06	3,849,512.01	4,106,146.14	5,132,682.68	67,343,270.30	71,832,821.65	89,791,027.06	125,345,676.52	133,702,054.95	167,127,568.69	16,434,478.89	16,434,478.89	20,543,098.62
IGV (19%)	2,203,033.98	2,349,902.91	2,349,902.91	731,407.28	780,167.77	975,209.71	12,795,221.36	13,648,236.11	17,060,295.14	23,815,678.54	25,403,390.44	31,754,238.05	3,122,550.99	3,122,550.99	3,903,188.74
<b>COSTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>13,797,949.66</b>	<b>14,717,812.98</b>	<b>14,717,812.98</b>	<b>4,580,919.29</b>	<b>4,886,313.91</b>	<b>6,107,892.38</b>	<b>80,138,491.65</b>	<b>85,481,057.76</b>	<b>106,851,322.20</b>	<b>149,161,355.05</b>	<b>159,105,445.39</b>	<b>198,881,806.74</b>	<b>19,557,029.88</b>	<b>19,557,029.88</b>	<b>24,446,287.35</b>
<b>INTANGIBLES</b>															
Supervisión (2.5% CT)	344,948.74	367,945.32	367,945.32	114,522.98	122,157.85	152,697.31	2,003,462.29	2,137,026.44	2,671,283.06	3,729,033.88	3,977,636.13	4,972,045.17	488,925.75	488,925.75	611,157.18
Expediente Técnico (3.27% CT)	451,192.95	481,272.48	481,272.48	149,796.06	159,782.46	199,728.08	2,620,528.68	2,795,230.59	3,494,038.24	4,877,576.31	5,202,748.06	6,503,435.08	639,514.88	639,514.88	799,393.60
Administración (2.5%)	344,948.74	367,945.32	367,945.32	114,522.98	122,157.85	152,697.31	2,003,462.29	2,137,026.44	2,671,283.06	3,729,033.88	3,977,636.13	4,972,045.17	488,925.75	488,925.75	611,157.18
Imprevistos (8.56% CT)	1,181,104.49	1,259,844.79	1,259,844.79	392,126.69	418,268.47	522,835.59	6,859,854.89	7,317,178.54	9,146,473.18	12,768,211.99	13,619,426.13	17,024,282.66	1,674,081.76	1,674,081.76	2,092,602.20
Sub-total	2,322,194.93	2,477,007.92	2,477,007.92	770,968.72	822,366.63	1,027,958.29	13,487,308.14	14,386,462.02	17,983,077.53	25,103,856.06	26,777,446.46	33,471,808.07	3,291,448.13	3,291,448.13	4,114,310.16
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>16,120,144.59</b>	<b>17,194,820.90</b>	<b>17,194,820.90</b>	<b>5,351,888.00</b>	<b>5,708,680.54</b>	<b>7,135,850.67</b>	<b>93,625,799.80</b>	<b>99,867,519.78</b>	<b>124,834,399.73</b>	<b>174,265,211.11</b>	<b>185,882,891.85</b>	<b>232,363,614.81</b>	<b>22,848,478.01</b>	<b>22,848,478.01</b>	<b>28,560,597.51</b>

## **ANEXO B**

## ANEXO B-1

### ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA YAURICOCHA

#### PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

m	Yauricocha	Xe <sub>i</sub>	Fo(X <sub>m</sub> )	LOGNORMAL		GUMBEL		LOG PEARSON III	
				F(X <sub>m</sub> )	!Fo(X <sub>m</sub> )-F(X <sub>m</sub> )!	F(X <sub>m</sub> )	!Fo(X <sub>m</sub> )-F(X <sub>m</sub> )!	F(x <sub>m</sub> )	!Fo(X <sub>m</sub> )-F(X <sub>m</sub> )!
1	37.6	60.4	0.9565	0.9862	0.030	0.9650	0.0085	0.9688	0.0122
2	28.8	58.6	0.9130	0.9829	0.070	0.9589	0.0458	0.9596	0.0466
3	26.1	41.3	0.8696	0.8672	0.002	0.8142	0.0554	0.8395	0.0301
4	30.8	40.5	0.8261	0.8547	0.029	0.8015	0.0246	0.8395	0.0134
5	24	37.6	0.7826	0.8006	0.018	0.7492	0.0334	0.8049	0.0222
6	21.5	30.8	0.7391	0.6070	0.132	0.5833	0.1559	0.6054	0.1337
7	40.5	30.4	0.6957	0.5925	0.103	0.5716	0.1240	0.6054	0.0902
8	21.8	29	0.6522	0.5393	0.113	0.5294	0.1228	0.5748	0.0774
9	20.2	28.8	0.6087	0.5315	0.077	0.5232	0.0855	0.5432	0.0655
10	16.6	28.2	0.5652	0.5074	0.058	0.5043	0.0609	0.5432	0.0221
11	28.2	27.6	0.5217	0.4828	0.039	0.4852	0.0366	0.5107	0.0110
12	27.6	26.2	0.4783	0.4237	0.055	0.4393	0.0389	0.4440	0.0343
13	24.4	26.1	0.4348	0.4194	0.015	0.4360	0.0012	0.4440	0.0092
14	58.6	25.8	0.3913	0.4065	0.015	0.4260	0.0347	0.4101	0.0188
15	20.6	24.4	0.3478	0.3458	0.002	0.3790	0.0311	0.3763	0.0285
16	25.8	24	0.3043	0.3285	0.024	0.3655	0.0611	0.3427	0.0384
17	60.4	21.8	0.2609	0.2358	0.025	0.2917	0.0309	0.2462	0.0147
18	41.3	21.5	0.2174	0.2237	0.006	0.2819	0.0645	0.2163	0.0011
19	30.4	20.6	0.1739	0.1888	0.015	0.2527	0.0788	0.1880	0.0141
20	26.2	20.2	0.1304	0.1740	0.044	0.2400	0.1096	0.1614	0.0310
21	29	16.6	0.0870	0.0666	0.020	0.1373	0.0503	0.0379	0.0491
22	15.4	15.4	0.0435	0.0430	0.000	0.1089	0.0654	0.0157	0.0278
				max	0.132	max	0.156	max	0.134

Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III	Kolmogorov
Δmax	Δmax	Δmax	Δmax	Δo
0.205	0.132	0.156	0.134	0.2844

## ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA YAURICOCHA

### ERROR CUADRÁTICO MÍNIMO

m	Yauricocha	Xe <sub>i</sub>	Normal		Log Normal		Gumbel		Log Pearson III	
			X <sub>oi</sub>	(X <sub>e</sub> -X <sub>o</sub> ) <sup>2</sup>	X <sub>oi</sub>	(X <sub>e</sub> -X <sub>o</sub> ) <sup>2</sup>	X <sub>oi</sub>	(X <sub>e</sub> -X <sub>o</sub> ) <sup>2</sup>	X <sub>oi</sub>	(X <sub>e</sub> -X <sub>o</sub> ) <sup>2</sup>
1	15.9	60.4	49.86	111.18	50.88	90.60	57.98	5.86	55.74	21.72
2	14.9	58.6	45.73	165.53	45.01	184.76	50.18	70.91	44.42	200.98
3	17.1	41.3	42.98	2.81	41.46	0.03	45.50	17.66	41.97	0.45
4	16.7	40.5	40.80	0.09	38.87	2.67	42.10	2.55	38.55	3.81
5	12.8	37.6	38.96	1.84	36.79	0.66	39.38	3.18	36.42	1.38
6	12	30.8	37.31	42.41	35.03	17.89	37.10	39.71	35.40	21.20
7	31.7	30.4	35.80	29.21	33.49	9.56	35.11	22.19	32.52	4.48
8	23.3	29	34.39	29.06	32.11	9.68	33.33	18.73	31.07	4.30
9	18.1	28.8	33.04	17.98	30.85	4.19	31.70	8.40	29.86	1.13
10	25.2	28.2	31.73	12.48	29.67	2.16	30.18	3.93	28.86	0.44
11	11.9	27.6	30.45	8.11	28.56	0.91	28.75	1.33	27.27	0.11
12	10.8	26.2	29.17	8.82	27.49	1.67	27.39	1.41	26.66	0.21
13	15.8	26.1	27.89	3.19	26.46	0.13	26.06	0.00	25.62	0.23
14	35.2	25.8	26.58	0.60	25.45	0.12	24.77	1.07	24.77	1.07
15	7.8	24.4	25.23	0.68	24.45	0.00	23.48	0.85	23.80	0.36
16	12.3	24	23.81	0.03	23.44	0.31	22.18	3.31	23.14	0.75
17	8.8	21.8	22.31	0.26	22.41	0.37	20.85	0.89	22.23	0.19
18	12.5	21.5	20.66	0.70	21.34	0.03	19.47	4.13	21.25	0.06
19	9.5	20.6	18.81	3.19	20.20	0.16	17.98	6.85	20.42	0.03
20	25	20.2	16.64	12.67	18.93	1.60	16.32	15.02	19.40	0.63
21	21.5	16.6	13.88	7.38	17.44	0.71	14.35	5.08	18.23	2.66
22	19.8	15.4	9.76	31.78	15.43	0.00	11.63	14.24	16.74	1.80
			Suma	490.02		328.22		247.33		268.00

Distribución	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
$\sum(X_e-X_o)^2$	490.02	328.22	247.33	268.00
$\sqrt{\sum(X_e-X_o)^2}$	22.136	18.117	15.727	16.371

## ANEXO B-2

### COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA SER USADOS EN EL METODO RACIONAL

Características de la Superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	20	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	<b>0.86</b>	0.9	0.95	1
Concreto/techo	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 70% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.4	0.42	<b>0.46</b>	0.49	0.53	0.6
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58

Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays

### ANEXO B-3

#### VALORES DE CN PARA TIERRAS AGRICOLAS NO CULTIVADAS

DESCRIPCION DE LA COBERTURA TIPO DE COBERTURA	CONDICION	GRUPOS DE SUELOS			
		A	B	C	D
Pastos naturales, puna ,pradera	Pobre	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	89
	Bueno	39	61	74	80
Pastos de praderas protegidos por los cortes	-----	30	58	71	78
Maleza, mala yerba	Pobre	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Bueno	40	48	65	73
Bosques pastos	Pobre	57	73	77	83
	Regular	43	65	77	77
	Bueno	32	58	65	73
Bosques	Pobre	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Bueno	30	55	70	77
Área urbana(Edificios, caminos lotes, etc)		59	74	82	86

Fuente Reyes Carrasco LV;1992 Hidrología Básica Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología(CONCYTEC),Lima Perú

GRUPO	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN mm/h	TIPO DE SUELO
A	7.6 – 11.5	Estratos de arena profundos
B	3.8 – 7.6	Arena – limosa
C	1.3 – 3.8	Limos arcillosos, arenas limosas poco profundas
D	0.0 – 1.3	Suelos expansibles en condiciones de humedad, arcillas de alta plasticidad

COBERTURA	A	B	C	D
Arenas irrigadas	65	75	85	90
Pastos	40	60	75	80
Cuencas forestadas	35	55	70	80
Cuencas desforestadas	45	65	80	85
Áreas pavimentadas	75	85	90	95

CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE	PRECIPITACIÓN ACUMULADA DE LOS 5 DÍAS PREVIOS AL EVENTO CONSIDERADO
I	0 – 3.60 cm.
II	3.60 – 5.30 cm.
III	Más de 5.30 cm.



## ANEXO B-4

### CÁLCULO CAUDAL POR EL MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR PARA LA CUENCA S-C1

<b><i>Datos de entrada</i></b>		
Long cauce=	7.247	km.
Cota max=	4700	m
Cota min=	3400	m
Superficie=	16.149	km <sup>2</sup>
P24 horas=	66.567	mm
Duración =	1.49	horas
Factor rugosidad=	0.4	
Grupo Hidrológico C	79	CN

<b><i>Cálculos</i></b>		
Pendiente=	0.1794	m/m
t conc=	89.3	minutos
t conc=	1.49	horas
tiempo retraso=	2.56	horas
tiempo punta=	3.78	horas
tiempo base=	10.09	horas
P=	33.223	mm
S=	67.52	
Precipitación Pe=	4.46	mm
Caudal Pico=	<b>3.96</b>	m <sup>3</sup> /seg.

## ANEXO B-5

### COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING

Material	Coefficiente Rugosidad (n)
Tubos de barro para drenaje p	0.014
Superficie de cemento pulido	0.012
Tuberías de concreto	0.015
Canales revestido con concreto	0.014
Superficie de mampostería con cemento	0.02
Acueductos semicirculares, metálicos, lisos	0.012
Acueductos semicirculares, metálicos corrugados	0.025
Tuberías de plástico corrugados ADS	0.012
Canales en tierra, alineados y uniformes	0.033
Canales en roca , lisos y uniformes	0.04
Canales en roca , con salientes sinuosos	0.028
Canales dragados en tierra	0.035
Canales con lecho pedregoso y bordos de tierra y taludes ásperos	0.033
Corrientes naturales limpias, bordos rectos, con algo de hierba y piedra	0.035
Corrientes naturales igual al anterior, pero menos profundas, con secciones pedregosas	0.055
Ríos con tramos lentos, cause deshierbado o con charcos profundos	0.07
Playas muy enyerbadas	0.125

## ANEXO B-6

### DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETETA

Datos	Sub Cuenca	
	S-C2	S-C3
Tr(años)=	20	20
Tc(min)=	10.767	13.984
Coef Escorr. Ladera=	0.46	0.46
Coef Escor Pavimento=	0.86	0.86
Área ladera(Km2)=	0.0153	0.0729
Área Pavimento(km2)=	0.00023	0.00059

#### RESULTADOS

Intensidad

$$I = \frac{10^{2.4244T^{0.2226}}}{t^{0.75}}$$

Sub Cuenca	I(mm/hr)
S-C 2	87.0847
S-C 3	71.5782

Caudal mediante el método Racional

$$Q = (1/36)CIA \quad m^3/s$$

Sub Cuenca	Cuneta		I(mm/hr)	LADERA			PAVIMENTO			Q (m3/s)
	de	a		A (km2)	C	Q (m3/s)	A (km2)	C	Q (m3/s)	
S-C 2	167+666	167+700	87.085	0.0153	0.46	0.017	0.0002	0.86	0.0005	0.0175
S-C 3	167+400	146+640	71.578	0.0729	0.46	0.067	0.0006	0.86	0.001	0.0676

De acuerdo al manual de Diseño para Carreteras de Bajo Volumen de Transito

#### Dimensiones mínimas

Región	Profundidad	Ancho
	(m)	(m)
Seca	0.2	0.5
Lluviosa	0.3	0.75
Muy lluviosa	0.3*	1.2

\*Sección trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m.

### CUNETA PROPUESTO

H total= 0.4 m  
 Borde libre= 0.1 m  
 S= 5.0% 4.50% Pendiente promedio de la carretera  
 n= 0.014  
 Z1= 1  
 Z2= 1

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

		S-C2	S-C3
<b>Rugosidad</b>	n =	0.014	0.014
<b>Hefectivo(m)</b>	h=	0.3	0.3
<b>Ancho(m)</b>	B=	0.8	0.8
<b>Espejo agua(m)</b>	T=	0.6	0.6
<b>Area (m2)</b>	A =	0.09	0.09
<b>Perímetro Mojado (m)</b>	P =	0.848	0.848
<b>Radio Hidráulico (m)</b>	R =	0.106	0.10607
<b>Pendiente (m/m)</b>	S =	5.00%	4.50%
<b>Velocidad (m/s)</b>	V =	3.578	3.395
<b>Caudal (m3/s)</b>	Qd =	<b>0.3221</b>	<b>0.3056</b>

Como se observa de los calculos los caudales de diseño son mayores que el caudal calculado

**Qd > Q**

Sub Cuenca	Cuneta		s	n	A(m)	H(m)	Q calculado (m3/s)	Q real (m3/s)
	de	a						
S-C 2	167+666	167+700	5.00%	0.01	0.8	0.4	<b>0.3221</b>	<b>0.0175</b>
S-C3	167+400	146+640	4.50%	0.01	0.8	0.4	<b>0.3056</b>	<b>0.0676</b>

## ANEXO B-7

### DIMENSIONAMIENTO DE BADEN TRAPEZOIDAL CON EL PROGRAMA K&BHIDRO

**Datos entrada:**

Longitud mínima de la base para secciones trapezoidales =10.0m

Pendiente longitudinal ingreso salida =5%

Pendiente transversal badén=2%

Altura =0.45m

Caudal de diseño=3.96m<sup>3</sup>/s

Long total =28m

Coefficiente de rugosidad de Maning n=0.015

KIBHIF30
DISEÑO DE CANALES

Proyectos  
 Codigo

Canales

**COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING SEGUN EL MATERIAL Y TIPO DE CANAL**

MATERIALES	TIPO O FORMA DEL CANAL									
01 CONCRETO	0.015	0.014	0.013	0.015	0.013	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
02 ASFALTO	0.016	0.016	0.015	0.017	0.015	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
03 TIERRA ARENOSA	0.025	0.024	0.023	0.026	0.023	0.025	0.024	0.025	0.024	0.024
04 TIERRA PEDREGOSA	0.035	0.034	0.033	0.036	0.033	0.035	0.034	0.035	0.033	0.033
05 LATON	0.011	0.011	0.01	0.012	0.01	0.011	0.01	0.011	0.01	0.01

**Seccion del Canal**

**Corte de vista lateral**

Chezy  
 $V = C\sqrt{R \times S}$

Manning  
 $Q = V \times A$

$C = \frac{k}{n} \sqrt{R}$

$E = \frac{h_f + V^2}{2 \times g}$

$V = \frac{k}{n} \sqrt{R^2 \times S}$ 
 $Q = \frac{A^3}{n} \sqrt{R^2 \times S}$ 
 $P = b + h_f (\sqrt{1 - T_1^2} + \sqrt{1 - T_2^2})$ 
 $F = \frac{V}{\sqrt{g \times A / T}}$

$A = \frac{h_f}{2} (b + T)$

$R = \frac{A}{P}$

$T = b + h_f (T_1 + T_2)$

RESULTADOS

V Velocidad Media	2.222
Q Caudal, Descarga	3.960
R Radio Hidraulico	0.114
S Pendiente	0.0200
C Coeficiente de Velocidad	2.100
n Coef. Rugosidad Manning	0.015
A Area de la Sección	1.782
F Número Froude	2.097
k Unidad de conversión	1.00
g Aceleracion de Gravedad	9.80665
h <sub>f</sub> Tirante final Calculado	0.139
b Ancho Inferior del Canal	10.000
P Perimetro Mojado	15.582
E Energia Generada	0.391
T Espejo de Agua	15.576

## ANEXO B-8

### DIMENSIONAMIENTO DE BADEN FORMA CATENARIA

#### ECUACION CONTINUA CATENARIA

$$y = \frac{T_0}{\rho g} \left[ \cosh \left( \frac{\rho g}{2T_0} (2x - a) \right) - \cosh \left( \frac{\rho g a}{2T_0} \right) \right]$$

#### LONGITUD DE CUERDA DE ECUACION CONTINUA

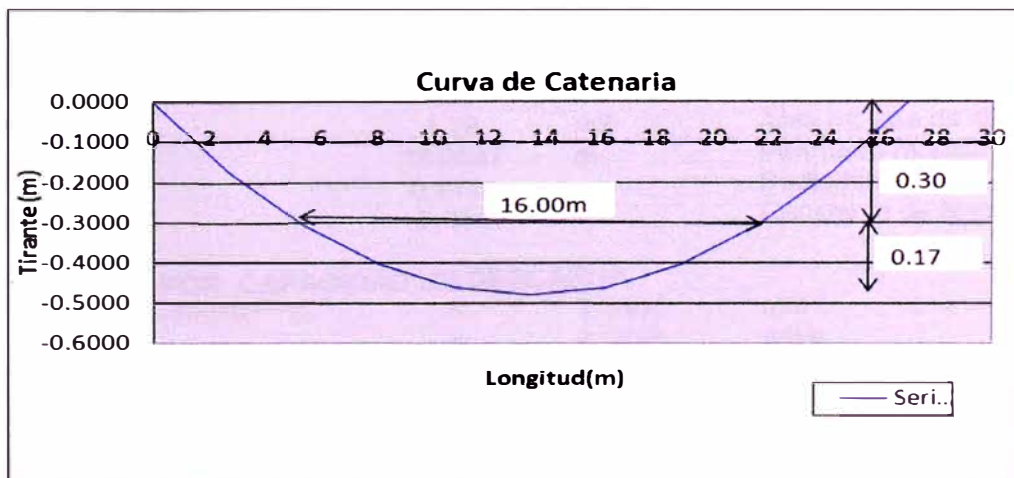
$$L = \int ds = \int_0^a \sqrt{1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2} dx = \int_0^a \cosh \left( \frac{\rho g}{2T_0} (2x - a) \right) dx$$

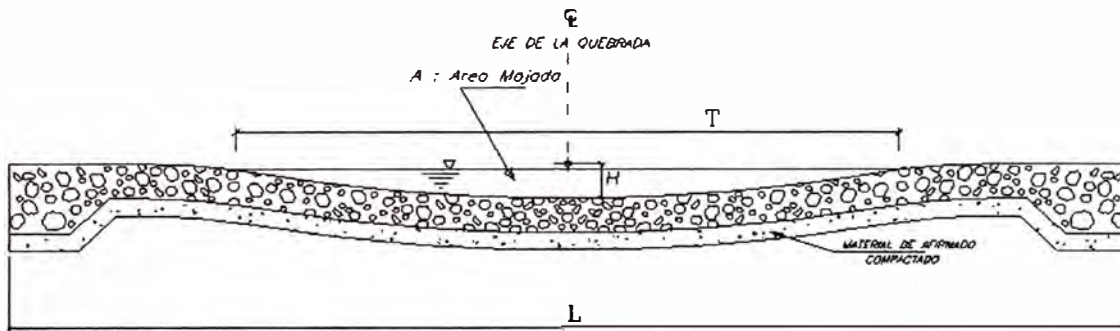
$$L = \frac{2T_0}{\rho g} \sinh \left( \frac{\rho g a}{2T_0} \right)$$

TENSION DE CUERDA      To=      190  
 LONGITUD DE LUZ      a=      27

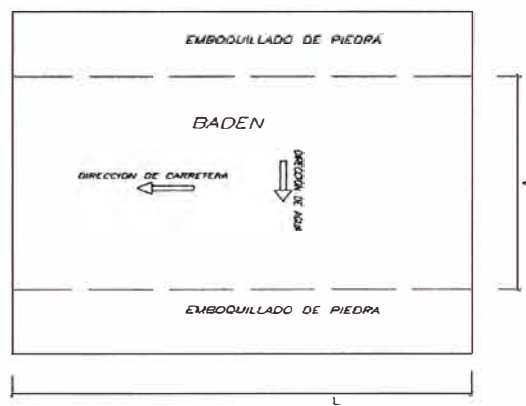
Peso especifico por gravedad      pg=      1

X	Y	dX	dA		
0	0.0000				
2.7	-0.1728	2.7000	-0.4665		
5.4	-0.3071	2.7000	-0.8292		
8.1	-0.4031	2.7000	-1.0883	<b>h max =</b>	-0.480      -0.168
10.8	-0.4606	2.7000	-1.2437	<b>Luz=</b>	27.000      16.000
13.5	-0.4798	2.7000	-1.2955	<b>Area=</b>	8.551      1.779
16.2	-0.4606	2.7000	-1.2437	<b>longitud=</b>	27.023      16.005
18.9	-0.4031	2.7000	-1.0883		
21.6	-0.3071	2.7000	-0.8292		
24.3	-0.1728	2.7000	-0.4665		
27	0.0000	2.7000	0.0000		
			-8.551		





**CORTE LONGITUDINAL DEL BADEN**



Q: descarga en m<sup>3</sup>/seg  
S : Pendiente m/m

**CALCULOS PARA BADÉN**

**DATOS DE DISEÑO**

Q	3.96	m <sup>3</sup> /s
S	0.02	m/m

**CARACTERISTICAS DE LA SECCION PROPUESTA**

T	16	m	Espejo de agua
H	0.17	m	Flecha de catenaria
A=	1.78	m <sup>2</sup>	Área mojada de sección
P=	16.0047	m	Perímetro mojado
R=	0.1111		Radio hidráulic
n=	0.014		Constante de Manning

**VERIFICACION POR CAPACIDAD DE DESCARGA**

$V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$	=	2.3351	m/s
Q=V*A	=	4.1538	m <sup>3</sup> /s
Como la capacidad de descarga del badén es Mayor que el caudal requerido			
4.1538	>	3.96	OK

## ANEXO B-9

### CÁLCULO DE SOCAVACION GENERAL- METODO DE LISCHT VAN-LEBEDIEV

**ESTRUCTURA:** BADEN  
**UBICACIÓN:** ALIS

**Método de Lisch van-Lebediev**

$$y_s = \left[ \frac{Q}{y_0^{5/3} \cdot Be \cdot \mu} \cdot \frac{y^{5/3}}{0.68 \beta \cdot Dm^{0.28}} \right]^{1/x+1}$$

**α=Coficiente de Sección dependiente de las características hidráulicas**

$$\alpha = \frac{Q_d}{AR^{2/3}} = \frac{S^{1/2}}{n} \quad \alpha = \frac{S^{1/2}}{n} \cong \frac{Q_d}{B_e h^{5/3}} \cong \frac{Q_d}{B_e h_m^{5/3}}$$

Qd= Caudal de diseño total(m3/s)  
 Be= Ancho superficial efectivo asociado a Qd  
 hm=yo Profundidad media

**b=Coficiente que es función del periodo de retorno**

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln T$$

**Erosión Total=ys-yo**

Para el baden:		Trapezoidal	Catenaria
<b>Caudal(Qd)</b>	m3/s	<b>3.96</b>	<b>3.96</b>
<b>Tr</b>	años	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Ancho(Be)</b>	m	<b>10.00</b>	<b>10</b>
<b>Tirante Medio(hm)</b>	m	<b>0.14</b>	<b>0.17</b>
<b>Velocidad Media</b>	m/s	<b>2.22</b>	<b>2.33</b>
<b>Contracción</b>	(u)	<b>1</b>	<b>1</b>
Area	m2	1.782	1.78
Suelo Cohesivo		No	
Suelo No cohesivo		Si	
Gs	Ton/m3		
Dm	mm	16.31	Dm 16.31
Alfa		10.617	7.591
Beta		0.972	0.972
Parámetro x		0.330	0.330
1/(1+x)		0.752	0.752
Coficiente Exponente		4.480	3.481
		1.253	1.253
<b>Socavación Total :</b>		<b>0.24</b>	<b>0.21</b>



## **ANEXO C**

**ANEXO C-1**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Sección 321 TRAZO Y REPLANTEO**

**Descripción**

El Contratista, bajo esta sección, procederá al replanteo general de la obra de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto. El mantenimiento de los Bench Marks (BMs), plantillas de cotas, estacas, y demás puntos importantes del eje será responsabilidad exclusiva del Contratista, quien deberá asegurarse que los datos consignados en los planos sean fielmente trasladados al terreno de modo que la obra cumpla, una vez concluida, con los requerimientos y especificaciones del proyecto.

Durante la ejecución de la obra, El Contratista deberá llevar un control topográfico permanente, para cuyo efecto contará con los instrumentos de precisión requeridos, así como con el personal técnico calificado y los materiales necesarios. Concluida la obra, El Contratista deberá presentar al Ingeniero Supervisor los planos Post construcción.

**Proceso Constructivo**

Se marcarán los ejes y PI, referenciándose adecuadamente, para facilitar el trazado y estacado del camino, se monumentarán los BM en un lugar seguro y alejado de la vía, para controlar los niveles y cotas. Los trabajos de trazo y replanteo serán verificados constantemente por el Supervisor.

**Método de Medición**

La longitud a pagar por la partida TRAZO Y REPLANTEO será el número de kilómetros replanteados, medidos de acuerdo al avance de los trabajos, de conformidad con las presentes especificaciones y siempre que cuente con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

**Bases de Pago**

La longitud medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por kilómetro, para la partida TRAZO Y REPLANTEO, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Trazo Y Replanteo	(M2)

## Sección 322 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

### Descripción

Bajo esta partida, El Contratista efectuará todas las excavaciones necesarias para cimentar las alcantarillas, badenes, muros de mampostería de piedra y obras de arte previstas en el proyecto; de acuerdo con los planos, especificaciones e instrucciones del Ingeniero Supervisor.

### Proceso constructivo

El Contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el inicio de cualquier excavación para que puedan verificarse las secciones transversales. El terreno natural adyacente a las obras de arte no deberá alterarse sin permiso del Ingeniero Supervisor.

Todas las excavaciones de zanjas, fosas para estructuras o para estribos de obras de arte, se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos o según el replanteo practicado por El Contratista y verificado por el Ingeniero Supervisor. Dichas excavaciones deberán tener dimensiones suficientes para dar cabida a las estructuras diseñadas, así como permitir, de ser el caso, su encofrado. Los cantos rodados, troncos y otros materiales perjudiciales que se encuentren en la excavación deberán ser retirados.

Luego de culminar cada una de las excavaciones, El Contratista deberá comunicar este hecho al Ingeniero Supervisor, de modo que apruebe la profundidad de la excavación.

Cuando la excavación se efectuó bajo el nivel del agua, se deberá utilizar motobombas de potencia adecuada, a fin de facilitar, tanto el entibado o tablaestacado, como el vaciado de concreto.

### Método de Medición

El volumen de excavación por el cual se pagará será el número de m<sup>3</sup> de material aceptablemente excavado. Los mayores volúmenes a excavar para mantener la estabilidad de las paredes excavadas, no serán considerados en la medición, los trabajos deberán contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

### Bases de Pago

El volumen determinado en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico, para la partida: EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, transporte de materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Excavación no Clasificada para Estructuras	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 323 ENCOFRADO DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS**

### **Descripción**

Bajo esta partida, El Contratista suministrará, habilitará, y colocará las formas de madera necesarias para el vaciado del concreto de todas las obras de arte y drenaje; la partida incluye el desencofrado y el suministro de materiales diversos, como clavos y alambre.

### **Materiales**

El Contratista deberá garantizar el empleo de madera en buen estado, convenientemente apuntalada, a fin de obtener superficies lisas y libres de imperfecciones.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada.

### **Método Constructivo**

El Contratista deberá garantizar el correcto apuntalamiento de los encofrados de manera que resistan plenamente, sin deformaciones, el empuje del concreto al momento del llenado. Los encofrados deberán ceñirse a la forma, límites y dimensiones indicadas en los planos y estarán los suficientemente unidos para evitar la pérdida de agua del concreto.

Para el apuntalamiento de los encofrados se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad y sistema del vaciado del concreto
- Cargas de materiales, equipos, personal, incluyendo fuerzas horizontales, verticales y de impacto.
- Resistencia del material usado en las formas y la rigidez de las uniones que forman los elementos del encofrado.
- Antes de vaciarse el concreto, las formas deberán ser mojadas o aceitadas para evitar el descascaramiento.

La operación de desencofrar se hará gradualmente, quedando totalmente prohibido golpear o forzar.

El Contratista es responsable del diseño e Ingeniería de los encofrados, proporcionando los planos de detalle de todos los encofrados al Ingeniero Supervisor para su aprobación. El encofrado será diseñado para resistir con seguridad todas las cargas impuestas por su propio peso, el peso y empuje del concreto y la sobre carga de llenado no inferior a 200 Kg/m<sup>2</sup>.

La deformación máxima entre elementos de soporte debe ser menor de 1/240 de la luz entre los miembros estructurales.

Las formas deben ser herméticas para prevenir la filtración de la lechada de cemento y serán debidamente arriostradas o ligadas entre sí de manera que se mantenga en la posición y forma deseada con seguridad, asimismo evitar las deflexiones laterales.

Las caras laterales del encofrado en contacto con el concreto, serán convenientemente humedecidas antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero; previamente, deberá verificarse la limpieza de los encofrados, retirando cualquier elemento extraño que se encuentre dentro de los mismos.

Los encofrados se construirán de modo tal que faciliten el desencofrado sin producir daños a las superficies de concreto vaciadas. Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar daños ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

Desencofrado:

En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que pueden colocarse sobre él. Las formas no deben quitarse sin el permiso del Supervisor.

Se debe considerar los siguientes tiempos mínimos para efectuar el desencofrado:

Costado de Vigas y muros	: 24 horas.
Fondo de Vigas	: 21 días.
Losas	: 14 días.
Estribos y Pilares	: 3 días.
Cabezales de Alcantarillas T.M.C.	: 48 horas.
Sardineles	: 24 horas.

### **Método de Medición**

El encofrado se medirá en metros cuadrados, en su posición final, considerando el área efectiva de contacto entre la madera y el concreto, de acuerdo a los alineamientos y espesores indicados en los planos del proyecto; y lo prescrito en las presentes especificaciones. El trabajo deberá contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

### **Bases de Pago**

La superficie medida en la forma descrita anteriormente, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por el suministro, habilitación, colocación y retiro de los moldes; así como por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Encofrado y Desencofrado de Estructuras	Metro Cuadrado (m2)

## Sección 324 ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm<sup>2</sup>

### Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

### Materiales

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con Certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con Certificación ISO 9000.

#### (a) Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

#### (b) Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras de acero, se considerarán los pesos unitarios que se indican en cuadro 325.1

**Cuadro 325.1**  
**Peso de las barras por unidad de longitud**

Barra No.	Diámetro Nominal en		Peso kg/m
	mm	(pulg)	
2	6.35	(1/4")	0.249
3	9.52	(3/8")	0.560
4	12.70	(1/2")	0.994
5	15.87	(5/8")	1.552
6	19.05	(3/4")	2.235
7	22.22	(7/8")	3.042
8	25.40	(1")	3.973
9	28.70	(1 1/8")	5.060
10	31.75	(1 1/4")	6.209
11	35.80	(1 3/8")	7.910
14	43.00	(1 3/4")	11.380
18	57.30	(2 1/4")	20.240

### Equipo

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al manipular el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

Los equipos idóneos para el corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la autorización del Supervisor.

## **Requerimientos de Construcción**

### **Planos y despiece**

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el contratista para la aprobación del Supervisor, pero tal aprobación no exime a aquél de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados en los precios de su oferta.

### **Suministro y almacenamiento**

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no protección podría originar procesos erosivos del suelo.

### **Doblamiento**

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en el cuadro 325.2.

**Cuadro 325.2**

**Diámetro Mínimo de Doblamiento**

<b>Número de Barra</b>	<b>Diámetro mínimo</b>
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	8 diámetros de barra
14 a 18	10 diámetros de barra

### **Colocación y amarre**

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra, ladrillos quebrantados o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1.5875 ó 2.032 mm, o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo. Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en las Normas AASHTO. El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el contratista inicie la colocación del concreto.

### **Traslapes y uniones**

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto. El contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido será asumido por el contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

### **Sustituciones**

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área equivalente o mayor que el área de diseño.



## **Aceptación de los Trabajos**

### **(a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo para doblaje empleado por el contratista.
- Solicitar al contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área igual o superior a la de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

### **(b) Calidad del acero**

Las barras de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

El contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a expensas de aquél, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

### **(c) Calidad del producto terminado**

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

#### **(1) Desviación en el espesor de recubrimiento**

- Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros ( $\leq 5$  cm): 5 mm.
- Con recubrimiento superior a cinco centímetros ( $> 5$  cm) : 10 mm

#### **(2) Área**

No se permitirá la colocación de acero con área inferior a la de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el contratista, a su costo, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor y a plena satisfacción de éste.

### **Medición**

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separadores, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

Si se sustituyen barras a solicitud del contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en el Cuadro 325.1.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Supervisor.

### **Pago**

El pago se hará al precio unitario del Contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos.

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	Kilogramo (kg)

### **Sección 325 CONCRETOS**

CONCRETO  $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$  +30%P.M

CONCRETO  $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$

CONCRETO  $f'_c = 280 \text{ KG/CM}^2$

### **Descripción**

Bajo esta partida genérica, El Contratista suministrará los diferentes tipos de concreto compuesto de cemento portland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados de acuerdo con estas especificaciones, en los sitios, forma, dimensiones y clases indicadas en los planos, o como lo indique, por escrito, el Ingeniero Supervisor.

La clase de concreto a utilizar en las estructuras, deberá ser la indicada en los planos o las especificaciones, o la ordenada por el Ingeniero Supervisor. El Contratista deberá preparar la mezcla de prueba y someterla a la aprobación del Ingeniero Supervisor antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser perfectamente proporcionados por peso, pero el Supervisor podrá permitir la proporción por volumen.

## Materiales

**Cemento:** El cemento a usarse será Portland Tipo I que cumpla con las Normas ASTM-C-150 AASHTO-M-85, sólo podrá usarse envasado. En todo caso el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Ingeniero Supervisor. El cemento no será usado en la obra hasta que lo autorice el Ingeniero Supervisor. El Contratista en ningún caso podrá eximirse de la obligación y responsabilidad de proveer el concreto a la resistencia especificada.

El cemento debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad y sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra. La inspección e identificación debe poder efectuarse fácilmente.

No deberá usarse cementos que se hayan atorronado o deteriorado de alguna forma, pasado o recuperado de la limpieza de los sacos,

**Aditivos:** Los métodos y el equipo para añadir sustancias incorporadas de aire, impermeabilizante, aceleradores de fragua, etc., u otras sustancias a la mezcladora, cuando fuera necesario, deberán ser medidos con una tolerancia de exactitud de tres por ciento (3%) en más o menos, antes de agregarse a la mezcladora.

## Agregados

Los que se usarán son: agregado fino o arena y el agregado grueso (piedra partida) o grava

Agregado Fino: El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos de designación AASTHO-M-6 y deberá estar de acuerdo con la siguiente graduación:

TAMIZ	% QUE PASA EN PESO
3/8"	100
Nro. 4	95 – 100
Nro. 16	45 – 80
Nro. 50	10 – 30
Nro. 100	2 – 10
Nro. 200	0 – 3

El agregado fino consistirá de arena natural limpia, silicosa y lavada, de granos duros, fuertes, resistentes y lustroso. Estará sujeto a la aprobación previa del Ingeniero Supervisor. Deberá estar libre de impurezas, sales o sustancias orgánicas. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

SUSTANCIAS	%en peso Permisible
Terrones de Arcilla	1
Carbón y Lignito	1
Material que pasa la Malla Nro. 200	3

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada. La arena será considerada apta, si cumple con las especificaciones y pruebas que efectuó el Supervisor

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90, sin embargo la variación del módulo de fineza no excederá en 0.30

El Supervisor podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas determinadas por el ASTM para las pruebas de agregados de concreto como ASTM C-40, ASTM C-128, ASTM C-88.

**Agregado Grueso:** El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO designación M-80 y deberá estar de acuerdo con las siguientes graduaciones:

TAMIZ	% Que pasa en peso
2"	100
1 1/2"	95 – 100
1"	20 – 55
1/2"	10 – 30
Nro. 4	0 – 5

El agregado grueso deberá ser de piedra o grava rota o chancada, de grano duro y compacto o cualquier otro material inerte con características similares, deberá estar limpio de polvo, materias orgánicas o barro y magra, en general deberá estar de acuerdo con la Norma ASTM C-33. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

SUSTANCIAS	% EN PESO
Fragmentos blandos	5
Carbón y Lignito	1
Terrones de arcilla	0.25

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa de manera de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante. El Contratista presentará al Ingeniero Supervisor los resultados de los análisis practicados al agregado en el laboratorio, para su aprobación.

El Supervisor tomará muestras y hará las pruebas necesarias para el agregado grueso, según sea empleado en obra.

El tamaño máximo del agregado grueso, no deberá exceder de las dos terceras partes del espacio libre entre barras de armadura.

Se debe tener cuidado que el almacenaje de los agregados se realice clasificándolos por sus tamaños y distanciados unos de otros, el carguío de los mismos, se hará de modo de evitar su segregación o mezcla con sustancias extrañas.

**Hormigón:** El hormigón será un material de río o de cantera compuesto de partículas fuertes, duras y limpias.

Estará libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, ácidos, materias orgánicas u otras sustancias perjudiciales.

Su granulometría deberá ser uniforme entre las mallas No. 100 como mínimo y 2" como máximo. El almacenaje será similar al del agregado grueso.

Piedra Mediana: El agregado ciclópeo o pedrones deberán ser duros, limpios, estables, con una resistencia última, mayor al doble de la exigida para el concreto que se va a emplear, se recomienda que estas piedras sean angulosas, de superficie rugosa, de manera que se asegure buena adherencia con el mortero circundante.

**Agua:** El Agua para la preparación del concreto deberá ser fresca, limpia y potable, substancialmente limpia de aceite, ácidos, álcalis, aguas negras, minerales nocivos o materias orgánicas. No deberá tener cloruros tales como cloruro de sodio en exceso de tres (03) partes por millón, ni sulfatos, como sulfato de sodio en exceso de dos (02) partes por millón. Tampoco deberá contener impurezas en cantidades tales que puedan causar una variación en el tiempo de fraguado del cemento mayor de 25% ni una reducción en la resistencia a la compresión del mortero, mayor de 5% comparada con los resultados obtenidos con agua destilada.

El agua para el curado del concreto no deberá tener un Ph más bajo de 5, ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

Las fuentes del agua deberán mantenerse y ser utilizadas de modo tal que se puedan apartar sedimentos, fangos, hierbas y cualquier otra materia.

**Dosificación:** El concreto para todas las partes de la obra, debe ser de la calidad especificada en los planos, capaz de ser colocado sin segregación excesiva y cuando se endurece debe desarrollar todas las características requeridas por estas especificaciones. Los agregados, el cemento y el agua serán incorporados a la mezcladora por peso, excepto cuando el Supervisor permita la dosificación por volumen. Los dispositivos para la medición de los materiales deberán mantenerse permanentemente limpios; la descarga del material se realizará en forme tal que no queden residuos en la tolva; la humedad en el agregado será verificada y la cantidad de agua ajustada para compensar la posible presencia de agua en los agregados. El Contratista presentará los diseños de mezclas al Supervisor para su aprobación. La consistencia del concreto se medirá por el Método del Asentamiento del Cono de Abrahams, expresado en número entero de centímetros (AASHTO T-119).

**Mezcla y Entrega:** El concreto deberá ser mezclado completamente en una mezcladora de carga, de un tipo y capacidad aprobado por el Ingeniero Supervisor, por un plazo no menor de dos minutos ni mayor de cinco minutos después que todos los materiales, incluyendo el agua, se han colocados en el tambor.

El contenido completo de una tanda deberá ser sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguiente.

Preferentemente, la máquina deberá estar provista de un dispositivo mecánico que prohíba la adición de materiales después de haber empezado la operación de mezcla. El volumen de una tanda no deberá exceder la capacidad establecida por el fabricante.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para su uso inmediato; no será permitido sobremezclar en exceso, hasta el punto que se requiera añadir agua al concreto, ni otros medios.

Al suspender el mezclado por un tiempo significativo, al reiniciar la operación, la primera tanda deberá tener cemento, arena y agua adicional para revestir el interior del tambor sin disminuir la proporción del mortero en la mezcla.

**Mezclado a Mano:** La mezcla del concreto por métodos manuales no será permitida sin la autorización por escrito, del Ingeniero Supervisor. Cuando sea permitido, la operación será sobre una base impermeable, mezclando primero el cemento, la arena y la piedra en seco antes de añadir el agua, cuando se haya obtenido una mezcla uniforme, el agua será añadida a toda la masa. Las cargas de concreto mezcladas a mano no deberán exceder de 0.4 metros cúbicos de volumen.

No se acepta el traslado del concreto a distancias mayores a 60.00 m, para evitar su segregación y será colocado el concreto en un tiempo máximo de 20 minutos después de mezclado.

#### **Vaciado de Concreto:**

Previamente serán limpiadas las formas, de todo material extraño.

El concreto será vaciado antes que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso en un tiempo máximo de 20 minutos después de su mezclado. El concreto debe ser colocado en forma que no se separen las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca serán removidas antes de colocar el concreto. Será permitido el uso de canaletas y tubos para rellenar el concreto a los encofrados siempre y cuando no se separe los agregados en el tránsito. No se permitirá la caída libre del concreto a los encofrados en altura superiores a 1.5 m. Las canaletas y tubos se mantendrán limpios, descargándose el agua del lavado fuera de la zona de trabajo.

La mezcla será transportada y colocada, evitando en todo momento su segregación. El concreto será extendido homogéneamente, con una ligera sobreelevación del orden de 1 a 2 cm- con

respecto a los encofrados, a fin de compensar el asentamiento que se producirá durante su compactación.

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua. Si en caso emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar un paño, se deberá colocar topes según ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas como juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos o como lo ordene el Supervisor, deberán ser perpendiculares a las líneas principales de esfuerzo y en general, en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

En las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar tiras de calibración de 4 cm de espesor dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar líneas rectas a las juntas. Antes de colocar concreto fresco, las superficies deberán ser limpiadas por chorros de arena o lavadas y raspadas con una escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación conservándose saturadas hasta que sea vaciado, los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto, ya en sitio la superficie fraguada deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro.

El concreto para las subestructuras deberá ser vaciado de tal modo que todas las juntas de construcción horizontales queden verdaderamente en sentido horizontal y de ser posible, que tales sitios no queden expuestos a la vista en la estructura terminada. Donde fuesen necesarias las juntas verticales, deberán ser colocadas, varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, de manera que se logre que la estructura sea monolítica. Deberá ponerse especial cuidado para evitar las juntas de construcción de un lado a otro de muros de ala o de contención u otras superficies que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero y concreto. Las juntas deberán quedar con bordes limpios y exactos en toda su longitud.

**Compactación:** La compactación del concreto se ceñirá a la Norma ACI-309. Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados y no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación, pero sin prolongarse al punto en que ocurra segregación.

**Acabado de las Superficies de Concreto:** Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser retirado o cortado hasta, por lo menos 2 centímetros debajo de la superficie del concreto. Todos los desbordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados, deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las mismas proporciones que el empleado en la masa de obra. Al resanar agujeros más grandes y vacíos en forma de paneles, todos los materiales toscos o rotos

deberán ser quitados hasta que quede a la vista una superficie de concreto densa y uniforme que muestre el agregado grueso y macizo. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua, después de lo cual deberá ser aplicada una capa delgada de pasta de cemento puro. Luego, la cavidad se rellenará con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento portland por dos partes de arena, que deberá ser perfectamente apisonado en su lugar. Dicho mortero deberá ser asentado previamente, mezclándolo aproximadamente 30 minutos antes de usarlo. El período de tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad ambiente; se mantendrá húmedo durante un período de 5 días.

Para remendar partes grandes o profundas deberá incluirse agregado grueso en el material de resane y se deberá poner precaución especial para asegurar que resulte un resane denso, bien ligado y debidamente curado.

**Curado y Protección del Concreto:** Todo concreto será curado por un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método o combinación de métodos aplicables a las condiciones locales, aprobado por el Ingeniero Supervisor.

El Contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto, disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se aplicará será aprobado por el Ingeniero Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar el fisuramiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenido a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido deberá ser protegido contra daños mecánicos y el Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Supervisor sus procedimientos de construcción programados para evitar tales daños eventuales. Ningún fuego o calor excesivo, en las cercanías o en contacto directo con el concreto, será permitido en ningún momento.

Si el concreto es curado con agua, deberá conservarse húmedo mediante el recubrimiento con un material, saturado de agua o con un sistema de tubería perforada, mangueras o rociadores, o con cualquier otro método aprobado, que sea capaz de mantener todas las superficies permanentemente y no periódicamente húmedas. El agua para el curado deberá ser en todos los casos limpia y libre de cualquier elemento que, en opinión del Ingeniero Supervisor pudiera causar manchas o descolorimiento del concreto.

### **Muestras**

Se tomarán como mínimo 6 muestras por cada llenado, probándose las a la compresión, 2 a los 7 días, 2 a los 14 y 2 a los 28 días del vaciado, considerándose el promedio de cada grupo como



resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

#### **Método de Medición**

Esta partida se medirá por metro cúbico de concreto de la calidad especificada, colocado de acuerdo con lo indicado en las presentes especificaciones, medido en su posición final de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos o como lo hubiera ordenado, por escrito, el Ingeniero Supervisor. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

#### **Bases de Pago**

La cantidad de metros cúbicos de concreto de cemento portland preparado, colocado y curado, calculado según el método de medida antes indicado, se pagará de acuerdo al precio unitario del contrato, por metro cúbico, de la calidad especificada, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por los materiales, mezclado, vaciado, acabado, curado; así como por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Concreto (Obras de Arte)	Metro Cúbico (m3)

### **Sección 326 CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con concreto de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, dimensiones y en los sitios señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

#### **Materiales**

Los materiales para las cunetas revestidas deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

(a) Concreto

El concreto será de clase definida en el Proyecto o autorizado por el Supervisor.

(b) Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie  
Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales apropiados, según lo determine el Supervisor.

(c) Sellante para juntas

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

(d) Traslado de concreto y material de relleno

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

### **Requerimientos de Construcción**

#### **Acondicionamiento de la cuneta en tierra**

El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, carga, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Supervisor, para obtener la sección típica prevista.

Se deberá tener en consideración los residuos que generen la sobras de excavación y depositar los excedentes en lugares de disposición final. Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente.

#### **Colocación de Encofrados**

Acondionadas las cunetas en tierra, el Contratista instalará los encofrados de manera de garantizar que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en los planos u ordenados por el Supervisor.

Durante la instalación del encofrado, se tendrá cuidado de no contaminar fuentes de agua cercanas, suelos y de retirar los excedentes y depositarlos en los lugares de disposición final para este tipo de residuos.

Para las labores de encofrado se utilizarán madera, aserradas, de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos.

#### **Elaboración del concreto**

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla.

Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material y cubriéndolo con una lona. En la mezcla del concreto tendrá cuidado de no contaminar el entorno (fuentes de agua, humedales, suelo, flora, etc.).

#### **Construcción de la cuneta**

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma y verificando que su espesor sea, como mínimo, el señalado en los planos.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Supervisor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta.

El Contratista deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos. Las pequeñas deficiencias superficiales deberá corregirlas mediante la aplicación de un mortero de cemento de un tipo aprobado por el Supervisor.

El material excedente de la construcción de la cuneta, será depositado en lugares de disposición final adecuados a este tipo de residuos

### **Aceptación de los trabajos**

#### **Controles**

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Supervisor sólo aceptará cunetas cuya forma y dimensión corresponda a la indicada en los planos o autorizadas por él.

Tampoco aceptará trabajos terminados con depresiones excesivas, traslapes desiguales o variaciones apreciables en la sección de la cuneta, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales que, a juicio del Supervisor, sean pequeñas, serán corregidas por el Contratista, a su costo.

Además el Supervisor efectuará los siguientes controles:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el contratista.

Verificar que se realice el traslado de los excedentes a los lugares de disposición final de desechos. Así también, verificará que se limpie el lugar de trabajo y los lugares que hayan sido contaminados.

En el caso de las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada, se deberán realizar obras civiles para decantar los sedimentos.

#### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

La longitud se determinará midiendo en forma paralela a las líneas netas de las cunetas señaladas en los planos u ordenados por el Supervisor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medida se deberán incluir, también, los desagües de agua revestidos en concreto, correctamente construidos.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de cunetas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

#### **Pago**

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de encofrados; la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descarga, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y colocación del material sellante; el suministro de materiales, elaboración y colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados .

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Cunetas revestidas en concreto	Metro cúbico(m <sup>3</sup> )

### **Sección 327 COLOCACION DE PIEDRA EMBOQUILLADA**

#### **Descripción**

Esta partida está referida a las obras de protección de mampostería, construida a base de piedra, asentada con concreto. La ubicación de dichas protecciones está indicada en los planos y corresponde a la entrada y salida de las alcantarillas, bajadas de agua, canales, encauzamientos y otras estructuras de drenaje.

#### **Materiales**

Los materiales que se utilicen para la construcción de las protecciones serán suministrados por el contratista, quien los extraerá de cantera, y requerirán la aprobación previa del Supervisor.

Se emplearán piedras o lajas en bruto, cuyas características y dimensiones serán aprobadas por la Supervisión. Las piedras deberán ser sanas, compactas y duras, exentas de indicios de alteración o intemperización y con un tamaño máximo de 25 cm (10").

El concreto para asentar las piedras deberá tener una resistencia última a la compresión de  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

#### **Requerimientos de construcción**

Las piedras que se usen, tanto para los pisos así como para las paredes y alas, serán asentadas sobre una capa de concreto con espesor uniforme y paralelo a la superficie terminada. Las piedras o lajas serán colocadas sobre esa base, cuando el concreto esté fresco, acomodándolas con la parte plana hacia el exterior para formar superficies uniformes. Éstas deben ser colocadas lo más cerca posible unas a otras, procurando cubrir íntegramente la superficie considerada. Las juntas no deberán tener una separación mayor de 15 mm y serán rellenadas con concreto.

#### **Aceptación de los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos.

Medir el volumen de las protecciones de mampostería construidas por el contratista de acuerdo con la presente especificación.

### **Medición**

Al inicio de los trabajos, se deberán tomar secciones transversales de las zonas donde se construirán las estructuras de protección, para obtener los metrados reales de las excavaciones y de las obras de mampostería que se ejecuten posteriormente.

El metrado será obtenido por el volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) para las excavaciones así como para la mampostería, el que debe estar de acuerdo con las líneas, pendientes y espesores indicados en los planos y verificados por la Supervisión durante la construcción de las obras. La aproximación será el décimo de metro cúbico.

### **Pago**

El pago de esta partida se efectuará de acuerdo con el precio unitario del Contrato y constituirá la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra (incluyendo leyes sociales) y todo lo necesario para la realización de este trabajo a satisfacción de la Supervisión. El precio incluye la extracción, transporte, colocación, canteado de las piedras, así como el concreto requerido para el asentamiento de dichos bloques y los costos por el suministro e instalación del producto utilizado para rellenar las juntas de construcción de dichas estructuras.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Mampostería con piedra emboquillada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 328 RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS**

### **Descripción**

Esta partida consistirá en la ejecución de todo relleno relacionado con la construcción de muros, alcantarillas, pontones, puentes y otras estructuras que no hubieran sido considerados bajo otra partida.

Todo trabajo a que se refiere este ítem, se realizará de acuerdo a las presentes especificaciones y en conformidad con el diseño indicado en los planos.

### **Materiales**

El material empleado en el relleno será material seleccionado proveniente de las excavaciones, préstamos o canteras. El material a emplear no deberá contener elementos extraños, residuos o materias orgánicas, pues en el caso de encontrarse material inconveniente, este será retirado y reemplazado con material seleccionado transportado.

### **Método de Construcción**

Después que una estructura se haya completado, las zonas que la rodean deberán ser rellenas con material aprobado, en capas horizontales de no más de 20 cm de espesor compactado y a una densidad mínima del 95 % de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado.

Todas las capas deberán ser compactadas convenientemente mediante el uso de planchas vibratorias, rodillos vibratorios pequeños y en los 0.20 m superiores se exigirá el 100 % de la densidad máxima obtenida en el ensayo proctor modificado. No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

No se podrá colocar relleno alguno contra los muros, estribos o alcantarillas hasta que el Ingeniero Supervisor lo autorice. En el caso de rellenos detrás de muros de concreto, no se dará dicha autorización antes de que pasen 21 días del vaciado del concreto o hasta que las pruebas hechas bajo el control del Ingeniero Supervisor demuestren que el concreto ha alcanzado suficiente resistencia para soportar las presiones del relleno. Se deberá prever el drenaje en forma adecuada.

El relleno o terraplenado no deberá efectuarse detrás de los muros de pontones de concreto, hasta que se les haya colocado la losa superior.

### **Método de Medición**

El relleno será medido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) rellenos y delimitado según las áreas de las secciones transversales, medidas sobre los planos del proyecto y los volúmenes calculados por el sistema de las áreas extremas promedias, indistintamente del tipo de material utilizado.

### **Bases de Pago**

La cantidad de metros cúbicos medidos según procedimiento anterior, será pagada por el precio unitario contratado para la partida "RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS". Entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, transporte de materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Relleno Compactado para Estructuras	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )

### **Sección 329 JUNTAS ELASTOMERICA.**

#### **Descripción**

Esta partida consiste en la aplicación de un sellador elastomérico de poliuretano, de curado químico, donde se indique en los planos.

**Requerimientos de construcción**

Durante la construcción de las estructuras de concreto (cunetas revestidas, badenes, canales revestidos), se deberán realizar las aberturas para las juntas a intervalos y dimensiones indicados en los planos u ordenados por el Supervisor.

**Medición**

Las juntas elastoméricas se medirán por metro lineal (ml) de junta colocada satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con las sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el supervisor

**Pago**

Esta partida se pagara por metro lineal de junta colocada y aprobada por el supervisor y a los precios unitarios del contrato. Dicho precio constituirá compensación única por el costo de los materiales, equipo, transporte, mano de obra y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados para completar la partida.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Juntas elastoméricas	Metro Lineal (ml)

## ANEXO C-2 METRADOS

UBICACIÓN: ALIS - YAUYOS

PROPIETARIO: MTC-PROVIAS NACIONAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	#	DIMENSIÓN			PARCIAL	TOTAL
				L	A	H		
1.00	TRAB PRELIMINARES							
	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1	300	2.00		600	600
2.00	CUNETA							
	EXCAVACIÓN	m3	1	94.00	1.20	0.60	33.84	33.84
3.00	CANAL RIEGO							
	EXCAVACIÓN	m3	1	240.00	0.90	1.00	216.00	216.00
	CONCRETO F' C=175Kg/cm2	m3	2	240.00	0.20	0.70	67.20	
			1	240.00	0.20	0.90	43.20	110.40
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2	240.00		0.70	336.00	336.00

### 4.00 METRADO DE PONTÓN

#### EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL (m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
			LARGO (ml)	ANCHO (m2)	ALTURA (ml)		
167+660	EATRIBO	2.00	5.70	2.20	1.00	25.08	
	ALAS	4.00	1.50	2.20	1.00	13.20	38.28

#### ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ESTRIBOS

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			AREA PARCIAL (m3)	AREA TOTAL (m3)
			LARGO (ml)	ANCHO (mL)	ALTURA (ml)		
167+660	ESTRIBOS:	2.00	5.70		3.40	38.76	
		2.00	5.70		3.00	34.20	
		4.00	3.00	0.70		8.40	
		4.00	3.00	0.35		4.20	46.80

#### ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			AREA PARCIAL (m3)	AREA TOTAL (m3)
			LARGO (ml)	ANCHO (mL)	ALTURA (ml)		
167+660	LOSA	1.00	8.70	5.10		44.37	
	BORDES	2.00	8.70		0.65	11.31	
	VEREDA	2.00	8.70		0.20	3.48	14.79



**CONCRETO F'C= 280 KG/CM2**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL (m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
			LARGO (ml)	ANCHO (m2)	ALTURA (ml)		
167+660	LOSA	1.00	8.70	5.10	0.45	19.97	
	VEREDAS	2.00	8.70	0.80	0.20	2.78	22.75

**CONCRETO CICLOPEO F'C= 175 KG/CM2**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL (m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
			LARGO (ml)	ANCHO (m2)	ALTURA (ml)		
167+660	ESTRIBOS:	2.00	5.70	2.20	1.00	25.08	
		2.00	5.70	0.70	3.00	23.94	
		2.00	5.70	0.35	3.00	11.97	
		2.00	5.70	0.30	0.40	1.37	37.28

**ACERO FY=4200KG/CM2**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			LONGITUD		
			LARGO	DIAMETRO	FACTOR CONVERSION	PARCIAL	EQUIV	
			(ml)			(m)	KG	
	SECCION LONGITUDINAL LOSA CENTRAL							
167+660	A 3/4"	16	9		2.235	144	321.84	
	B 3/4"	16	8		2.235	128	286.08	
	C 3/4"	16	6.6		2.235	105.6	236.016	
	F 3/8"	12	9		0.559	108	60.372	
		SECCION LONGITUDINAL LOSA BORDES						
	A 3/4"	20	9		2.235	180	402.3	
	B 3/4"	20	8		2.235	160	357.6	
	C 3/4"	20	6.6		2.235	132	295.02	
	F 3/8"	16	9		0.559	144	80.496	
		SECCION TRANSVERSAL						
			75	7		1.552	525	814.8
	D 5/8"		36	6.9		1.552	248.4	385.5168
	E 5/8"		30	2.8		1.02	84	85.68
	G 1/2"		7	9		1.02	63	64.26
	<b>TOTAL</b>						<b>3389.98</b>	

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL ( m3 )	VOLUMEN ( m3 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( ml )	ALTURA ( ml )		
167+600	Estribos	2.00	0.40	5.70	3.00	13.68	
		2.00	1.50	5.70	0.40	6.84	
		2.00	0.70	5.70	1.50	11.97	
	Alas	4.00	1.50	3.90	0.73	16.97	

5.00 METRADO DE BADEN

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL ( m3 )	VOLUMEN POR ALC ( m3 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( m2 )	ALTURA ( ml )		
167+700	LOSA	1.00	28.00	5.50	0.45	69.30	79.35
	Uña	2.00	5.50	0.30	0.50	1.65	
	Uña	2.00	28.00	0.30	0.50	8.40	

SOLADO E=0.10m

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			AREA PARCIAL ( m2 )	AREA TOTAL ( m2 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( ml )	ALTURA ( ml )		
167+700	LOSA + UÑA	1.00	28.00	5.50		154.00	154.00

CONCRETO PARA BADEN F'C= 280 KG/CM2

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			VOLUMEN PARCIAL ( m3 )	VOLUMEN POR ALC ( m3 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( m2 )	ALTURA ( ml )		
167+700	Losa	1.00	28.00	5.50	0.30	46.20	56.25
	Uña	2.00	28.00	0.30	0.50	8.40	
	Uña	2.00	5.50	0.30	0.50	1.65	

ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE BADENES

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			AREA PARCIAL ( m2 )	AREA TOTAL ( m2 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( m )	ALTURA ( ml )		
167+700	Uña	2.00	5.50		0.80	8.80	53.60
	Uña	2.00	28.00		0.80	44.80	

**ALVIADERO DE PIEDRA EMBOQUILLADA**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			AREA PARCIAL ( m2 )	AREA TOTAL ( m2 )
			LARGO ( ml )	ANCHO ( ml )	Altura ( ml )		
167+700	Aliviadero sup.	1.00	16.00	2.00		32.00	64.00
	Aliviadero inf.	1.00	16.00	2.00		32.00	

**ACERO Fy=4200kg/cm2**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			LONGITUD PARCIAL ( m )	EQUIV KG
			LARGO ( ml )	DIAMETRO	FACTOR		
167+700	LOSA						
	longt.						
	5/8"	22	28		1.552	616	956.032
	5/8"	20	28		1.552	560	869.12
	transv.						
	1/2"	72	5.5		1.02	396	403.92
	1/2"	65	5.5		1.02	357.5	364.65
<b>TOTAL</b>							<b>2593.72</b>

**JUNTA ELASTOMERICA**

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	N°	DIMENSIONES			LONGITUD PARCIAL ( m )	LONGITUD TOTAL ( m )
			LARGO ( ml )	ANCHO	ALTURA		
167+700	longt.	1	28			28	66.5
	transv.	7	5.5			38.5	

**ANEXO C-3  
COSTOS UNITARIOS**

1.00.00	<b>Obras Preliminares</b>
---------	---------------------------

<b>Partida:01.01.00</b>	<b>Trazo y Replanteo</b>	<b>Unidad</b>	m2
<b>Especificaciones</b>	Con vallas aisladas		
<b>Cuadrilla</b>	1 Topógrafo		
	6 Peones		
<b>Rendimiento</b>	900 m2/día		

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Cal Hidráulica	bolsa	0.0080	10.0500	0.0804	
Pintura	gln	0.0100	21.1600	0.2116	
Madera Tomillo	pie2	0.0200	2.2200	0.0444	<b>0.3364</b>

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Topógrafo	hh	0.0089	12.9000	0.1147	
Peones	hh	0.0533	10.2400	0.5461	<b>0.6608</b>

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Equipos Topográficos	hm	0.0089	16.0000	0.1422	
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	0.6608	0.0198	<b>0.1620</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>1.1592</b>
----------------------------	---------------

2.00.00	<b>Obras de Arte y Drenaje</b>
---------	--------------------------------

<b>Partida 02.01.00</b>	<b>Excavación no clasificada para estructuras con Equipo</b>	<b>Unidad</b>	m3
<b>Especificaciones</b>			
<b>Cuadrilla</b>	1 Capataz		
	12 Peón		
<b>Rendimiento</b>	150 m3/día		

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Capataz	hh	0.0533	16.5100	0.8805	
Peón	hh	0.6400	10.2400	6.5536	<b>7.4341</b>

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Retro excavadora llantas 58HP 1 YD3	hm	0.0267	65.8000	1.7547	
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	7.4341	0.2230	<b>1.9777</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>9.4118</b>
----------------------------	---------------

<b>Partida 02.03.00</b>	<b>Encofrado y Desencofrado</b>	<b>Unidad</b>	<b>m2</b>
<b>Especificaciones</b>	Madera tornillo en bruto		
<b>Cuadrilla</b>		0.1 Capataz 1 Operario 1 Oficial 2 Peones	
<b>Rendimiento</b>	Encofrado	24 m2/día	

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Madera Tornillo cepillada	pie2	6.2000	4.2800	26.5360	
Clavos de 3"	Kg	0.2000	3.7300	0.7460	
Alambre negro N°8	Kg	0.2000	2.6000	0.5200	<b>27.8020</b>

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Capataz	hh	0.0333	16.5100	0.5503	
Operario	hh	0.3333	12.7000	4.2333	
Oficial	hh	0.3333	11.3300	3.7767	
Peones	hh	0.6667	10.2400	6.8267	<b>15.3870</b>

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	15.3870	0.4616	<b>0.4616</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>43.6506</b>
----------------------------	----------------

<b>Partida 02.04.00</b>	<b>Acero de Refuerzo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Kg</b>
<b>Especificaciones</b>	Acero Grado 60 Fy=4200Kg/cm2		
<b>Cuadrilla</b>	Habilitación/colocación	0.5 Capataz 1 Operarios 1 Oficiales 1 peón	
<b>Rendimiento</b>	Habilitación/colocación	250 Kg/día	

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Fierro corrugado de Fy =4200 kg/cm2	Kg	1.07000	2.59000	2.77130	
Alambre negro N° 16	Kg	0.06000	2.83000	0.16980	<b>2.9411</b>

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Capataz	hh	0.0160	16.5100	0.2642	
Operarios	hh	0.0320	12.7000	0.4064	
Oficiales	hh	0.0320	11.3300	0.3626	
Peón	hh	0.0320	10.2400	0.3277	<b>1.3608</b>

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Herramientas (3% M.O.)	%	0.030	1.361	0.041	<b>0.041</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>4.3427</b>
----------------------------	---------------

<b>Partida 02.05.00</b>	<b>Concreto F`c=175 Kg/cm2 +30% PM</b>	<b>Unidad</b>	m3
<b>Especificaciones</b>	Preparado con mezcladora de 9 pie3, Vibrador a gasolina de 2" y 4 HP		
<b>Cuadrilla</b>	1 Capataz		
	3 Operario		
	3 Oficiales		
	6 Peones		
<b>Rendimiento</b>	18 m3/dia		

Material	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Piedra mediana 6"	m3	0.3000	34.0000	10.2000	
Concreto F`C=175Kg/cm2	m3	0.7000	257.3731	257.3731	<b>267.5731</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>267.573</b>
----------------------------	----------------

<b>Partida 02.06.00</b>	<b>Concreto F`c=175 Kg/cm2</b>	<b>Unidad</b>	m3
<b>Especificaciones</b>	Preparado con mezcladora de 11 pie3, Vibrador a gasolina de 2" y 4 HP		
<b>Cuadrilla</b>	Preparac. y vaciado	1 Capataz	
		3 Operario	
		3 Oficiales	
		6 Peones	
<b>Rendimiento</b>	Preparac. y vaciado	18 m3/dia	

Material	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Cemento Portland tipo I	bolsa	7.5000	20.3900	152.9250	
Arena gruesa	m3	0.5000	12.1500	6.0750	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.7500	20.8800	15.6600	
Agua	m3	0.1700	7.5900	1.2903	<b>175.9503</b>

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Capataz	hh	0.4444	16.5100	7.3378	
Operario	hh	1.3333	12.7000	16.9333	
Oficiales	hh	1.3333	11.3300	15.1067	
Peones	hh	2.6667	10.2400	27.3067	<b>66.684</b>

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Mezcladora de concreto tambor 18HP 11 pie3	hm	0.4444	21.6000	9.6000	
Vibradora de concreto 2", 4 HP	hm	0.4444	7.0600	3.1378	
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	66.684	2.0005	<b>14.7383</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>257.3731</b>
----------------------------	-----------------

<b>Partida 02.07.00</b>	<b>Concreto F`c=280 Kg/cm2</b>	<b>Unidad</b>	<b>m3</b>
<b>Especificaciones</b>	Preparado con mezcladora de 9 pie3, Vibrador a gasolina de 2" y 4 HP		
<b>Cuadrilla</b>	Preparac. y vaciado	0.2 Capataz 3 Operario 1 Oficiales 6 Peones	
<b>Rendimiento</b>	Preparac. y vaciado	16 m3/día	

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Cemento Portland tipo I	bolsa	9.5000	20.3900	193.7050	<b>213.5868</b>
Arena gruesa	m3	0.4700	12.1500	5.7105	
Piedra chancada 1/2"	m3	0.6100	20.8800	12.7368	
Agua	m3	0.1890	7.5900	1.4345	

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Capataz	hh	0.1000	16.5100	1.6510	<b>57.0860</b>
Operario	hh	1.5000	12.7000	19.0500	
Oficiales	hh	0.5000	11.3300	5.6650	
Peones	hh	3.0000	10.2400	30.7200	

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Mezcladora de concreto tambor 18hp 11 pie3	hm	0.5000	21.6000	10.8000	<b>16.0340</b>
Vibradora de concreto 2", 4 HP	hm	0.5000	7.0600	3.5300	
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	56.8000	1.7040	

<b>Costo Total Partida</b>	<b>286.7068</b>
----------------------------	-----------------

<b>Partida 02.08.00</b>	<b>Cuneta Triangular Revestida(0.80mx0.40m)</b>	<b>Unidad</b>	<b>m</b>
<b>Especificaciones</b>	Madera tomillo en bruto		
<b>Cuadrilla</b>		3 Oficial 3 Peones 0.2 Capataz	
<b>Rendimiento</b>		24 m2/día	

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Madera Tomillo	pie2	0.0910	4.2800	0.3895	<b>31.1995</b>
Junta asfáltica	Kg	0.8330	3.0000	2.4990	
concreto Fc =175kg/cm2	m3	0.1100	257.3731	28.3110	

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Oficial	hh	1.0000	11.3300	11.3300	<b>22.6707</b>
Peón	hh	1.0000	10.2400	10.2400	
Capataz	hh	0.0667	16.5100	1.1007	

Equipo y Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio U.	Parcial	Total
Herramientas (3% M.O.)	%	0.0300	22.6707	0.6801	<b>0.6801</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>54.5503</b>
----------------------------	----------------

<b>Partida 02.09.00</b>	<b>Colocación de Piedra Emboquillada</b>	<b>Unidad</b>	<b>m2</b>
<b>Especificaciones</b>	Colocación de piedra máx. 6"		
<b>Cuadrilla</b>		2 Oficial	
		4 Peón	
		0.2 Capataz	
<b>Rendimiento</b>	colocación	25 m2/día	

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Mortero cemento arena 1:3	m2	0.0600	198.4800	11.9088	
Piedra 6"	m3	1.1000	32.3700	35.6070	
Concreto f c=175 Kg/cm2	m3	0.1100	257.3731	28.3110	<b>75.8268</b>

<b>Mano de Obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Oficial	hh	0.6400	11.3300	7.2512	
Peón	hh	1.2800	10.2400	13.1072	
Capataz	hh	0.0640	16.5100	1.0566	<b>21.4150</b>

<b>Equipo y Herramientas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Herramientas (3% M.O.)	%	0.03	21.4150	0.6425	<b>0.6425</b>

<b>Costo Total Partida</b>	<b>97.8843</b>
----------------------------	----------------

<b>Partida 02.10.00</b>	<b>Relleno para estructuras</b>	<b>Unidad</b>	<b>m3</b>
<b>Especificaciones</b>	Material propio		
<b>Cuadrilla</b>		0.1 Capataz	
		1 Oficial	
		4 Peón	
<b>Rendimiento</b>		60 m3/día	

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
agua	m3	0.2000	14.7500	2.9500	<b>2.9500</b>

<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Capataz	hh	0.0133	16.5100	0.2201	
Oficial	hh	0.1333	11.3300	1.5107	
Peón	hh	0.5333	10.2400	5.4613	<b>7.1921</b>

<b>Equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Herramientas manuales	%	0.0300	7.1900	0.2157	
Compactadora Tipo Plancha 4HP	hm	0.0667	30.3100	2.0207	<b>2.2364</b>

<b>Costo total partida</b>	<b>12.379</b>
----------------------------	---------------



<b>Partida 02.11.00</b>	<b>Junta elastomerica en losas y badenes</b>	<b>Unidad</b>	<b>m/dia</b>
<b>Especificaciones</b>			
<b>Cuadrilla</b>	0.1 Capataz		
	1 Oficial		
	2 Peón		
<b>Rendimiento</b>	120 m/día		

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>Fierro Fy=4200Kg/cm2</b>	kg	4.1800	2.5900	10.8262	
<b>Junta elastomerica</b>	gln	0.1780	150.0000	26.7000	<b>37.5262</b>

<b>Mano de obra</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>Capataz</b>	hh	0.0067	16.5100	0.1101	
<b>Oficial</b>	hh	0.0667	11.3300	0.7553	
<b>Peón</b>	hh	0.1333	10.2400	1.3653	<b>2.2307</b>

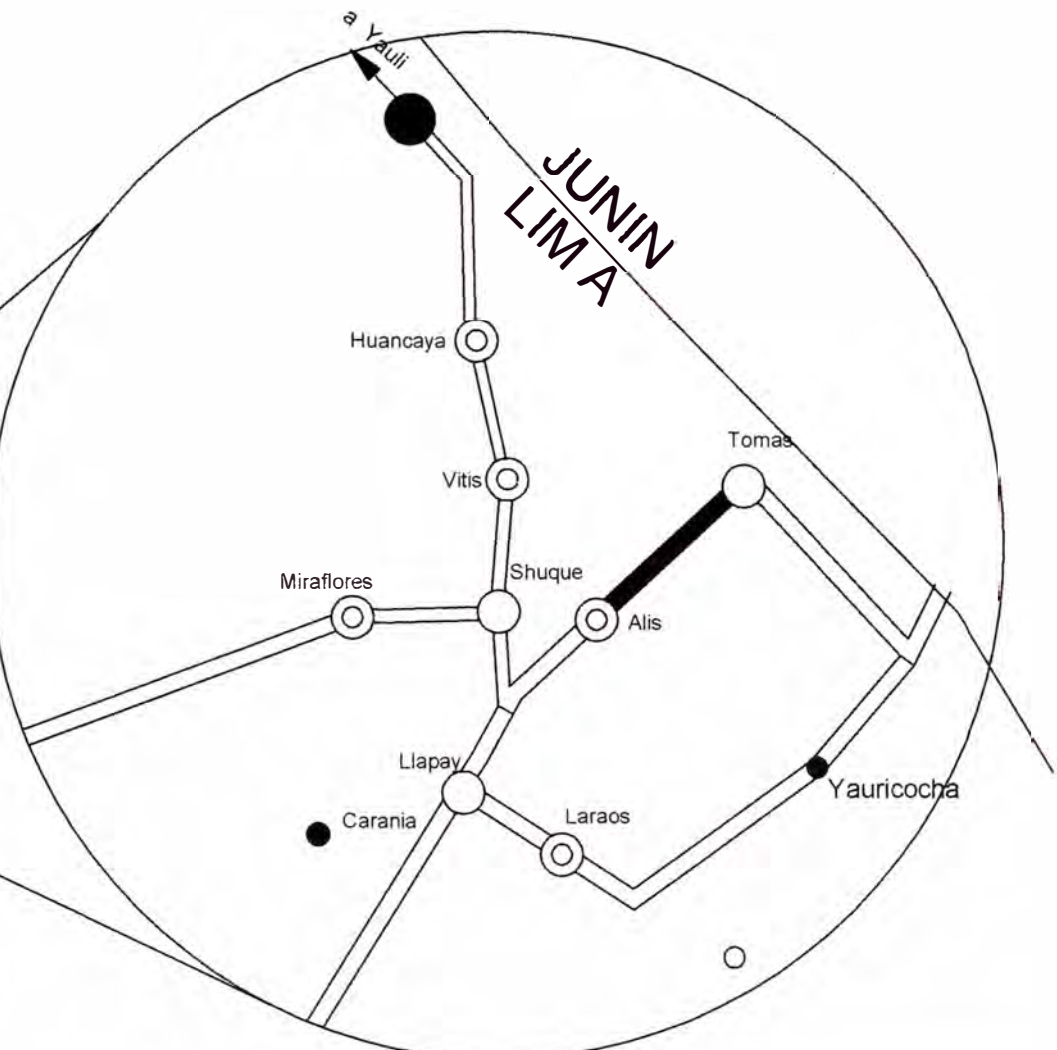
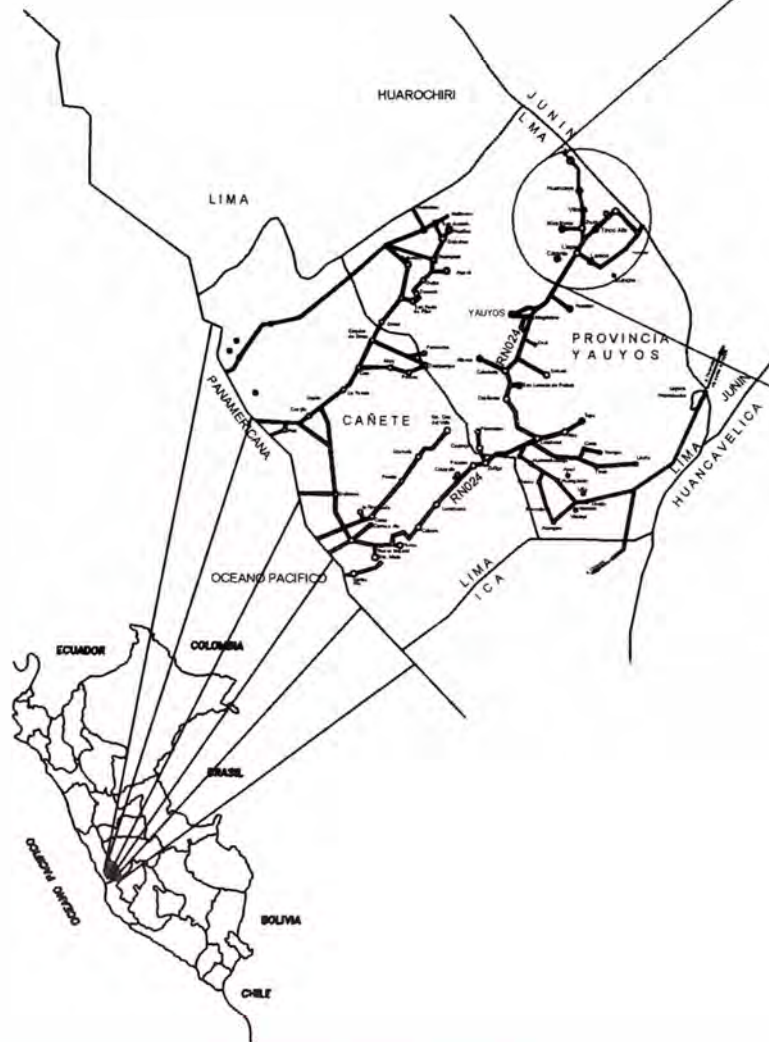
<b>Equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>Herramientas manuales</b>	%	0.03	2.231	0.0669	<b>0.0669</b>

<b>Costo total partida</b>	<b>39.824</b>
----------------------------	---------------

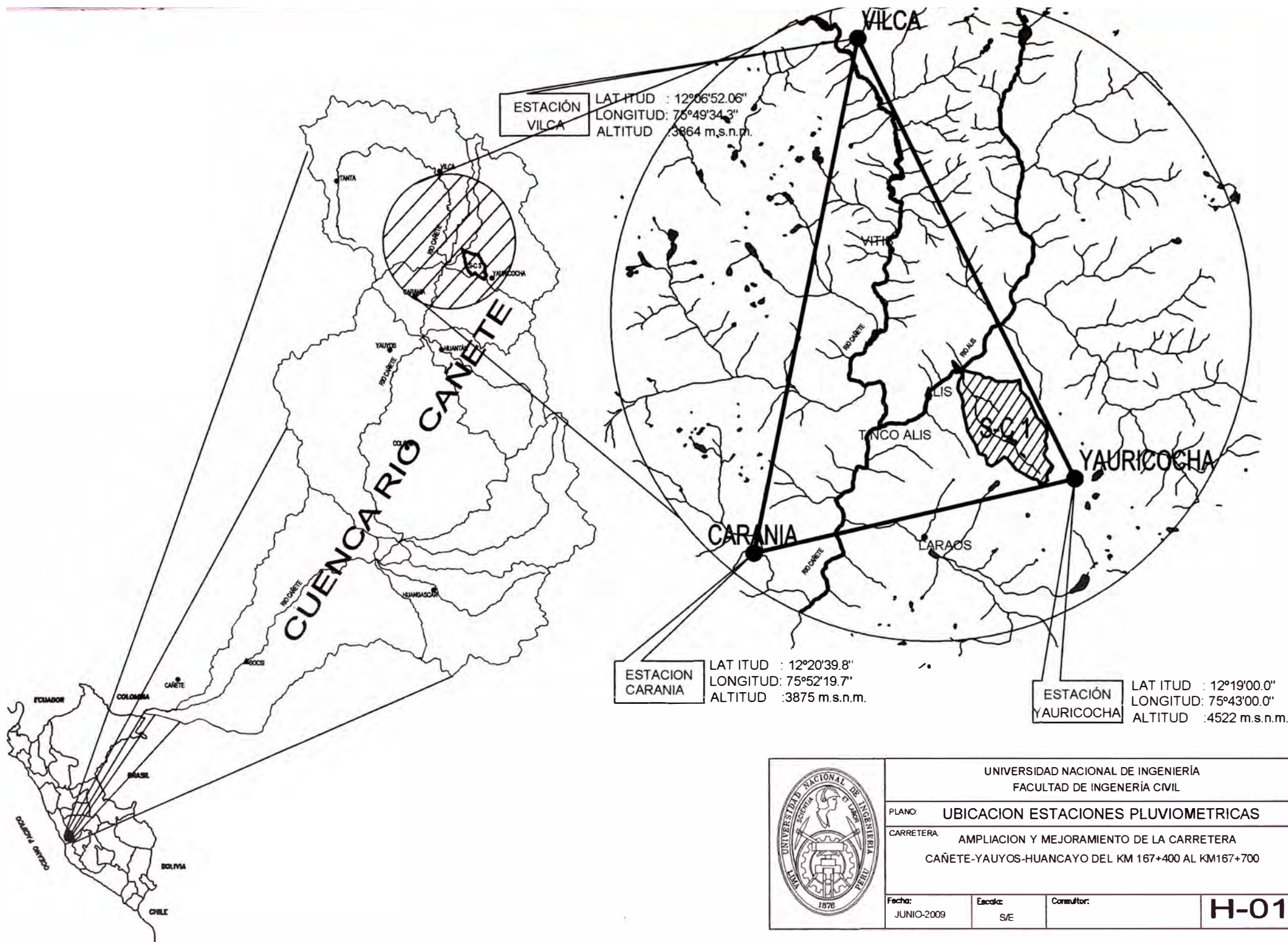
**ANEXO C-4**  
**CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA**

Item	Descripción	Duración semanas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
	TRABAJOS PRELIMINARES									
1.00	Trazo y replanteo	2.00								
	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE									
2.00	Excavación no clasificada para estructuras	4.00								
3.00	Encofrado y desencofrado	6.00								
4.00	Acero Fy=4200Kg/cm2	2.00								
5.00	Concreto F'c=175Kg/cm2 +30%PM	2.00								
6.00	Concreto F'c=175Kg/cm2	2.00								
7.00	Concreto F'c=280Kg/cm2	4.00								
8.00	Cuneta revestida	4.00								
9.00	Mampostería de piedra	1.00								
10.00	Relleno compactado para estructuras	1.00								
11.00	Juntas elastoméricas de contracción en badén	1.00								
12.00	Solado E=0.10m	1.00								

**ANEXO C-5**  
**PLANOS DE OBRAS**



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
	PLANO	UBICACIÓN
	CARRÉTERA	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM167+700
Fecha:	Estudio:	Consultor:
JUNIO-2009	S/E	
		<b>U-01</b>



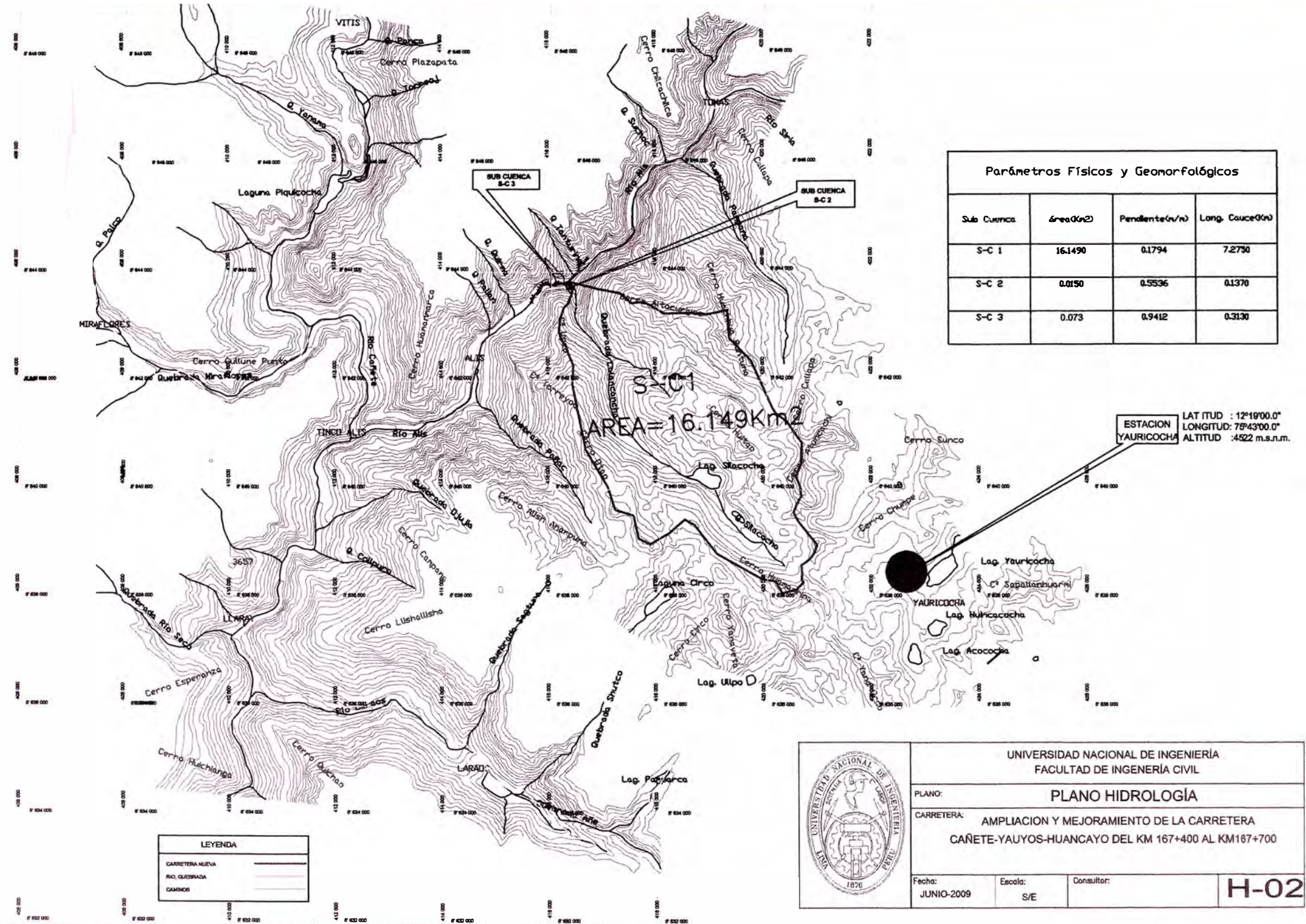
ESTACIÓN  
VILCA  
LATITUD : 12°06'52.06"  
LONGITUD: 75°49'34.3"  
ALTITUD : 3864 m.s.n.m.

ESTACION  
CARANIA  
LATITUD : 12°20'39.8"  
LONGITUD: 75°52'19.7"  
ALTITUD : 3875 m.s.n.m.

ESTACIÓN  
YAURICOCHA  
LATITUD : 12°19'00.0"  
LONGITUD: 75°43'00.0"  
ALTITUD : 4522 m.s.n.m.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
PLANO:	UBICACION ESTACIONES PLUVIOMETRICAS		
CARRETERA:	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM167+700		
Fecha:	Escala:	Consultor:	<b>H-01</b>
JUNIO-2009	S/E		



**Parámetros Físicos y Geomorfológicos**

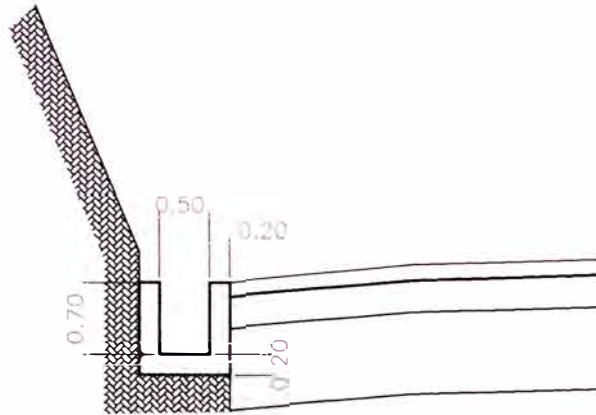
Sub Cuenca	Area(Km <sup>2</sup> )	Pendiente(n/n)	Long. Cauce(Km)
S-C 1	16.1490	0.1794	7.2730
S-C 2	0.0150	0.5536	0.1370
S-C 3	0.073	0.9412	0.3130

ESTACION YAUICOCHA  
 LAT ITUD : 12°19'00.0"  
 LONGITUD: 78°43'00.0"  
 ALTITUD : 4522 m.s.n.m.

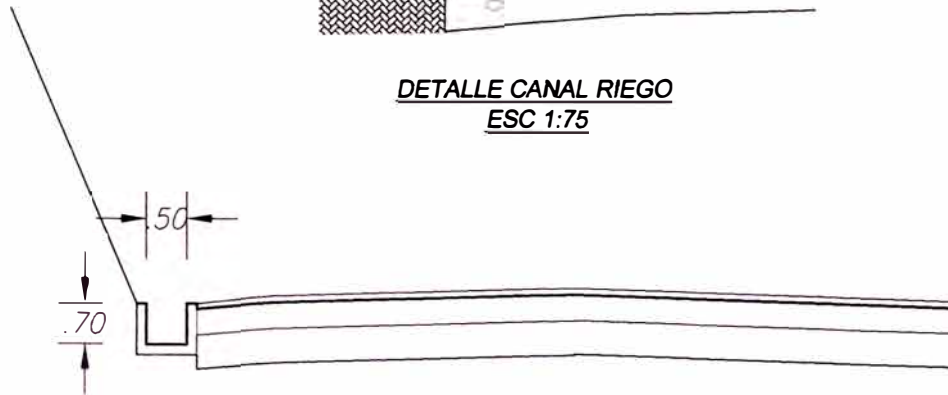
**LEYENDA**

CARRETERA NUEVA	—
RIO, QUEBRADA	—
CAMINOS	—

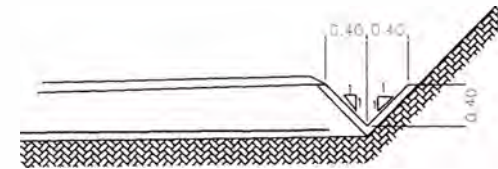
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
	PLANO: <b>PLANO HIDROLOGÍA</b>	
	CARRETERA: <b>AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM167+700</b>	
Fecha: JUNIO-2009	Escala: S/E	Consultor: <b>H-02</b>



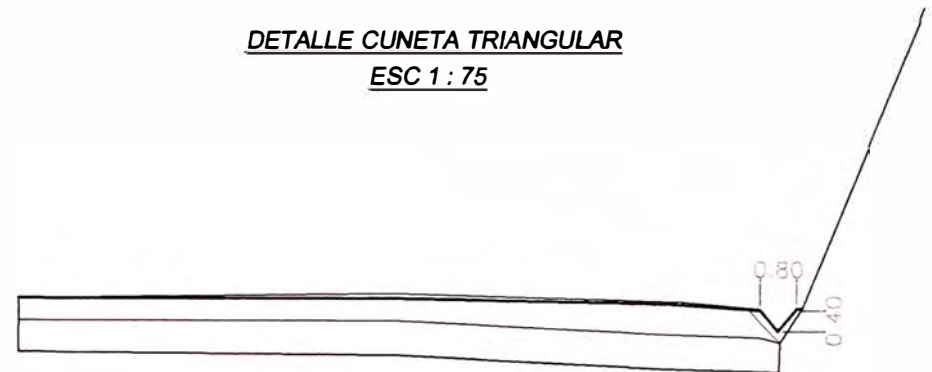
**DETALLE CANAL RIEGO**  
**ESC 1:75**



**CANAL KM 167+400 AL KM167+540**



**DETALLE CUNETA TRIANGULAR**  
**ESC 1:75**



**CUNETA TRIANGULAR KM 167+660 AL 167+700**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO	$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN CADA 3.00m DE ESPESOR 2.5cm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

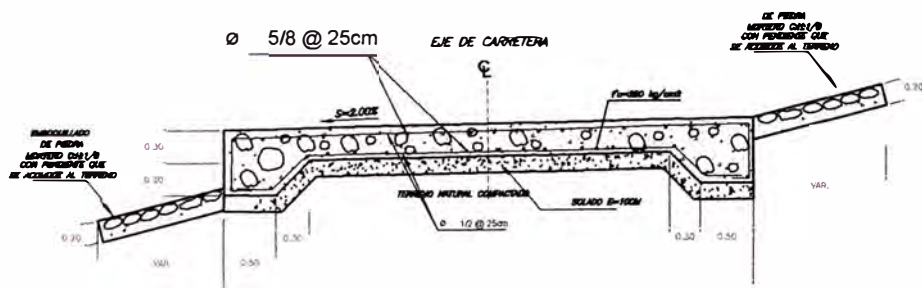
PLANO: **DETALLE DE CUNETA**  
CARRETERA: **AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM167+700**

Fecha: JUNIO-2009

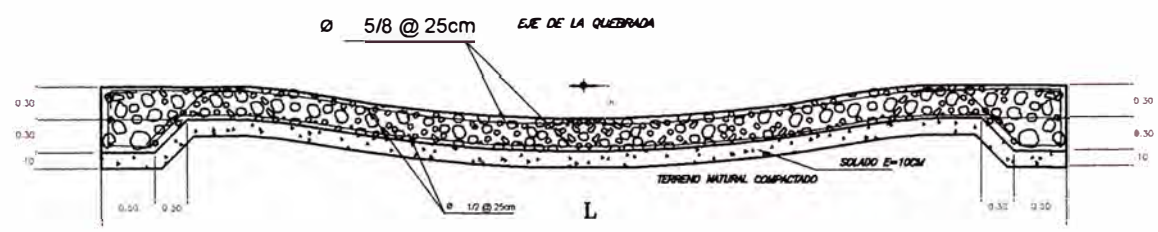
Escala: 1/75

Corelador:

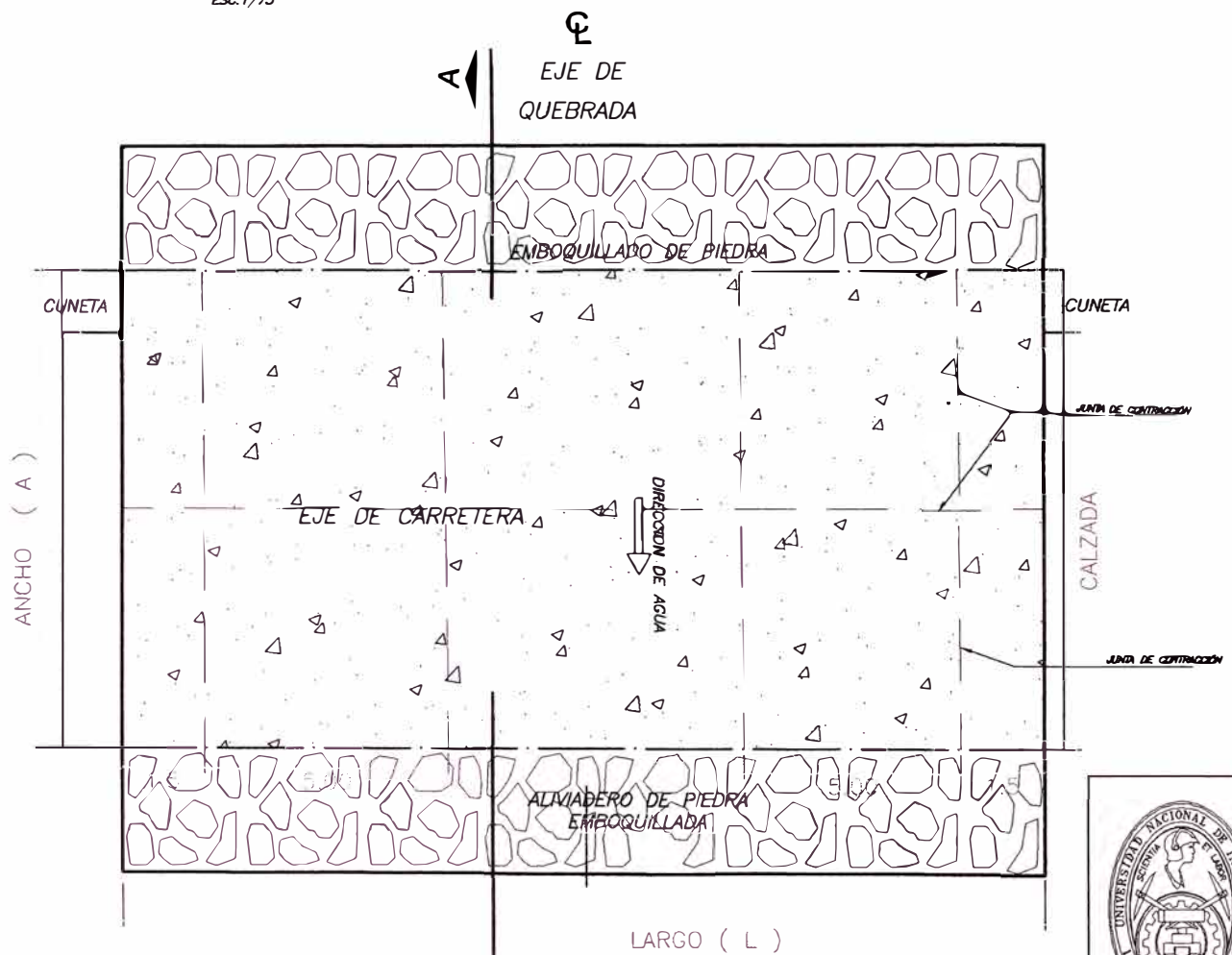
**C-01**



**DETALLE DE BADEN SIN MURO CORTE A-A**  
ESC:1/75



**CORTE LONGITUDINAL DEL BADEN**  
ESC:1/75

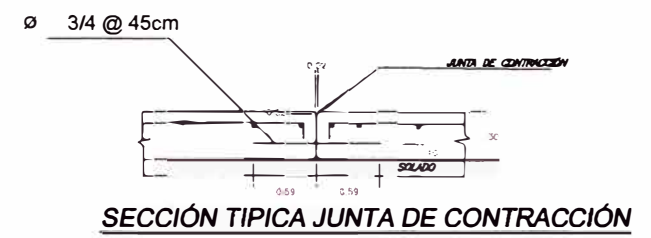


**PLANTA**  
ESC:1/75

**DESCRIPCION DE BADENES**

Item	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN OBRA DE ARTE	CARACTERÍSTICAS		
			Ancho (A)	Longitud (L)	h
1	167+760	Baden	5.50	28.00	0.30

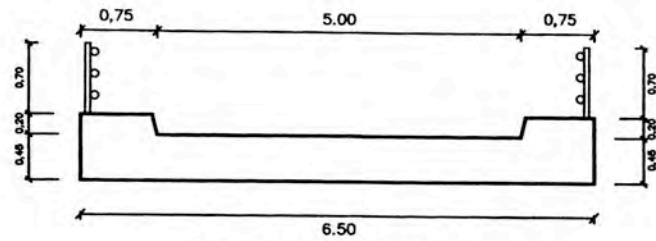
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO	$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
EMBOQUILLADO	PIEDRA CANTO RODADO DE 4" a 6" CON MORTERO C:A 1:6
MURO MAMPOSTERIA	ENROCADO CON MORTERO C:A 1:6



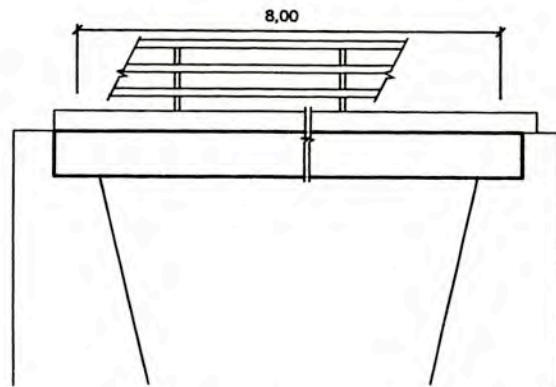
**SECCIÓN TIPICA JUNTA DE CONTRACCIÓN**

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
	PLANO:	DETALLE DE BADEN	
CARRETERA:	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM 167+400 AL KM167+700		
Fecha:	Escala:	Consultor:	
JUNIO-2009	1/75		
			<b>B-1</b>

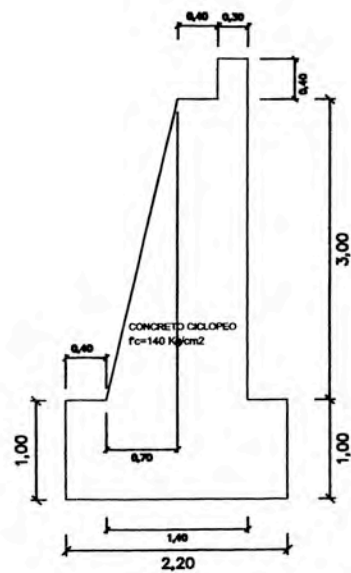




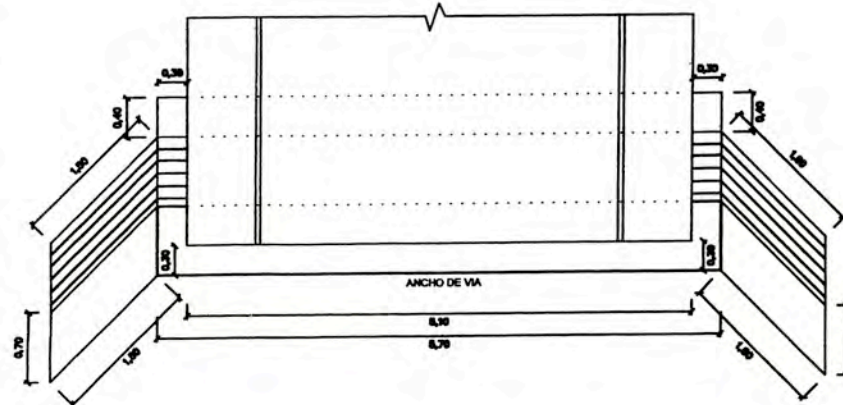
**SECCION TRANSVERSAL**  
ESCALA 1/50



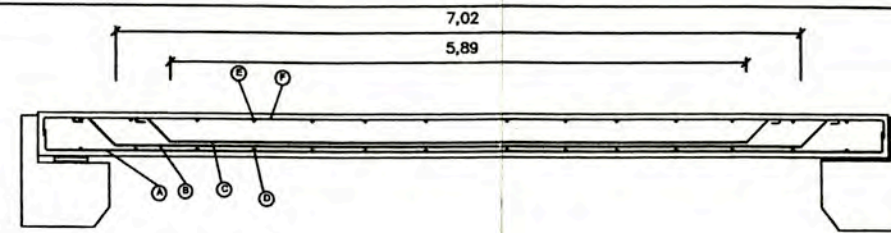
**SECCION LONGITUDINAL**  
ESCALA 1/50



**SECCION A-A ESTRIBO**  
ESCALA 1/50



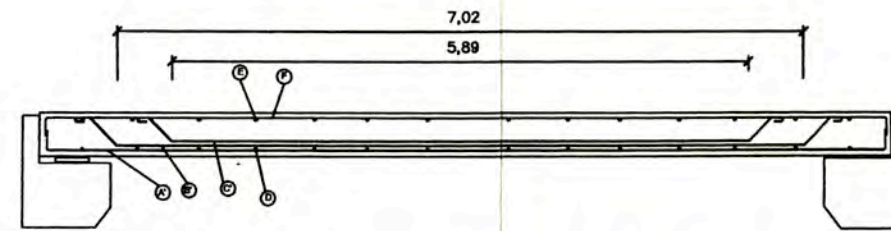
**PLANTA ESTRIBO**  
ESCALA 1/50



**SECCION LONGITUDINAL LOSA CENTRAL**  
ESCALA 1/50

**RELACION DE FIERROS**

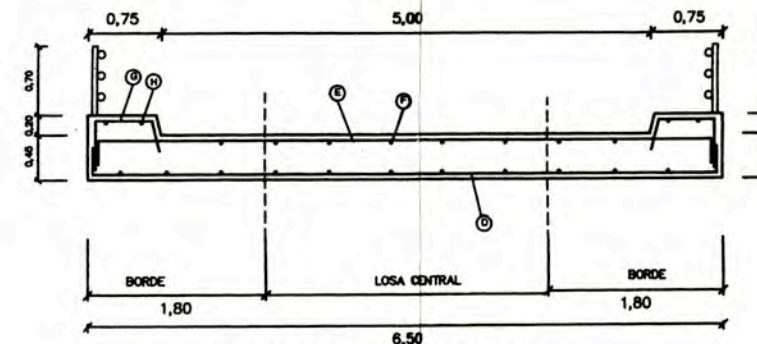
A	∅ 3/4 @ 18.75
B	∅ 3/4 @ 18.75
C	∅ 3/4 @ 18.75
D	∅ 5/8 @ 11.7
E	∅ 3/8 @ 25
F	∅ 3/8 @ 25



**SECCION LONGITUDINAL LOSA DE BORDE**  
ESCALA 1/50

**RELACION DE FIERROS**

A'	∅ 3/4 @ 23.08
B'	∅ 3/4 @ 23.08
C'	∅ 3/4 @ 23.08
D	∅ 5/8 @ 11.7
E	∅ 3/8 @ 25
F	∅ 3/8 @ 25



**SECCION TRANSVERSAL**  
ESCALA 1/50

**RELACION DE FIERROS**

D	∅ 5/8 @ 11.7
E	∅ 3/8 @ 25
F	∅ 3/8 @ 25
G	∅ 1/2 @ 30
H	∅ 1/2 @ 30

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
	PLANO: <b>DETALLE DE PONTON</b>		
	CARRETERA: <b>AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUAYOS-HUANCAYO KM 167+400 AL KM 167+700</b>		
	Fecha: JUNIO - 2009	Escala: 1/75	Consultor: <b>P-01</b>