

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL
KM 59 + 400 AL KM 59 + 700**

ANALISIS HIDROLOGICO Y DISEÑO HIDRAULICO

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ANGELA GISELA GALVEZ MEZA

Lima- Perú

2008

ÍNDICE

ÍNDICE	1
LISTA DE CUADROS	3
LISTA DE GRÁFICOS	5
RESUMEN.....	6
INTRODUCCION.....	9
CAPITULO I.....	11
PERFIL DEL PROYECTO.....	11
1.1. Aspectos generales.....	11
1.1.1. Nombre del proyecto	11
1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora.....	11
1.1.3. Participación de las entidades involucradas	11
1.1.4. Marco de referencia.....	11
1.2. Identificación	14
1.2.1. Diagnóstico de la situación actual	14
1.2.2. Definición del problema y sus causas.....	16
1.2.3. Objetivo del proyecto.....	17
1.2.4. Alternativas de solución.....	18
1.3. Formulación y costos	18
1.3.1. Estudio de tráfico.....	19
1.3.2. Análisis de la demanda	19
1.3.3. Situación actual de la carretera Oferta	20
1.3.4. Balance oferta – demanda.....	20
1.3.5. Costos estimados.....	21
1.4. Evaluación.....	24
CAPITULO II.....	26
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	26
2.1. Fundamento teórico	26
2.1.1. Cuenca	26
2.1.2. Morfología de la cuenca	26
2.1.3. Tiempo de concentración	30
2.1.4. Precipitación.....	30
2.1.5. Relaciones intensidad-duración-frecuencia	32
2.1.6. Distribución temporal de la precipitación	32
2.1.7. Distribución espacial de la precipitación	32
2.1.8. Abstracciones hidrológicas.....	33
2.1.9. Escorrentía	34
2.1.10. Relación precipitación escorrentía.....	35
2.1.11. Modelamiento de la escorrentía	37
2.2. Cálculos hidrológicos	46
2.2.1. Información básica	46
2.2.2. Precipitaciones máximas de 24 horas	46
2.2.3. Parámetros geomorfológicos.....	48
2.2.4. Escurrimiento superficial	49
2.3. Dimensionamiento de estructuras hidráulicas	52

2.3.1.	Estructuras de drenaje longitudinal	52
2.3.2.	Estructuras de drenaje transversal	52
2.3.3.	Sistema de subdrenaje	54
CAPITULO III.	.....	56
EXPEDIENTE TÉCNICO	.....	56
3.1.	Memoria descriptiva	56
3.1.1.	Ubicación.....	56
3.1.2.	Clima y meteorología.....	56
3.1.3.	Actividades Económicas.....	57
3.1.4.	Descripción del Proyecto.....	58
3.2.	Especificaciones técnicas de las obras de drenaje	58
3.2.1.	Sección 600B Trazo, nivelación y replanteo.....	58
3.2.2.	Sección 601B Excavación para estructuras	59
3.2.3.	Sección 602B Demolición de estructuras	64
3.2.4.	Sección 605B Relleno para Estructuras	70
3.2.5.	Sección 610B Concretos	77
3.2.6.	Sección 615B Acero de refuerzo	104
3.2.7.	Sección 616B Encofrado y Desencofrado	110
3.2.8.	Sección 622B Tubería Metálica Corrugada	113
3.2.9.	Sección 636B Cunetas Revestidas de Piedra	120
3.2.10.	Sección 666B Piedra Acomodada	124
3.3.	Metrados	125
3.4.	Presupuesto de obra	126
3.4.1.	Análisis de costos unitarios	126
3.4.2.	Gastos generales	126
3.4.3.	Valor Referencial	126
3.4.4.	Formula polinómica	126
3.5.	Relación de equipo mínimo	127
3.6.	Cronograma de desembolsos mensuales	127
3.7.	Cronograma de ejecución de obra	128
CONCLUSIONES	.....	129
RECOMENDACIONES	.....	130
BIBLIOGRAFIA	.....	131
ANEXOS	.....	133

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1.1 Características Geométricas del Proyecto.
- Cuadro 1.2 Variación en la Población en los distritos dentro del área de influencia del proyecto.
- Cuadro 1.3 Causas y Efectos
- Cuadro 1.4 Medios y Fines
- Cuadro 1.5 Tráfico Total Proyectado con Implementación del Proyecto.
- Cuadro 1.6 Comparación de alternativas
- Cuadro 1.7 Comparación de alternativas
- Cuadro 1.8 Costos de mantenimiento periódico y rutinario de ambas alternativas.
- Cuadro 1.9 Costos incrementales - comparación de alternativas
- Cuadro 1.10 Beneficios incrementales a precios sociales
- Cuadro 1.11 Análisis económico de las alternativas 1 y 2
- Cuadro 2.1 Relaciones entre tamaño de cuenca y tres aproximaciones comúnmente usadas.
- Cuadro 2.2 Estaciones Pluviométricas y periodos de registro
- Cuadro 2.3 Precipitaciones máximas de 24 horas para diversos periodos de retorno.
- Cuadro 2.4 Parámetros Geomorfológicos de la cuenca de la quebrada Machuranga.
- Cuadro 2.5 Descargas pico para 20 y 50 años de periodo de retorno con el método de onda cinemática.
- Cuadro 2.6 Descargas pico para 20 y 50 años de periodo de retorno con el método de hidrograma unitario del SCS.
- Cuadro 2.7 Descargas pico para 50 años de periodo de retorno.
- Cuadro 3.1 Régimen de precipitaciones mensuales en el área del proyecto.
- Cuadro 3.2 Granulometría de los filtros
- Cuadro 3.3 Requisitos de calidad
- Cuadro 3.4 Máximo contenido de sustancias perjudiciales del agregado fino.
- Cuadro 3.5 Granulometría del agregado fino
- Cuadro 3.6 Máximo contenido de sustancias perjudiciales
- Cuadro 3.7 Granulometría del agregado grueso
- Cuadro 3.8 Tamaño máximo del agregado grueso en pulgadas
- Cuadro 3.9 Tolerancias máximas del agua

- Cuadro 3.10 Contenido máximo del ión cloruro
- Cuadro 3.11 Resistencia máxima a la compresión a los 28 días
- Cuadro 3.12 Características físicas del concreto
- Cuadro 3.13 Asentamiento máximo del concreto
- Cuadro 3.14 Resistencia promedio requerida
- Cuadro 3.15 Resistencia sobre aire incluido
- Cuadro 3.16 Ensayo y frecuencia de los agregados
- Cuadro 3.17 Peso específico de las barras de acero
- Cuadro 3.18 Pesos unitarios de las barras de acero
- Cuadro 3.19 Metrados
- Cuadro 3.20 Resumen de gastos generales del proyecto
- Cuadro 3.21 Fórmula polinómica
- Cuadro 3.22 Cronograma de desembolsos

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Representación de una cuenca simple en el modelo de onda cinemática

RESUMEN

El presente estudio está enfocado a plantear una alternativa de solución desde el punto de vista académico para un tramo de la carretera Cañete – Yauyos del Km 59+400 al Km 59+700 tramo. Para su desarrollo se tomó como base el estudio realizado previamente para el mejoramiento de la carretera a nivel de perfil. El estudio de perfil se realizó siguiendo el formato estándar de elaboración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). El sistema fija un horizonte del proyecto ó vida útil del proyecto de diez años fundamentado en que es un horizonte comparable para diversas alternativas.

Como punto de inicio para la elaboración del perfil se realizó una 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: **"Falta de capacidad y deficiente transitabilidad de la vía que limita el traslado de carga y pasajeros"**. Se realizó un análisis de causa efecto y con esto se determinó los fines fundamentales y los medios adecuados para concretarlos.

Antes de plantear las alternativas de solución se realizó un análisis preliminar del tráfico generado por el proyecto, sin embargo este resultado es bajo, debido a que esta basado en las condiciones actuales de la carretera que afecta considerablemente la demanda y no justifica inversiones iniciales altas.

De esta forma se plantearon dos alternativas de solución. Para efectuar la evaluación y posterior elección de la alternativa que sea más conveniente para su ejecución, se utilizó la demanda vehicular de la vía, y por consiguiente los costos de operación vehicular. Se realizó el análisis de la demanda actual, proyectada, la generada y desviada en la situación con proyecto y se obtuvo un Índice Medio Diario (IMD) total de 81 vehículos/día.

La alternativa ganadora consta del mejoramiento de la superficie de rodadura con carpeta asfáltica la que será colocada en caliente. Además se plantea la construcción de un adecuado sistema de drenaje que consta de alcantarillas, cunetas y sistema de subdrenaje a lo largo del tramo de carretera; así como la construcción de alcantarilla de cruce de una quebrada adyacente al tramo de carretera. En el Capítulo I se presenta el resumen del desarrollo del perfil.

El presente informe está enfocado al diseño de las estructuras hidráulicas de la Carretera Cañete – Yauyos del Km 59+400 al Km 59+700, y se muestran procedimientos adecuados y análisis más detallados de los que actualmente contemplan los manuales de diseño de carreteras vigentes (DG-2001 y de bajo volumen de tránsito) respecto al tema de manejo de aguas.

Se realizó un estudio hidrológico detallado, aplicando los métodos estadísticos conocidos para el análisis inicial de los datos. Luego se utilizaron dos metodologías para el cálculo de escurrimiento, estas son: Onda cinemática e Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS). En base a estos resultados se dimensionaron las estructuras de drenaje y evacuación de aguas superficiales. Las cunetas y estructuras de colección fueron diseñadas para un periodo de retorno de 20 años y la alcantarilla de cruce para un periodo de retorno de 50 años, realizando un análisis de riesgo para ambas estructuras asumiendo una vida útil de 10 años se obtiene un 40% y 18% de riesgo respectivamente (ver anexo B-27).

Se dimensionó un sistema de subdrenaje debido a que la carretera cruza por zonas de cultivo en ladera, lo que significa que existen suelos con alto potencial de retención de agua y movimientos hacia aguas abajo que fluyen debajo de la superficie del pavimento.

Finalmente, se elaboró el expediente técnico del proyecto, que para el diseño de estructuras hidráulicas de la carretera abarca las partidas de: Obras preliminares y movimiento de tierras, excavación, encofrado y desencofrado, colocación de concreto, colocación de acero, construcción de cunetas, colocación de subdrenes y colocación de alcantarillas. Dicho expediente técnico incluye memoria descriptiva, especificaciones técnicas, análisis de costos y presupuestos y cronograma de obra.

Las especificaciones técnicas se elaboraron de acuerdo a las “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2000), considerando las partidas relacionadas a las estructuras de drenaje.

Con los metrados obtenidos del trazo de la carretera, así como los gastos generales y utilidad se obtuvieron los costos totales de ejecución del proyecto. El monto asciende a la cantidad de S/ 366,051 con los costos actualizados a noviembre del 2008.

INTRODUCCIÓN

Enmarcados en los actuales objetivos del gobierno central y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), surge la necesidad del mejoramiento de una vía existente que actualmente se encuentra en malas condiciones y este es el corredor económico Nro 13 - Cañete Yauyos Chupaca, denominado así por el proyecto Sierra Exportadora.

La carretera en estudio es una vía de penetración que une la Costa con la Sierra que se encontraba en un estado de conservación deficiente, por lo tanto, era y es una vía de tercera clase con bajo volumen de tránsito que requería de un alto costo de mantenimiento vehicular, así como un alto tiempo de viaje.

En el año 2008 esta vía se otorgó en concesión bajo la modalidad de contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio, cuyos trabajos consisten en mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario; sin embargo el problema persiste, aunque en menor magnitud.

La vía tiene características que no la hacen atractiva para el transporte comercial; la superficie de rodadura es de tipo "afirmado"; el trazo geométrico de esta carretera presenta tramos en los que existe alto riesgo de accidentes, lo que significa una situación de peligro para los conductores y pasajeros.

El estudio tiene como objetivo mejorar la situación actual de la carretera cumpliendo con la normatividad vigente que permitirá el incremento del tránsito, lo que trae como consecuencia lograr las metas propuestas por los programas de gobierno en conjunto con el MTC.

Sin embargo es necesario recalcar que no sólo el nuevo trazo geométrico, ni las estructuras diseñadas garantizarán el buen funcionamiento de la vía, sino más bien los adecuados trabajos de mantenimiento periódico y rutinario que deberán planificarse desde la construcción de la carretera.

Este trabajo presenta una propuesta enfocada al manejo de agua superficial y subsuperficial de la carretera. El desarrollo del presente informe busca crear

una alternativa de solución a los problemas que actualmente se presentan en la carretera en el tramo de Pacarán a Yauyos.

El presente informe está compuesto por tres secciones principales; el Capítulo I que resume las consideraciones técnicas y económicas del estudio a nivel de perfil, realizado para la carretera Cañete – Yauyos. Describe la problemática que lleva a proponer esta alternativa de solución, y además muestra el análisis de la viabilidad económica del proyecto.

En el Capítulo II se detalla tres temas importantes, en la primera parte se mencionan las consideraciones teóricas utilizadas en el posterior análisis y diseño, la segunda parte muestra detalladamente el análisis hidrológico de la zona del proyecto y finalmente en base a estos resultados se diseñan las estructuras necesarias que componen un eficiente sistema de drenaje.

En el Capítulo III se detalla el expediente técnico desarrollado para el proyecto de mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos del Km 59+400 al Km 59+700. Este expediente consta de una resumida memoria descriptiva, las especificaciones técnicas para las estructuras planteadas, las cuales han sido extraídas del manual EG 2000 del MTC, así como también el análisis de costos y cronograma de ejecución del proyecto.

CAPITULO I.

PERFIL DEL PROYECTO

En el presente capítulo se detalla en forma sucinta el perfil de proyecto de inversión pública denominado “Mejoramiento de la carretera Cañete - Chupaca tramo del km 59 + 400 al km 59 + 700” acorde con el actual Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

1.1. Aspectos generales

1.1.1. Nombre del proyecto

El proyecto “Mejoramiento de la carretera Cañete-Lunahuaná-Pacarán-Zúñiga-Div. Yauyos Chupaca” se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín que cruza la costa y la sierra como se muestra en la figura 04 del anexo D. La carretera conformará el corredor vial Nro. 13 dentro del programa “Proyecto Perú” y conectará las localidades: Cañete, Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, división Yauyos, Chupaca. La principal actividad económica en estas localidades es la agricultura.

1.1.2. Unidad formuladora y ejecutora.

Para el caso del presente perfil se considerará 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

Se contará con la participación de las autoridades de los centros poblados de la zona quienes comunicaran a la población sobre los beneficios del proyecto, los comerciantes y asociaciones, el sector privado y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

1.1.4. Marco de referencia

El presente proyecto se encuentra enmarcado en los objetivos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante el plan de desarrollo vial denominado “Integrando Nuestro País” para contribuir con el programa Sierra exportadora cuyo objetivo es generar corredores económicos entre la costa, sierra y selva. De esta forma se busca mejorar las condiciones de las vías de integración de

dichos corredores económicos conformando ejes de desarrollo sostenido, logrando elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales.

Mediante la construcción del proyecto se lograrán dos objetivos esenciales; la creación de un corredor de integración económica y la futura descongestión de la Carretera Central.

Actualmente las condiciones inadecuadas de transitabilidad de la vía no hacen atractiva la utilización de esta ruta, principalmente por los vehículos de carga pesada. Los tiempos de viaje son elevados y el diseño geométrico no la hace segura. Por estas razones, actualmente la carretera se encuentra bajo la modalidad de contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio, los trabajos consisten en mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario; sin embargo el problema aunque en menor magnitud persiste.

En la figura 1 del anexo D se observa la integración de los corredores económicos con la red vial nacional.

Para el desarrollo del proyecto a nivel de perfil se tomó como muestra de la zona de estudio un tramo de 300 metros de longitud de la carretera entre Cañete y Chupaca. El proyecto consiste en el mejoramiento de la transitabilidad y cambio en el diseño geométrico de la carretera. El mejoramiento de la transitabilidad se realizará mediante la rehabilitación de la superficie de rodadura, así como también la ampliación de la sección transversal y construcción de obras de drenaje.

El cambio en el diseño geométrico de la carretera se realiza siguiendo las normas de “Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” con lo que se obtuvieron los parámetros mostrados en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1
Características Geométricas del Proyecto

Características	Afirmado	Superior
IMD (veh/día)	< 100	< 100
Precipitación (mm)	< 500 mm	< 500 mm
Orografía Promedio (%)	30%	30%
Clasif de acuerdo a la demanda	3ra clase	3ra clase
Clasif cond Orograficas	tipo 2	tipo 2
Veloc Direc (Km/h)	50	50
Ancho calzada (m)	6.0	6.0
Ancho bermas (2 carriles) (m)	0.75	0.75
Bombeo* (%)	3.0 - 3.5%	2.0%
Peralte normal (%)	6.0%	6.0%
Peralte máximo (%)	8.0%	8.0%
Long. Transición Peralte (m)	33	33
Radio minimo (m)	73	73
Sobreancho (m)	1.6	1.6
Pendiente máxima (%)	8.0%	8.0%
Inclinación Maxima Cuneta (V:H)	1:2	1:2
Long. Tang. Entre contracurvas (m)	70	70
Ancho de derecho de via	16 m	

* Se ha considerado 2% de bombeo para todos los casos

Fuente: Elaboración Propia

1.2. Identificación

1.2.1. Diagnóstico de la situación actual

Actualmente la carretera se encuentra en concesión para el mantenimiento periódico y rutinario bajo la modalidad de contratación de servicios de conservación vial por niveles de servicio, a pesar de ello se evidencia la dificultad en el tránsito de los vehículos por falta de ancho de vía y de la deficiente visibilidad originada por un diseño geométrico no acorde con el “Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” del MTC.

Situación y problemática que motiva el proyecto

Se registra tránsito vehicular a baja velocidad (30-40 Km/h) debido a que la superficie de rodadura presenta encalaminados, baches, hundimientos, etc., en ciertos tramos. Además, la distribución del sistema de riego que se encuentra al borde de la calzada origina pequeños cursos de agua que cruzan la vía, deteriorándola en algunos sectores.

Zona y poblaciones afectadas

La población asentada a lo largo de la carretera tiene muchas esperanzas puestas en el mejoramiento de esta vía, ya que se beneficiarían en el ámbito agro-exportador. Al crear un nuevo corredor económico entre la costa y la sierra es predecible el crecimiento económico que se reflejará en la mejora de la infraestructura y por ende en los niveles de educación, el fácil acceso a los servicios de salud y un mayor intercambio cultural entre dichas localidades.

En encuestas realizadas en la zona, se observa que los ingresos de la población son mínimos, la actividad económica principal es la agricultura de sustento. El Cuadro 1.2 muestra la evolución de la población entre los años 1993 y 2007 de los distritos involucrados en el proyecto.

Cuadro 1.2**Variación en la Población en los distritos dentro del área de influencia del proyecto¹**

Item	Distrito	Año 1993	Año 2007
1	San Vicente de Cañete	32,548	46,464
2	Imperial	30,654	36,340
3	Nuevo Imperial	13,136	19,026
4	Lunahuana	4,233	4,567
5	Pacarán	1,497	1,687
6	Zúñiga	1,256	1,582
7	Catahuasi	1,204	1,090
8	Putinza	448	452
9	Ayauca	1,123	1,773
10	Colonia	1,540	1,439
11	Huantan	929	926
12	Yauyos	876	2,698
13	Laraos	1,188	960
14	Miraflores	453	441
15	Alis	3,224	1,519
16	Tomas	939	1,077
17	San José de Quero	6,614	6,452
18	Chupaca	18,091	20,976
TOTAL		119,953	149,469

Fuente: Censos años 1993 y 2007. INEI.

Gravedad de la situación que se intenta modificar

Mientras se viene ejecutando la conservación rutinaria y periódica a lo largo de los 281.73 Km. de la carretera existente, ante la situación sin proyecto de mejoramiento se tiene una vía con baja transitabilidad para el traslado de pasajeros y carga, que trae consigo una pérdida de tiempo para los usuarios. Así también los productos que se trasladan corren el riesgo de no llegar a tiempo a los mercados en los que se comercializan con la consiguiente pérdida económica para los productores. La mejora de la carretera reducirá los costos de transporte.

Intentos anteriores de solución

No se cuenta con un proyecto aprobado para el mejoramiento de la carretera o alguna acción relacionada a solucionar el problema planteado. A la fecha solo

¹ INEI, Censo Nacional 2007

se cuenta con proyectos de conservación vial periódico que solo intentan detener el proceso de deterioro de la actual vía.

Intereses de los grupos involucrados

Con el objetivo de integrar lo diferentes pueblos de los departamentos de Lima (Cañete y Yauyos) y Junín (Concepción y Chupaca), este proyecto se enmarca dentro de los lineamientos de política del Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de PROVIAS NACIONAL creado por Resolución Directoral N° 697-2003-MTC/20, en el cual asume el Programa Rehabilitación de Transportes del Proyecto Especial Rehabilitación Infraestructura de Transportes. Se requiere implementar el proyecto apoyando a los programas de transporte en lo concerniente al mejoramiento de carreteras y motivar el interés a las instituciones a solucionar a la problemática planteada.

1.2.2. Definición del problema y sus causas

El deterioro de la vía ocasiona en el poblador rural dificultades para su transporte y acceso a los servicios básicos, además del prolongado tiempo de traslado de sus productos y elevado costo de los mismos, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central: “Falta de capacidad y deficiente transitabilidad de la vía que limita el traslado de carga y pasajeros”.

El cuadro 1.3 resume las causas indirectas y directas y los respectivos efectos directos e indirectos de la carretera en condiciones actuales.

Cuadro 1.3
Causas y Efectos

Causas Indirectas	Causas Directas	Efectos directos	Efectos indirectos
Retraso en el inicio del programa de mantenimiento.	Inadecuada infraestructura vial.	Altos costos de transporte.	Bajos márgenes de utilidad para el agricultor.
Insuficiente sección vial en algunos tramos.		Mayor tiempo en traslado de pasajeros y cargas.	Población con alto índice de enfermedad y bajo nivel de educación.
Pérdida de afirmado progresivo.		Incremento del riesgo de pérdidas de producción.	
		Limitado acceso a servicios básicos.	

Fuente: Elaboración Propia

Todos estos efectos confluyen en la identificación de un efecto final: **“Bajo nivel de vida de los pobladores de la zona”**. La figura 02 del anexo D muestra el árbol de causas y efectos.

1.2.3. Objetivo del proyecto

El objetivo general que se plantea en el proyecto es: **“Mejorar la capacidad y transitabilidad de la vía que permita el traslado de carga y pasajeros”**. El cuadro 1.4 muestra los medios a través de los cuales se logrará el objetivo.

Cuadro 1.4
Medios y Fines

Medios fundamentales	Medios de primer nivel	Fines directos	Fines indirectos
Oportuno inicio del programa de mantenimiento.	Adecuada infraestructura vial.	Reducción de costos de transporte.	Mayores márgenes de utilidad para el agricultor.
Adecuada sección vial en algunos tramos.		Menor tiempo en traslado de pasajeros y cargas.	Población con bajo índice de enfermedad y bajo nivel de educación.
Rehabilitación de afirmado y/o colocación de capa asfáltica.		Reducción del riesgo de pérdidas de producción.	
		Mayor y mejor acceso a servicios básicos.	

Fuente: Elaboración Propia

Todos estos fines confluyen hacia un fin último que es: “Contribución en la mejora del nivel socioeconómico de los pobladores de la zona”. La figura 03 del anexo A muestra el árbol de medios y fines.

1.2.4. Alternativas de solución

Se plantea dos alternativas de solución que permitirán cumplir con los objetivos trazados, se analiza la viabilidad técnica y económica y de esta forma se elige la más conveniente.

Alternativa 1

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual “Diseño Geométrico de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Se dejará la superficie de rodadura a **nivel de carpeta asfáltica** con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje. Se construirá una alcantarilla de drenaje en el cruce con la quebrada Machuranga.

Alternativa 2

Se propone el mejoramiento y rehabilitación de la vía mediante la modificación del trazo geométrico de acuerdo a las normas establecidas en el manual “Diseño Geométrico de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Se dejará la superficie de rodadura a **nivel de tratamiento bicapa** con ampliación de ancho de vía de acuerdo a las normas. Se construirán alcantarillas y cunetas además de un sistema de subdrenaje. Se construirá un badén de drenaje en el cruce con la quebrada Machuranga.

En el cuadro 1.6 se presentan las características técnicas de ambas alternativas

1.3. Formulación y costos

La evaluación y análisis del proyecto es analizada para un horizonte estándar de acuerdo al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), que es considerado de 10 años.

El área de influencia de toda la carretera está delimitado por una extensión de 2.5 Km. a cada lado de la vía. En la figura 05 del anexo D se muestra el área de influencia del proyecto y los centros poblados involucrados.

1.3.1. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico fue tomado del “Estudio de Factibilidad del proyecto de mejoramiento y rehabilitación de la carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca” realizado el año 2005. El conteo vehicular se realizó en el mes de marzo del mismo año.

1.3.2. Análisis de la demanda

Tomando como base el estudio de tráfico del año 2005 se realizó la proyección año por año dentro del horizonte del proyecto en la situación sin proyecto.

Para los vehículos ligeros se considera una tasa de crecimiento igual a la tasa de crecimiento poblacional que asciende a 1.89%, mientras que para los vehículos de carga se considera la tasa de crecimiento igual al crecimiento del PBI de la zona que asciende a 4.25%.

Para la proyección de la situación con proyecto se sumo a la proyección sin proyecto el tráfico generado y desviado. Se sumió el tránsito generado como un 30 % del tráfico estimado de acuerdo a experiencias anteriores; el tráfico desviado fue tomado del estudio de tráfico del 2005. El cuadro 1.5 muestra el resumen total del Índice Medio Diario (IMD) en los años del horizonte del proyecto y la situación con proyecto.

Cuadro 1.5**Tráfico Total Proyectado con Implementación del Proyecto**

Tráfico Total Proyectado	Tasa De Crecimiento	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Auto	1.89%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pick up	1.89%	7	9	10	10	10	10	10	10	10	12	12
Panel	1.89%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta Rural	1.89%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Microbus	1.89%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	1.89%	14	18	18	18	20	20	20	20	21	21	21
Bus 3E	1.89%	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E L	4.25%	4	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9
Camión 2E P	4.25%	3	4	5	5	5	5	5	5	7	7	7
Camión 3E	4.25%	6	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10
Camión 4E	4.25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S 2	4.25%	1	2	2	2	2	2	2	2	4	4	5
2S 3	4.25%	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3S 2	4.25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S 3	4.25%	0	8	9	9	9	10	10	11	11	12	12
3T 2	4.25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T 3	4.25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		37	50	63	63	66	68	68	69	75	79	81

Fuente: Estudio de Factibilidad del proyecto de mejoramiento y rehabilitación de la carretera Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca. PROVIAS – MTC – 2005

1.3.3. Situación actual de la carretera Oferta

Las características actuales de la carretera se resumen a continuación:

- Tramo de Estudio: 300 m. Desde progresiva 59+400 hasta la 59+700
- Superficie de rodadura: Tierra. Afirmado
- Ancho Calzada: 4.5 m.
- Pendiente: 11%
- Estado de la superficie: Regular, con tramos encalaminados y con presencia de baches. Además de presencia de abundante polvo.
- Características Geométricas: curvas con poca visibilidad y sin señalización.
- Cunetas: No presenta
- Alcantarillas: Solo presenta alcantarillas de riego agrícola, no pluviales.

1.3.4. Balance oferta – demanda

El cuadro 1.6 muestra las alternativas planteadas para la solución del problema. La comparación de alternativas se realizó para un IMD menor a 100 vehículos/día debido a que el tráfico proyectado al 2018 es de 81 vehículos/día.

Cuadro 1.6
Comparación de alternativas

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
IMD	< 100 vehículos/día	< 100 vehículos/día
Longitud de análisis	300 m.	300 m.
Velocidad Directriz	50 Km/h	50 Km/h
Pendiente Máxima	8%	8%
Radio mínimo Normal	80 m.	80 m
Radio mínimo excepcional	73 m.	73 m.
Ancho Sup. Rodadura	6.0 m.	6.0 m
Berma	0.75 m.	0.75 m
Bombeo	2%	2%
Cunetas	Triangular 1V:1.5H. Enrocado con concreto	Triangular 1V:1.5H. Enrocado con concreto
Carpeta de Rodadura	Carpeta Asfáltica.	Tratamiento Bicapa
Alcantarillas	Tipo TMC.	Tipo TMC.
Señalización	Horizontal y vertical	Horizontal y vertical
Obras adicionales	Alcantarillas de drenaje de quebrada	Badén en quebrada

1.3.5. Costos estimados

La estimación de costos se realizó para la ejecución del tramo de estudio de 300 m.

El costo total estimado para ambas alternativas se obtiene del análisis del presupuesto de ejecución del proyecto, éste es considerado como la inversión inicial en el año cero del horizonte. Los costos de mantenimiento se calcularon por año durante todo el horizonte del proyecto. Finalmente se adicionaron los costos ambientales.

El costo total de la alternativa 1 asciende a s/. 278,019, el cuadro 1.7 muestra el resumen de los costos de las partidas generales de ejecución del proyecto a precios de mercado para la alternativa 1. El costo detallado se encuentra en el Anexo A-1.

Cuadro 1.7
Costo total de la alternativa 1

ITEM	PARTIDAS BÁSICAS	PARCIAL
1	OBRAS PRELIMINARES	s./ 31,425.0
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	s / 49,827.7
3	PAVIMENTO	s / 87,853.2
4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	s./ 31,332.4
5	SEÑALIZACIÓN	s./ 2,717.5

COSTO DIRECTO	s./ 203,156.0
GASTOS GENERALES (8%)	s./ 16,252.0
UTILIDAD (7%)	s./ 14,221.0
SUB TOTAL	s./ 233,629.0
IGV (19%)	s./ 44,390.0
TOTAL	s./ 278,019.0

El costo de mantenimiento rutinario luego de la ejecución del proyecto sin contar los años donde se realizará mantenimiento periódico a precios de mercado asciende a S/. 2359. El costo de mantenimiento periódico asciende a S/. 5438.

El costo total de la alternativa 2 asciende a S/. 299,388 y el detalle se muestra en el anexo A-4

El costo de mantenimiento luego de la ejecución del proyecto sin contar los años donde se realizará mantenimiento periódico a precios de mercado asciende a S/. 4754 y el costo de mantenimiento periódico asciende a S/. 7833 el detalle se muestra en los anexos A-5 y A-6. En el cuadro 1.8 se presentan los costos de mantenimiento rutinario y periódico para ambas alternativas.

Cuadro 1.8

Costos de mantenimiento periódico y rutinario de ambas alternativa

	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Rutinario	Periódico	Rutinario	Periódico
MANTENIMIENTO / AÑO	1123.5	3373.5	2873.5	5123.5
OPERACIÓN / AÑO	600.0	600.0	600.0	600.0
COSTO DIRECTO	1723.5	3973.5	3473.5	5723.5
GASTOS GENERALES 15.%	258.5	596.0	521.0	858.5
UTILIDAD 0%	0.0	0.0	0.0	0.0
COSTO TOTAL	2358.6	5437.7	4753.5	7832.6

Los costos incrementales se obtienen de la diferencia de los costos de la situación con proyecto menos la situación sin proyecto. Los Anexos A-7 y A-8 muestran los costos de la situación sin proyecto a precios privados y sociales respectivamente

Para la obtención de los costos incrementales debido al proyecto se debe trabajar con precios sociales. Para obtener dichos precios sociales se debe afectar los precios privados por un factor de 0.79 para los costos de inversión y 0.75 para los costos de mantenimiento. Estos factores han sido obtenidos de acuerdo a experiencias en proyectos pasados de acuerdo al MTC. El cuadro 1.9 muestra los costos incrementales para ambas alternativas.

Cuadro 1.9

Costos incrementales - comparación de alternativas

Año	A precios privados		A precios sociales	
	Alternativa 01	Alternativa 02	Alternativa 01	Alternativa 02
2008	278018.69	299387.97	219634.77	236516.50
2009	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2010	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2011	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2012	4217.03	6611.91	3162.77	4958.93
2013	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2014	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2015	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2016	4217.03	6611.91	3162.77	4958.93
2017	1137.91	3532.78	853.43	2649.59
2018	-26663.96	-26406.01	-21110.05	-21002.06

1.4. Evaluación

Los beneficios del proyecto corresponden a los beneficios por ahorro en los costos de operación vehicular incluyendo en el mismo el ahorro por tiempo de viaje de los beneficiados directamente con el proyecto. Esto se realiza como una manera de cuantificar los beneficios para poder realizar la evaluación económica.

Los beneficios incrementales se obtienen de la diferencia entre los beneficios con proyecto menos los beneficios sin proyecto, los beneficios con proyecto y sin proyecto a precios sociales se muestran en el Anexo A-9. El cuadro 1.10 muestra los beneficios incrementales de ambas alternativas en cada año.

Cuadro 1.10
Beneficios incrementales a precios sociales

Año	ALTERNATIVAS	
	Alternativa 01	Alternativa 02
2008	5247.90	4365.33
2009	5950.56	4949.18
2010	6006.57	5000.10
2011	6398.63	5320.88
2012	6766.94	5626.38
2013	7028.31	5840.24
2014	7028.31	5840.24
2015	7065.65	5874.18
2016	8011.02	6653.22
2017	8011.02	6653.22
2018	8403.08	6974.00

Fuente: Elaboración Propia

Para una evaluación global es necesario considerar los costos por efectos de mitigación de impacto ambiental que pueden ser determinantes para la viabilidad del proyecto. Este costo asciende a S/. 36,966. El detalle se muestra en el anexo A-10.

Considerando los costos detallados anteriormente se realizó la evaluación económica para ambas alternativas. Utilizando una tasa social de descuento (TSD) de 14% (establecida por el SNIP para el año 2007). El cuadro 1.11 presenta el resumen de la TIR y el VAN para las alternativas 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 1.11
Análisis económico de las alternativas 1 y 2

TASA DE DESCUENTO:			14.00%
	VAN	TIR	B/C
Alternativa 1	S/. -198,859	-15%	0.14
Alternativa 2	S/. -226,722	-19%	0.1

Los anexos A-10 y A-11 presentan el detalle de la evaluación económica para las alternativas 1 y 2 respectivamente.

Se realizó el análisis de sensibilidad para ambas alternativas.

Cuadro 1.12
Análisis de sensibilidad

ALTERNATIVA	INICIAL	INVERSIÓN (+10%)	INVERSIÓN (+20%)	BENEFICIOS (-10%)	BENEFICIOS (-20%)	INVERSIÓN (+20%) BENEFICIOS (-20%)
ALTER. 01						
VAN (Soles)	-198,859	-218,125	-237,391	-201,962	-205,066	-243,598
TIR (%)	-15%	-16%	-17%	-16%	-17%	-18%
B/C	0.14	0.12	0.12	0.12	0.11	0.09
ALTER. 02						
VAN (Soles)	-226,722	-247,469	-268,216	-229,302	-231,882	-273,376
TIR (%)	-19%	-20%	-21%	-20%	-21%	-22%
B/C	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07

Es necesario realizar un análisis de sostenibilidad. Para el presente estudio se asume que los gastos de mantenimiento estarán a cargo de la municipalidad de Cañete.

Los resultados obtenidos para el tramo en estudio no son representativos para los 281 kilómetros debido a que se deben analizar las condiciones particulares de cada tramo.

Por ser este proyecto un ejercicio académico se considera viable la alternativa menos negativa por lo tanto se considera ganadora la alternativa 1.

CAPITULO II. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

En esta sección se hará mención a los conceptos más importantes para el manejo del agua superficial y subsuperficial aplicado a caminos.

Para una adecuada conservación de la vía durante el periodo de diseño es necesario conocer el comportamiento de los componentes hidrológicos y climatológicos que permitirá diseñar estructuras a la medida de los eventos esperados.

El reconocimiento de campo permite conocer el actual sistema de drenaje, así en el reconocimiento de campo realizado se ha observado que vía no cuenta con un sistema de drenaje eficiente, a lo largo de ella no se observan cunetas definidas y no se cuenta con alcantarillas que evacuen el agua que drena sobre la superficie de rodadura. Esto no sólo afecta la vía sino que incrementa la pérdida de suelos.

2.1. Fundamento teórico

2.1.1. Cuenca

Se denomina cuenca vertiente o cuenca de drenaje, a la superficie de terreno limitada por el contorno a través de la cual la precipitación caída drena por esa sección hacia una corriente en un lugar dado.

Esta es la definición más adecuada enfocada al diseño vial, debido a que cada tramo de la vía recibe el flujo de un área de contribución delimitada por las condiciones topográficas del tramo y la superficie impermeable de la vía que contribuyen a las cunetas laterales.

2.1.2. Morfología de la cuenca

La morfología de la cuenca está definida por tres tipos de parámetros: los parámetros de forma, de relieve y de drenaje.

La forma de la cuenca influye sobre el escurrimiento y el hidrograma resultante de una precipitación dada. En una cuenca de forma alargada el agua discurre en general por un solo cauce principal, en una de forma ovalada los

escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal y la duración del escurrimiento es mayor. Para determinar la forma de la cuenca se utilizan varios índices asociados con la relación área - perímetro. Los más utilizados son el coeficiente de Gravelius y el Rectángulo Equivalente.

Coeficiente de Gravelius

Relaciona el perímetro de la cuenca con otra teórica de forma circular y de la misma superficie.

$$C_g = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Cg, Coeficiente de Gravelius

P, perímetro de la cuenca en Km.

A, superficie de la cuenca en km².

El valor que toma esta expresión es siempre mayor que la unidad y crece con la irregularidad de la forma de la cuenca, para valores entre 1 a 1.25 la cuenca tiene forma redondeada, para valores de 1.25 a 1.5 la cuenca se considera de forma ovalada y de 1.5 a 1.75 se considera de forma oblonga.²

Rectángulo equivalente

Es una transformación geométrica de la cuenca en un rectángulo del mismo perímetro convirtiéndose las curvas de nivel en rectas paralelas a los dos lados menores siendo estos la primera y la última curva de nivel. Se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$L = \frac{C_g \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right) \quad \text{y} \quad l = \frac{C_g \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_g} \right)^2} \right)$$

Donde:

L, altura del rectángulo.

l, base del rectángulo.

C, coeficiente de Gravelius.

² Tragsa, "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión", España, 1998

A, superficie de la cuenca

Este parámetro es utilizado para poder comparar el comportamiento hidrológico de dos cuencas siempre que el $C_g \geq 1.12$.

La influencia del relieve es aún mas evidente, a mayor pendiente, menor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal. También existen parámetros que permiten caracterizar el relieve de la cuenca.

Curva hipsométrica

Representa las cotas del terreno en función de las superficies correspondientes; la altitud en las ordenadas y en las abscisas la superficie de la cuenca para la cual cada punto tiene como cota una determinada altitud.

De la curva hipsométrica se extrae la relación de equilibrio de la cuenca

$$R_h = \frac{S_s}{S_i}$$

Esta relación indica el equilibrio dinámico de la cuenca si $R_h = 1$ se encuentra en equilibrio morfológico, algunos autores atribuyen a esta relación la actividad dinámica de la cuenca.

Altitud media

Se calcula como el cociente entre el volumen de una cuenca (la superficie comprendida entre la curva hipsométrica y los ejes coordenados) y su superficie:

$$\bar{h} = \frac{V}{A}$$

Donde:

\bar{h} , altura media.

V, volumen de la cuenca

A, superficie de la cuenca

Pendiente media

Es la media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales en las que la línea de máxima pendiente es constante.

$$J = 100 \cdot \frac{\sum Li \cdot E}{A}$$

Donde;

J, es la pendiente de la cuenca, en tanto por ciento.

$\sum Li$, suma de las longitudes de las curvas de nivel en Km.

E, equidistancia entre curvas de nivel en Km.

A, superficie de la cuenca en Km²

Los parámetros de drenaje están referidos a la red de drenaje natural, permanente o temporal, por la que fluyen las aguas de escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos de la cuenca.

Longitud de cauce principal

Se define como la distancia entre el punto mas alejado de la naciente de una cuenca hasta el punto de salida.

Densidad de drenaje

Inicialmente, sin tener en cuenta otros factores del medio físico de la cuenca se puede determinar, a través de la densidad de drenaje la respuesta de la cuenca frente a una tormenta; cuanto mayor sea la densidad de drenaje, más rápida será la respuesta de la cuenca, evacuando el agua en menos tiempo.

La densidad de drenaje se define como la longitud media del curso por unidad de superficie:

$$D = \frac{\sum L}{A}$$

Donde:

D, densidad de drenaje (Km⁻¹)

$\sum Li$, suma de las longitudes de los cursos que se integran ala cuenca (Km).

A, superficie de la cuenca (Km.²)

Pendiente del cauce

Existen muchas formulas para definir la pendiente media del cauce principal, la más general es:

$$j = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \cdot 100$$

Donde:

- j, pendiente media del cauce (%).
- Hmax, altura máxima del cauce (m).
- Hmin , altura mínima del cauce (m).
- L, longitud del cauce principal (m).

Esta fórmula debe ser aplicada en cuencas pequeñas en las que se pueda asumir que la pendiente es uniforme a lo largo de todo el cauce principal, de lo contrario se debe utilizar otros criterios que se ajusten a las condiciones topográficas.

2.1.3. Tiempo de concentración

Es el tiempo para el cual toda la cuenca comienza a contribuir³. Este parámetro se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de lluvia caída en el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca, determinándose mediante formulas experimentales.

Una de las ecuaciones muy utilizadas es la de Kirpich:

$$t_c = \left(\frac{0.870 \cdot L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

- tc, tiempo de concentración en horas.
- L, longitud del cauce principal del a la cuenca (Km.)
- H, diferencia de nivel entre la salida de la cuenca y el punto hidráulicamente más alejado de la cuenca.

2.1.4. Precipitación

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre.

Las lluvias presentan gran variación en el espacio y en el tiempo y pueden ser representadas con un mapa de isoyetas.

³ Ven Te Chow, “Hidrología aplicada”, Colombia, 1994.

Los mapas de isoyetas se construyen en base a información recopilada en las diversas estaciones de medición dentro de una cuenca.

La lluvia promedio de una cuenca puede determinarse utilizando tres métodos, el primero es utilizando la media aritmética; este método no es muy representativo si no se cuenta con una cantidad de pluviómetros uniformemente distribuidos dentro de la cuenca.

Los polígonos de Thiessen, es una forma más aproximada para determinar la precipitación promedio de la cuenca. Este método establece que en cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano y los pesos relativos a cada pluviómetro se determinan de las correspondientes áreas de aplicación en una red de polígonos. Este método no toma en cuenta las influencias orográficas en la lluvia.

El método de las isoyetas en cambio, supera las dificultades orográficas interpolando las profundidades de lluvia de cada estación. Para obtener mejores resultados es necesario contar con una densa red pluviométrica.

Un evento de lluvia o tormenta describe un periodo de tiempo en el cual la precipitación es significativa y medible. El tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de un evento de precipitación es definido como la **duración de la precipitación**. La duración es usualmente medida en horas sin embargo para cuencas pequeñas puede ser medida en minutos y para cuencas grandes hasta en días. Las duraciones de precipitación de 6, 12 y 24 horas son comunes en el análisis y diseño hidrológico.

La **profundidad de precipitación** tiende a variar ampliamente dependiendo de la localización geográfica, el clima, el microclima y la época del año; La profundidad de precipitación está muy relacionada con la frecuencia de su ocurrencia.

La **intensidad de precipitación** es la tasa temporal de precipitación, es decir la profundidad de precipitación por unidad de tiempo, puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. La

intensidad promedio es la tasa de profundidad de precipitación entre la duración de la misma. Sin embargo pueden variar ampliamente en el espacio y el tiempo.

La **frecuencia de la precipitación** se refiere al periodo de tiempo transcurrido entre las ocurrencias de dos eventos de precipitación de la misma profundidad y la misma duración, el recíproco a la frecuencia de precipitación es el periodo de retorno.

2.1.5. Relaciones intensidad-duración-frecuencia

Para cuencas pequeñas es necesario determinar las curvas intensidad duración para diversos periodos de retorno o frecuencias.

2.1.6. Distribución temporal de la precipitación

La distribución temporal de una tormenta tiene un rol dominante en la respuesta hidrológica de cuencas medianas. Para una profundidad y duración de tormenta dada, la elección de la distribución de precipitación temporal adimensional permite el desarrollo de un histograma de tormenta de diseño.

Para una profundidad y duración fija, una distribución temporal uniforme, producirá una respuesta baja, con un pico relativamente bajo y un tiempo base largo. Contrariamente, una distribución temporal altamente monouniforme producirá una respuesta rápida, con un pico relativamente alto y un tiempo base corto. En la práctica es necesaria una elección juiciosa de la distribución temporal para el cálculo exacto del flujo pico usando técnicas de modelamiento de cuencas.

2.1.7. Distribución espacial de la precipitación

Para cuencas grandes, el modelamiento depende de la tasa de la distribución espacial de la tormenta. Las tormentas que cubren grandes áreas tienden a tener forma elíptica, con un eje de alta intensidad localizado en el medio de la elipse, rodeado por el decrecimiento de la intensidad y profundidad de precipitación. Mucho más lejos, el eje de la tormenta tiende a moverse en una dirección paralela al viento dominante.

En ciertos casos puede ser necesario considerar tormentas locales y generales. Para cuencas grandes, las tormentas locales son típicamente de alta intensidad

cubriendo solo una fracción del área de la cuenca. Contrariamente, las tormentas generales cubren toda el área de la cuenca, aunque con baja intensidad y precipitación de larga duración.

2.1.8. Abstracciones hidrológicas

Son los procesos físicos que actúan para reducir la precipitación total en precipitación efectiva. La precipitación efectiva eventualmente va constituir la escorrentía superficial. Hay muchos procesos por los que la precipitación es abstraída por la cuenca, entre ellas las de interés para la hidrología: intercepción, infiltración, superficie de almacenamiento, evaporación y evapotranspiración.

Los objetivos del modelamiento determinan que las abstracciones hidrológicas son importantes en cierta aplicación. Para modelos eventuales el énfasis es la infiltración.

La intercepción es el proceso por el que la precipitación es abstraída por la vegetación u otras formas de cobertura de la superficie. La pérdida por intercepción es la fracción de la precipitación que es retenida por la cobertura vegetal u otra superficie y también absorbida por ésta, eventualmente retornada a la atmósfera por medio de la evaporación. La intercepción es el primer proceso de abstracción que ocurre durante una tormenta.

La infiltración es el proceso por el que la precipitación es abstraída por la infiltración del suelo por debajo del terreno superficial. El agua abstraída se mueve lateralmente en el suelo como un interflujo hacia los cauces lagos o ríos o verticalmente por percolación dentro de los acuíferos. La infiltración es un proceso complejo y es descrito como una tasa de infiltración instantánea o también como una tasa de infiltración promedio medidas en mm/h. la profundidad total de infiltración se obtiene por la integración de la tasa de infiltración instantánea sobre la duración de la tormenta.

La superficie o almacenamiento en depresiones es el proceso por el cual la precipitación es abstraída por que es retenida en charcos, acequias y otras depresiones naturales o artificiales.

La evaporación es el proceso por el cual el agua acumulada en la superficie del suelo que es retenida en las depresiones y los cuerpos de agua como lagos y reservorios es convertida al estado de vapor y retornada a la atmosfera. En hidrología la evaporación se refiere a la tasa neta de transferencia de agua al estado de vapor.

2.1.9. Escorrentía

Se refiere a todo el agua fluyendo sobre la superficie terrestre, es decir el flujo de laderas, quebradas, ríos, etc. El escurrimiento superficial es el proceso por el que el agua está fluyendo constantemente desde las alturas por acción de las fuerzas gravitacionales. La escorrentía es expresada en volúmenes o tasa de flujo

La escorrentía tiene tres componentes: el flujo superficial, el interflujo y el flujo de aguas subterráneas.

El **flujo superficial** es producto de la precipitación efectiva y es llamado también escorrentía directa y tiene la capacidad de producir grandes cantidades de flujo en periodos cortos de tiempo

El **interflujo** es el flujo subsuperficial, el flujo que se produce en las capas de suelo no saturadas ubicadas debajo de la superficie del suelo. El interflujo consiste en el movimiento lateral del agua y la humedad que recorre hacia las elevaciones inferiores. Es un proceso lento pero eventualmente los volúmenes de interflujo fluyen hacia los cauces o ríos principales.

El **flujo subterráneo** toma lugar en forma de flujo saturado a través de depósitos aluviales y otras formaciones que dirigen el agua por debajo del manto de suelo. Al igual que el interflujo el flujo subterráneo es un proceso lento que dirige el agua a zonas profundas que son llevadas hacia los océanos.

El escurrimiento es transportado por los cauces y ríos hacia los océanos. Existen tres tipos de cauces: los perennes, los efímeros y los intermitentes.

Los **cursos efímeros** son aquellos que tienen respuesta directa a la precipitación efectiva, los cursos efímeros no interceptan flujo subterráneo y no

tienen flujo base. Además los cursos efímeros contribuyen al agua subterránea por la infiltración de los lechos de sus cauces por esto son llamados cauces influyentes. Estos cauces son típicos en regiones áridas y semiáridas.

Los **cursos intermitentes** son aquellos que tienen características mixtas portándose como perennes en ciertas temporadas del año y efímeras en otras. Dependiendo de las condiciones estacionales estos pueden alimentar o ser alimentados por el agua subterránea.

Los antecedentes de humedad y la tasa de infiltración puede variar ampliamente y son altamente dependientes del contenido inicial de humedad del suelo.

El reconocimiento de que la escorrentía directa es una función del contenido de humedad ha dado lugar al concepto de Índice Antecedente de Precipitación (IAP). El SCS usa este concepto agrupando la humedad de la cuenca en tres niveles dependiendo del número de días anteriores con una profundidad de precipitación determinada.

2.1.10. Relación precipitación escorrentía

Estas relaciones se dan desde que la precipitación es comúnmente aforada en la mayor cantidad de cuencas mientras que el escurrimiento requiere procedimientos más elaborados de aforo.

La data de precipitación es más voluminosa que la data de escorrentía lo que ha conducido al cálculo de la escorrentía relacionando a la precipitación.

Existen una gran variedad de modelos que relacionan la precipitación con la escorrentía y muchos de ellos han sido desarrollados para simular los procesos de infiltración, humedad antecedente y, etc.

Un modelo típico es el Modelo SCS del número de curva de escorrentía, basada en una relación no lineal entre precipitación - escorrentía que incluye una tercera variable el número de curva de escorrentía (CN), que se determina por una evaluación detallada de diversos factores como: el tipo de suelo, patrones

de uso de suelo y vegetación, antecedentes de humedad y condiciones hidrológicas de la superficie de la cuenca.

Una de las características de la superficie de escorrentía es su propiedad de concentración, para esto es necesario asumir que una tormenta que cae sobre una cuenca dada, produce una distribución uniforme de la intensidad de precipitación efectiva distribuida sobre todo el área de la cuenca. En tal caso, la superficie de escorrentía se concentra a la salida de la cuenca, provee la duración efectiva de la precipitación es suficientemente larga. La concentración de escorrentía implica que la tasa de flujo a la salida se incrementará gradualmente hasta que la precipitación de toda la cuenca ha tenido tiempo de viajar hasta la salida y está contribuyendo al flujo en ese punto. En el tiempo en que la tasa de flujo máximo o de equilibrio es encausada significa que la superficie de escorrentía se ha concentrado a la salida.

La tasa de flujo de equilibrio se calcula multiplicando la intensidad de precipitación efectiva por el área de la cuenca:⁴

$$Q_e = 2.78 \cdot I_e \cdot A$$

- Q_e = tasa de flujo de equilibrio (lt/seg)
 I_e = Intensidad de precipitación efectiva (mm/h)
 A = Área de la cuenca (Ha)

El proceso de concentración de escorrentía puede llevar a tres tipos de respuesta de una cuenca:

El primero ocurre cuando la duración de la precipitación efectiva excede el tiempo de concentración, en este caso la concentración de la escorrentía a la salida corre a su máxima tasa de equilibrio luego de transcurrido un tiempo igual al tiempo de concentración. La lluvia para en este momento y subsecuentemente los flujos en la salida no son grandemente concentrados por que no todas las cuencas están contribuyendo. Para esto se inicia la recesión del flujo hasta cero, el tiempo de concentración es aproximadamente igual al tiempo de concentración este tipo de respuesta es llamado flujo de cuenca concentrado.

⁴ Victor Miguel Ponce; “Engineering Hydrology, Principles and Practices”; Chapter 2; Pg.67

El segundo tipo ocurre cuando la duración de de precipitación efectiva excede el tiempo de concentración. En este caso la escorrentía concentrada a la salida corriendo a su máxima tasa luego de transcurrido un tiempo igual al tiempo de concentración. Desde que la precipitación continúa ocurriendo toda la cuenca continúa contribuyendo al flujo a la salida y seguidamente el flujo queda concentrado igual al valor de equilibrio. Luego que la precipitación para el flujo gradualmente recesa a cero, el tiempo de recesión es aproximadamente igual al tiempo de concentración. Este tipo de respuesta es llamado flujo de cuenca subconcentrado.

El tercer tipo de respuesta ocurre cuando la duración de la precipitación efectiva es más corta que el tiempo de concentración. En este caso el flujo es en la salida no corre al valor de equilibrio. Luego de que la precipitación para, el flujo recesa hasta regresar a cero. Los requerimientos que el volumen será conservado y el tiempo de recesión igual al tiempo de concentración permiten la respuesta de límite plano. A este tipo de respuesta se denomina flujo subconcentrado de la cuenca.

Los flujos sub concentrados son típicos de cuencas medianas y grandes, estos son aquellos con grandes tiempos de concentración.

2.1.11. Modelamiento de la escorrentía

Una vez que comienza la escorrentía, esta ocurre en una zona superficial formada por pequeños surcos y arroyos hasta el canal ó cauce considerado de orden 1, según los diversos métodos de ordenación de redes de drenaje (Horton-Strahler p.e.), y a lo largo de la progresiva red de cauces.

Por tanto el correcto conocimiento de la geomorfología de una cuenca es importante en el análisis de la respuesta de la misma a un evento de precipitación significativo.

El procedimiento de tránsito ó circulación de caudales se emplea para determinar el tiempo y la magnitud (hidrograma) en un punto determinado de un curso de agua utilizando hidrogramas conocidos en puntos determinados.

Estos métodos son fundamentalmente de dos tipos, agregados (hidrológicos) y distribuidos (hidráulicos) según se calcule el flujo en función sólo del tiempo ó del espacio-tiempo, respectivamente.

Agregados: Adecuados cuando no hay efecto de remanso aguas arriba, estos son: embalse a nivel, Runge-Kutta, Muskingum (circulación en ríos), Embalse lineal en serie, Embalse lineal en paralelo.

Distribuidos: Adecuados cuando hay efectos de remanso. Se basan en las ecuaciones de St.Venant y pueden ser de onda cinemática (flujo uniforme y permanente), onda de difusión (flujo no uniforme y permanente), onda dinámica (Flujo no uniforme y no permanente).

El tamaño de la cuenca es una consideración importante antes de la elección de un modelo. El cuadro 2.1 muestra la aplicación de los diferentes modelos de acuerdo al tamaño de la cuenca.

Cuadro 2.1
Relaciones entre tamaño de cuenca y tres aproximaciones comúnmente usadas

		Tamaño de la cuenca		
		Pequeña	Mediana	Grande
Métodos de aproximación	Método racional	Frecuente	No aplicable	No aplicable
	Hidrograma Unitario	No aplicable	Frecuente	Algunas veces
	Métodos de tránsito	Algunas veces	Algunas veces	Frecuente

FUENTE: Manual de referencias técnicas HEC-HMS
 Elaboración propia

El Dr. Ponce sugiere los siguientes valores para los tamaños de cuenca:

- Cuencas Pequeñas: Cuya área aproximada sea menor a 12.5 km² pueden ser modeladas asumiendo lluvias constantes en el tiempo y en el espacio.
- Cuencas medianas: Cuya área aproximada sea mayor a 12.5 km² y menor a 1040 km² pueden ser modeladas asumiendo lluvias constantes en el espacio pero variables en el tiempo.
- Cuencas Grandes: Cuya área aproximada sea mayor a 1040 km² pueden ser modeladas asumiendo que la lluvia varía en el tiempo y en el espacio.⁵

A continuación se explicarán los métodos más conocidos para el cálculo de la escorrentía en obras viales.

Hidrograma unitario

El concepto de hidrograma unitario fue originado por Sherman, se usa para el análisis de cuencas medianas como un medio para desarrollar un hidrograma para cualquier tormenta. La palabra unitario es referida a una profundidad unitaria de precipitación efectiva o escorrentía. Sin embargo debería notarse que Sherman uso esta palabra inicialmente para describir una profundidad unitaria de escorrentía última a un incremento de tiempo unitario. El incremento unitario del tiempo puede ser también 1h, 2h, 3h, etc., o cualquier otra duración apropiada. Para cuencas medianas son comunes los hidrogramas unitarios de 6 horas.

El hidrograma unitario es definido como el hidrograma producido por una profundidad unitaria de escorrentía uniformemente distribuida sobre toda la cuenca y una duración última especificada.

El hidrograma unitario para una cuenca dada puede también ser calculado directamente usando los datos de precipitación escorrentía para eventos seleccionados o indirectamente usando las fórmulas del hidrograma unitario sintético. Mientras ambos métodos pueden ser usados sobre cuencas aforadas sólo métodos modernos son apropiados para cuencas no aforadas.

Desde que un hidrograma unitario ha sido designado solo en conexión con una duración de tormenta dada, seguidamente una cuenca puede tener diversos

⁵ Ada Liz Arancibia; Tesis: "Criterios para el manejo de quebradas y su aplicación en el diseño de obras civiles"; Capítulo 2; Pág. 51.

hidrogramas unitarios, cada uno para una diferente duración de la precipitación. Uno de los hidrogramas unitarios ha sido determinado, otro hidrograma unitario puede ser derivado de este usando uno de los siguientes métodos: método de Superposición y método del hidrograma S.

Las dos asunciones son cruciales para desarrollar la técnica del hidrograma unitario. Estos son los principios de linealidad y superposición.⁶

Las suposiciones para la aplicación del hidrograma unitario son las siguientes:

- El exceso de precipitación tiene intensidad constante dentro de la duración efectiva. Las tormentas seleccionadas para el análisis deben ser de corta duración, debido a que es más probable a que éstas produzcan una tasa de exceso de lluvia intensa y aproximadamente constante, arrojando un hidrograma bien definido y con pico único y tiempo base corto.
- El exceso de precipitación está distribuido en toda el área de drenaje. El hidrograma unitario puede volverse inaplicable cuando el área de drenaje es demasiado grande por ser cubierta por una lluvia distribuida aproximadamente en forma uniforme. En tales casos el área debe dividirse y cada subárea analizarse para tormentas que cubren toda la subárea.
- El tiempo base de un hidrograma de escorrentía directa resultante de un exceso de lluvia de una duración dada es constante. El tiempo base es generalmente incierto, pero depende del método de separación de flujo base. Usualmente el tiempo base es corto si se considera que la escorrentía directa solamente incluye la escorrentía superficial, pero es largo si la escorrentía directa también incluye la escorrentía subsuperficial.
- La ordenadas de todos los hidrogramas de escorrentía directa de una base de tiempo común son directamente proporcionales a la cantidad total de escorrentía directa representada por cada hidrograma, los principios de superposición y proporcionalidad se suponen válidos de tal manera que las

⁶ Victor Miguel Ponce; “Engineering Hydrology, Principles and Practices”; Chapter 5; Pg.168

coordenadas Q_n del hidrograma de escorrentía directa pueden calcularse

utilizando:
$$Q_n = \sum_{m=1}^{n < M} P_m \cdot U_{n-m+1}$$

La información hidrológica real no es verdaderamente lineal cuando se aplica la ecuación a esta. El hidrograma resultante es solamente una aproximación que es satisfactoria en muchos casos prácticos.

- - Para una cuenca dada, el hidrograma resultante de un exceso de lluvia dado refleja las características no cambiantes de la cuenca. El hidrograma unitario se considera único en una cuenca dada e inviolable con respecto al tiempo. Este principio de invarianza temporal, el cual junto con los principios de superposición y proporcionalidad es fundamental para el modulo del hidrograma unitario.
- Los hidrogramas unitarios se aplican solamente cuando las condiciones del canal permanecen sin cambio y las cuencas no tienen almacenamientos apreciables. Esta condición se viola cuando el área de drenaje tiene muchos embalses o cuando las crecientes fluyen por las planicies de inundación, produciendo así, considerable almacenamiento.

Onda Cinemática

El tránsito hidráulico de cuencas usando onda cinemática fue introducido por Wooding en 1965. Desde entonces, la aproximación de onda dinámica ha sido ampliamente usada en el modelamiento determinístico de cuencas. La aproximación también puede ser (agregada o distribuida, dependiendo ya sea de los parámetros que son guardados en forma constante o permiten variación en el espacio).

Las soluciones analíticas son ajustadas en modelos agregados considerando que las soluciones numéricas son las más apropiadas para modelos distribuidos.

Wooding usó una configuración geométrica de libro abierto para representar físicamente el problema de avenidas de cuencas, como su nombre implica, una configuración de libro abierto consiste de dos cuencas rectangulares separadas

por un cauce y drenado lateralmente en de este, en el instante en que el flujo en el cauce drena de la salida de la cuenca.⁷

El modelo de onda cinemática para flujo superficial representa un comportamiento de flujo superficial en la superficie del plano. El modelo puede también ser usado para simular el comportamiento del flujo en los cauces de la cuenca.⁸

Wooding uso soluciones analíticas de onda cinemática y el método de características para formular su método desde que la difusión esta ausente para estas soluciones, el método es exactamente aplicable solo para onda cinemática. El contenido para la aplicabilidad de la onda cinemática ha sido desarrollado por Woolhiser y Liggett para flujo superficial

$$K = \frac{S_0 \cdot L}{F^2 \cdot h_0}$$

K; número cinemático de flujo

F, número de Froude correspondiente al flujo en la salida

h_0 , la profundidad de flujo de equilibrio a la salida.

“Los valores de $K > 20$ describen flujo fuertemente cinemático y por tanto es apropiada la solución utilizando onda cinemática.

Si el valor de K es alrededor de 10 se espera cometer un error del 10%, decreciendo exponencialmente con valores mas grandes que K.⁹

Los modelos de transito cinemático de cuencas pueden ser aproximados en una variedad de formas. Los métodos pueden ser también: analíticos ó numéricos, agregados o distribuidos, lineales o no-lineales, plano singular, dos planos o cascada de planos.

Los modelos analíticos toman ventajas de las propiedades no difusivas de la onda cinemática, por cuanto, modelos numéricos usualmente basados en el

⁷ Victor Ponce, Egeineering Hydrology theory and practices; Chapter 9; Pg.

⁸ US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center; Technical Reference Manual; Chapter 6; Pg.65

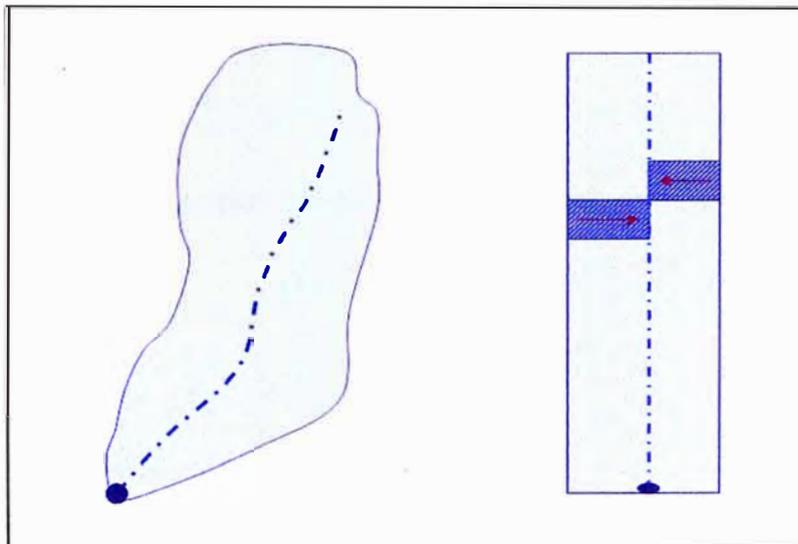
⁹ Eduardo A. Chavarri Velarde; “Métodos de análisis en Recursos de agua”; Clase VIII; Pg 6.

método de diferencias finitas o el método de características. Los modelos lineales asumen una celeridad de onda constante, pero los modelos no lineales ceden esta restricción, los rasgos de la celeridad de onda variable vuelven los modelos no lineales imprácticos. Los modelos de uno y dos planos son más usados en la aproximación.

El modelo podría ser también agregado y distribuido dependiendo ya sea de las entradas y parámetros que están permitidos a variar en el espacio o no. Un modelo simplificado es el que usa entradas constantes y parámetros constantes.

Gráfico 2.1

Representación de una cuenca simple en el modelo de onda cinemática



FUENTE: HEC-HMS, Technical Reference Manual¹⁰

Las ecuaciones que utiliza el modelo son las ecuaciones fundamentales de flujo en canales abiertos y la ecuación de continuidad. El flujo sobre superficies planas es primariamente un flujo unidimensional. La ecuación de momentum en una dimensión en su forma no conservativa es:

$$S_f = S_0 - \frac{\partial y}{\partial x} - \frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t}$$

¹⁰ US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center; Technical Reference Manual; Chapter 6; Pg.65

Donde:

S_f = gradiente de energía.

S_0 = pendiente de fondo

V = velocidad.

y = Profundidad de agua

x = Distancia a lo largo de la trayectoria de flujo

t = Tiempo.

g = Aceleración debida a la gravedad

$\frac{\partial y}{\partial x}$ = Gradiente de presiones

$\frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x}$ = Aceleración convectiva

$\frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t}$ = Aceleración local

El gradiente de energía puede ser estimado con la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{CR^{2/3}S_f^{1/2}}{N} \cdot A$$

Donde:

Q = Caudal

R = Radio hidráulico

A = Área de la sección transversal

N = Factor de resistencia que depende de la cobertura de los planos (no es η de Manning).

Por continuidad la pendiente de fondo es igual a la pendiente de la línea de energía, entonces la ecuación de momentum se simplifica a:

$$S_0 = S_f$$

y la ecuación de Manning:

$$A = \alpha \cdot Q^{\beta}$$

Donde:

A = Área de la sección transversal húmeda.

α, β = Parámetros relacionados a la geometría y a la rugosidad de la superficie.

Y la ecuación de continuidad se reduce a:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial t} = q$$

La aproximación de onda cinemática se resuelve de la misma forma para flujo superficial o flujo en canales y es como sigue:

- La ecuación diferencial parcial se aproxima con un esquema de diferencias finitas.
- - Se asignan las condiciones iniciales y de borde.
- - Las ecuaciones algebraicas resultantes son resueltas para encontrar las ordenadas del hidrograma desconocido.

Para estimar la escorrentía con el modelo de onda cinemática, la cuenca se debe describirse con un conjunto de elementos:

- Planos de flujo superficial: Pueden ser descritos más de dos planos que contribuyen a la escorrentía en los canales en la cuenca
- Canales subcolectores: estos son pequeños canales. (redes de drenaje de aguas de lluvia)
- Colector de canales: conduce el agua al canal principal proveniente de los subcolectores.
- El canal principal: este canal conduce agua de aguas arriba de las subcuencas y el flujo que ingresa del colector o planos de flujo superficial

El modelo de onda cinemática provee traslación y difusión, este sin embargo debido solo al tamaño de la grilla finita. El método puede ser lineal o no lineal, agregado o distribuido, dependiendo del esquema de ingreso de datos numéricos. El método es aplicable a cuencas pequeñas con pendientes empinadas donde la difusión es pequeña y puede ser controlada por el refinamiento de grillas. Teóricamente el método podría también ser aplicable a cuencas medianas, tan grande como la difusión física permanezca pequeña. En

la práctica en las cuencas grandes la mayor diferencia es que la difusión física es despreciable. La naturaleza distribuida de los modelos de onda cinemática resultan en una necesidad substancial de datos, el uso de parámetros promedio volverían el modelo agregado con la consecuencia de pérdida de detalle. Una consideración importante en los modelos de onda cinemática es la validación de la configuración geométrica. Además las descripciones de dos planos son adecuadas tan grandes como la geometría de la cuenca encaja en la configuración del modelo de dos planos.

2.2. Cálculos hidrológicos

En esta sección se muestra el análisis y los resultados de la evaluación hidrológica del proyecto. La carretera recorre paralela al río Cañete hasta cruzar a la cuenca del Mantaro.

Se determinaron las precipitaciones máximas de diseño a lo largo de la carretera en base a lo cual se estimaron las descargas máximas para el diseño de las obras de arte para el drenaje transversal y longitudinal.

2.2.1. Información básica

La información básica sobre precipitación fue adquirida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

Para los fines del presente estudio, se toman los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones Cañete, Pacarán y Carania ubicadas dentro de la cuenca del río Cañete y en las cercanías de la carretera.

Igualmente la información recopilada durante el reconocimiento de campo permite verificar y mejorar las obras de drenaje y protección de la carretera. A continuación se detallan tanto el análisis de precipitaciones máximas y descargas máximas en el aspecto hidrológico.

2.2.2. Precipitaciones máximas de 24 horas

La caracterización pluviométrica tiene por objetivo describir el patrón de las lluvias en el área del proyecto. El análisis de estos registros históricos de estaciones hidrometeorológicas cercanas, el conocimiento de la hidrología regional y la apreciación obtenida en nuestras visitas de campo nos permiten

estimar las precipitaciones representativas en la zona del proyecto y su variación temporal y espacial.

La figura 06 del Anexo D muestra la ubicación de las estaciones utilizadas en el análisis respecto al recorrido longitudinal de la carretera. El periodo de registro de las series de precipitaciones máximas de 24 horas utilizadas en el presente estudio se muestra en el cuadro 2.2 y los datos originales de la estación Cañete se encuentran en el anexo B-1 y datos complementarios de las estaciones Cañete y Carania se encuentran en el anexo B-2

Cuadro 2.2.

Estaciones pluviométricas y periodos de registro

Estación	Cuenca	Norte	Este	Altitud (m.sn.m.)	Periodo de Registro	Años de Registro
Cañete	Cañete	8554699	355746	158	1983-2007	20
Pacaran	Cañete	8581377.	383827	721	1960-2002	36
Carania	Cañete	8634544	405357	3875	1964--1998	15

Fuente: Elaboración propia

Las series de máximas anuales fueron afectados por un factor de corrección de 1.13 (WMO, 1973) debido al número de mediciones realizadas por día.

Los datos corregidos de las estaciones Cañete y Pacarán fueron ajustadas a cuatro modelos probabilísticos (Gumbel, Lognormal-3, LogPearson III, Pearson III) mientras que la serie corregida de la estación Carania se ajustó a dos modelos (Gumbel, Lognormal-3).

Se realizaron la pruebas de ajuste de Smirnov Kolmogorov para cada una de la funciones de ajuste en cada estación, finalmente se seleccionó la función Gumbel ya que para todas las estaciones se obtuvo un menor error respecto a las otra funciones, los cuales sin embargo no rindieron diferencia marcada de preferencia respecto a las demás distribuciones. Los anexos B-3 al B-17 muestran los respectivos cálculos de manera detallada. El cuadro 2.3 muestra los valores de precipitación para diversos periodos de retomo.

Cuadro 2.3.**Precipitaciones máximas de 24 horas para diversos periodos de retorno**

TR	Cañete	Pacarán	Carania
2.0	2.3	4.5	19.3
5.0	4.9	7.0	22.7
10.0	6.7	8.7	24.9
20.0	8.3	10.0	27.1
50.0	10.5	12.0	29.9
100.0	12.1	13.9	31.9
200.0	13.7	15.5	34.0

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Parámetros geomorfológicos

La caracterización fisiográfica de las cuencas y subcuencas de drenaje a lo largo de la carretera, tiene por objetivo determinar los parámetros fisiográficos de relevancia en su respuesta hidrológica a fin de contar con un conocimiento básico de cada unidad de drenaje.

La carretera recorre paralela al río Cañete hasta la divisoria con la cuenca del río Mantaro, por esta razón se hace una breve descripción característica de la cuenca. Con fines de diseño se estudió la subcuenca de la quebrada Machuranga que cruza el tramo en estudio en la progresiva 59+ 700 las cuencas y subcuencas analizadas se muestran en la figura 07 del Anexo D.

Cuenca del río Cañete

El río Cañete nace a los 5100 m.s.n.m. Se orienta hacia la dirección suroeste y drena un área de 631.11 km². El río Cañete fluye a lo largo de 130 km. hasta tomar el nombre de Cañete.

El 10% de la superficie de la cuenca está ubicada por debajo de los 500m.sn.m., el 25% de la cuenca se encuentra situado por debajo de los 2500 m.s.n.m., rango en el que se encuentra el tramo de estudio.

La cuenca posee una gran proporción de zonas costeñas de baja pendiente para alturas inferiores a 500 m, luego una amplia predominancia de las zonas de pendiente fuerte.

Cuenca de la quebrada Machuranga

Su cuenca tiene un área de drenaje de 41.7 km² hasta cruzar la carretera. La quebrada nace a los 4200 m.s.n.m. Se orienta de norte a sur. La cuenca alta-media presenta pendientes fuertes, en el lado oeste predominan pendientes entre 30% y 45% y en el lado este entre 45% y 60%.

La cuenca media-baja presenta pendientes entre 0 y 30%, se observa pendientes más bajas en la zona del valle. En el cuadro 2.4 se presentan los principales parámetros geomorfológicos de la cuenca.

Cuadro 2.4.

Parámetros Geomorfológicos de la cuenca de la quebrada Machuranga

Area	41.7	km ²
Perímetro	41.8	km
Altitud Máxima	4200	msnm
Altitud Mínima	850	msnm
Altitud Media	2315.7	msnm
Pendiente media	34.3	%
Longitud río	12512	m
Pendiente del cauce principal	0.203	m/m
Coefficiente de Compacidad	1.83	adim
Factor de Forma	0.27	adim
Cota de confluencia con Río Cañete	850	m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los parámetros geomorfológicos la cuenca presenta forma oblonga.

2.2.4. Escurrimiento superficial

Para el presente estudio se determinaron las descargas de diseño con la aplicación de procedimientos de cálculo precipitación – escorrentía y la ayuda del modelo HMS. La selección específica de métodos estuvo en función del tipo de respuesta hidrológica de las cuencas involucradas, es decir la predominancia de efectos de concentración o de difusión del flujo, y la predominancia de flujo en torrentera (Channel flow) o distribuido superficialmente (overland flow).

Se ha calculado las descargas de diseño con el método de onda cinemática. Este modelo es recomendado para cuencas pequeñas y eventualmente medianas de acuerdo con la clasificación mostrada en el cuadro 2.1 (Victor Ponce).

El método representa la cuenca como un conjunto de planos en los que el flujo se comporta como permanente gradualmente variado. Para el cálculo se utilizan los parámetros geométricos más importantes como longitud del plano, pendiente del plano, longitud de cauce principal, rugosidad de la superficie.

Para la transformación de la precipitación en precipitación efectiva se ha utilizado el método de Número de Curva del Soil Conservation Service, eligiéndose un número de curva adecuado a cada zona de influencia conservando un mismo grupo de suelos (Grupo B suelos granulares con moderada a alta tasa de infiltración) en las laderas se ha considerado un número de curva de de 73; para la quebrada Machuranga se consideran dos números de curva, en la zona baja no presenta cobertura vegetal y se considera un número de curva de 86 y para la parte alta en la que se presenta vegetación permanente y terrenos de cultivo se considera un número de curva de 79 (Tablas 2.2 c y 2.2 d , TR-55, ver referencia bibliográfica 14). En la imagen satelital mostrada en la figura 07 del Anexo D se observa la distribución de la cobertura vegetal.

La distribución de precipitación empleada es la del Soil Conservation Service Tipo I, debido a que esta distribución es las más adecuada para cuencas que drenan al Pacífico.

Con los parámetros descritos se realizó el cálculo de las descargas para los periodos de retorno de 20 y 50 años. Se observa que para las laderas adyacentes a la carretera el escurrimiento es nulo, esto se debe a que las laderas son terrenos de cultivo permanente y por esta razón la eventual precipitación que se produzca en esta zona será absorbida rápidamente por el suelo. De forma contraria en la quebrada Machuranga existen dos zonas muy diferenciadas la cuenca alta que está compuesta por terrenos de cultivo permanente y pastos con buena capacidad de absorción y bajo escurrimiento y la cuenca media y baja está compuesta por suelos coluviales con vegetación

muy escasa típica de zonas áridas, esta zona es muy vulnerable a ser erosionada, generando riesgo de falla de las estructuras de cruce.

La hoja de datos de entrada para el cálculo se encuentra en el Anexo B- 19. Los resultados obtenidos con el método de onda cinemática para las laderas que drenan al tramo de estudio se muestran en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5
Descargas pico para 20 y 50 años de periodo de retorno

Cuenca	Área (Km ²)	Tr=20 años (L/s)	Tr=50 años (L/s)
L-1	0.112	0.000	0.000
L-2	0.109	0.000	0.000
C-1	0.000480	0.41	0.62
C-2	0.000360	0.47	0.70

Se observa que para las laderas L-1 y L-2 no hay flujo, esto se debe a tres condiciones: la precipitación es menor a la abstracción inicial del suelo, el área de la cuenca es pequeña y es la aridez de la zona permite que la parte superficial del suelo se encuentre tan seca que la primera lluvia será absorbida completamente. Por lo tanto el área que contribuye a las cunetas es la porción de la superficie de pavimento que por la acción del bombeo drena a las cunetas, además de ser una superficie menos permeable.

Para el cálculo en la quebrada Machuranga se utilizó el método de hidrograma unitario del Soil Conservation Service, la hoja de datos de entrada se observa en el anexo B-20. En el cuadro 2.6 se muestra el caudal de salida calculado para 20 y 50 años de periodo de retorno.

Cuadro 2.6
Descargas pico para 20 y 50 años de periodo de retorno con el método de hidrograma unitario del SCS

Cuenca	Área (Km ²)	Tr=20 años (m ³ /s)	Tr=50 años (m ³ /s)
Machuranga	41.51	0.431	1.19

2.3. Dimensionamiento de estructuras hidráulicas

El reconocimiento de campo del recorrido existente y proyectado de la carretera Cañete - Yauyos ha permitido identificar las características del actual sistema de drenaje, con lo cual es posible resumir la situación actual y proyectar las obras necesarias para los sistemas de drenaje de la carretera. Actualmente no se cuenta con un sistema de drenaje que proteja la carretera, más bien tiene un sistema de canales de tierra paralelo a la vía y la cruza en ciertos tramos por medio de alcantarillas artesanales.

2.3.1. Estructuras de drenaje longitudinal

En relación a las descargas de diseño en las cunetas, éstas se han estimado por metro lineal de cuneta teniendo en cuenta la variación de la pendiente de las laderas a lo largo del trazo de la carretera que van de 1% a 8% y la variación de la longitud de franja de escurrimiento (hacia aguas arriba) que va de 400 a 700 metros.

Debido a que el escurrimiento producido para una lluvia con un periodo de retorno de 20 años es de 0.88 L/s se consideran dimensiones de cunetas mínimas, se asume una profundidad de cuneta de 0.30m de forma triangular con taludes H:V de 2:1 revestida con concreto grouteado. Estas dimensiones pueden conducir un caudal máximo de 10 L/s con un borde libre de 0.20 m para una pendiente máxima 8%. Mayor detalle se puede observar en el anexo B-22

El Ministerio de transportes establece una longitud máxima para las cunetas de 250 m para fines de este estudio se consideraran los 140m de drenaje con pendiente de 1.5% hasta la entrega a un buzón en la progresiva 59+560. Y el tramo de 8% se entrega al buzón ubicado en la progresiva 59+400

2.3.2. Estructuras de drenaje transversal

El sistema de drenaje transversal incluye obras de arte del tipo alcantarillas. El criterio de diseño del sistema se basa en permitir la evacuación ordenada de los flujos de cursos naturales (ríos, quebradas, acequias, canales de riego, etc.) y la recolección del flujo del sistema de drenaje longitudinal. Así, se ha logrado identificar un criterio de decisión para la instalación de la obra de drenaje apropiada, en cada punto de contacto de la carretera con los cursos naturales o puntos de descarga del drenaje tanto transversal como longitudinal, en función

a la descarga máxima de diseño. El cuadro 2.7 muestra el resumen de los criterios recomendados, los que a su vez deben concordar con las condiciones de la zona de contacto de las fuentes a ser drenadas con la rasante de la carretera.

Las estructuras de drenaje del tipo alcantarillas de metal corrugado (Tubería Metálica Corrugada - TMC) de $\Phi = 36''$ (0.91 metros) se recomiendan en los cruces de ríos y quebradas cuyas descargas de diseño para un periodo de retorno de 50 años han sido estimadas entre $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ y menores a $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente. La alcantarilla ha sido diseñada para un caudal de $1.19 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para las alcantarillas de recolección de cunetas se ha utilizado un diámetro de 24" ya que las laderas adyacentes no presentan flujo para un evento de 20 años de periodo de retorno.

En todos los casos las estructuras proyectadas tendrán siempre dimensiones mayores a las existentes, pendiente mínima de instalación de 2% y cobertura mínima de 0.60 m hasta el nivel de la subrasante. Los cálculos correspondientes se encuentran en el anexo B-23 y B-24.

Cuadro 2.7
Descargas pico para 50 años de periodo de retorno

RANGO DE DESCARGAS DE DISEÑO	ESTRUCTURA DE DRENAJE PROYECTADA
$0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ a $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$	Alc 36"
$< 0.4 \text{ m}^3/\text{s}^*$	Alc 24"

*calculado en función de la capacidad máxima de la alcantarilla

Las estructuras de entrada y salida a la alcantarilla serán de dos tipos. Las alcantarillas con estructura de entrada tipo Buzón que permiten el ingreso del agua captada por las cunetas construidas al pie de taludes (y así evacuarlas hacia un dren natural como quebradas o ríos); y el ingreso del agua proveniente de las cárcavas, surcos, o cursos de escorrentía superficial que presentan ancho de contacto con la carretera y pendiente será por medio de aleros inclinados que facilita este tipo de estructura para evacuarlas ordenadamente sin causar daño a la carretera.

Las cajas o buzones de concreto armado, son estructuras de sección rectangular variable de acuerdo a la dimensiones de la alcantarilla, de 0.25 m. de espesor en las paredes, para la evacuación del agua de las quebradas (drenaje transversal) y cunetas (drenaje longitudinal). Los buzones tendrán una altura tal que en su interior pueda darse pase a la alcantarilla tipo TMC que se proyecte con una profundidad adicional de 0.30 m. para almacenar los sedimentos que arrastran las quebradas y cunetas y también permitir la descarga libre hacia el interior de la alcantarilla. (Ver plano 2).

La entrada o salida tipo Alero Inclinado se ha considerado conveniente colocar cuando las alcantarillas se ubican en zonas donde la carretera va en relleno y requiere el ingreso y salida del agua de las zonas que quedan por debajo de la rasante de la carretera. Se tendrá la precaución de colocar un sistema de protección de los taludes del terraplén al ingreso de la alcantarilla, lo cual se propone para evitar, en cualquier caso, la erosión del terraplén de la carretera, más aún si especialmente se encuentra en los casos en los que los taludes están directamente expuestos al paso del flujo de agua al ingreso. En esta protección se dispondrá de piedra asentada y emboquillada de diámetro nominal 0.30 m en una distancia mínima de 10.0 m. a cada lado de la estructura de entrada de la alcantarilla. La estructura de este tipo de entrada y salida consiste de aleros inclinados con talud 1:2 según el talud de relleno, con longitud de 1.80 m. para las estructuras principales tipo TMC (Ver plano 2)

2.3.3. Sistema de subdrenaje

Se consideran como flujos de agua subsuperficial a los que se encuentran por debajo de la superficie expuesta del terreno, no debiendo ser confundidos con las aguas subterráneas que son parte de los acuíferos existentes.

Los flujos de agua subsuperficial presentes en varios tramos de la carretera se deben a la presencia de humedales que permanentemente existen en la zona alimentados por la precipitación, filtraciones de los terrenos de cultivo adyacentes, todo lo cual también es favorecido por el tipo de suelo (arenoso-limosos) que propicia el flujo subsuperficial. El subdrenaje ha sido diseñado siguiendo la metodología de Geosistemas PAVCO.

El sistema proyectado se compone de subdrenes entubados y buzones de control. El tramo de la 59+400 a 59+560 se compone por un subdrén longitudinal de dimensiones 1.0 m de base y 0.70m de alto que descarga a la al buzón de la alcantarilla Nro 1. El tramo 59+560 a 59+700 se compone de un subdrén transversal en ubicado en la progresiva 59+560 de las mismas dimensiones que drena hacia la cuneta. El cálculo detallado se observa en los anexos B-25 y B-26 (Ver plano 2).

CAPITULO III. EXPEDIENTE TÉCNICO

3.1. Memoria descriptiva

3.1.1. Ubicación.

El proyecto de Mejoramiento de la carretera Cañete - Yauyos se encuentra ubicado en el departamento de Lima, iniciándose en el distrito de San Vicente de Cañete hasta la provincia de Yauyos. El tramo de estudio correspondiente a los 300 metros de carretera esta localizado en el distrito de Zuñiga a una altura aproximada de 800 m.s.n.m. La Figura 01 del anexo D muestra la ubicación geográfica del proyecto.

Esta carretera existente, corresponde al corredor vial Nro. 13 del Programa Proyecto Perú, que comprende la conexión de las localidades de Cañete, Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, y Yauyos, Chupaca.

3.1.2. Clima y meteorología

Desde el punto de vista climático, la región presenta clima de cálido a muy soleado casi la mayor parte del año con temperaturas que varían entre 17°C y 25°C. Por las superficies observadas en las montañas aledañas se deduce que presenta un clima desértico típico de la costa.

El comportamiento mensual de las precipitaciones en la zona presenta un periodo lluvioso comprendido entre los meses de mayo a setiembre, las precipitaciones mensuales promedio en las estaciones Cañete y Pacarán ascienden a 2.5mm. y 3.7mm respectivamente. El cuadro 3.1 muestra el régimen de precipitaciones mensuales de la zona.

Cuadro 3.1
Régimen de precipitaciones mensuales en el área del proyecto

	Ene	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Set	Oct	Nov	Dic
	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Cañete	0.4	0.8	0.4	0.3	1.9	4.0	1.8	2.4	2.6	1.1	1.1	0.8
Pacaran	4	2.8	4.1	0.2	0	0	0	0	0.1	0.8	0	1.7

Las precipitaciones mensuales pueden llegar a hacerse nulas durante el periodo de octubre a febrero.

Se ha podido observar que las quebradas existentes se presentan generalmente en estiaje. Aunque en el periodo lluvioso se presentan flujos de lodo que cruzan la carretera.

3.1.3. Actividades Económicas

Agricultura

La principal actividad económica de la zona de estudio es la agricultura. En las localidades aledañas: Lunahuaná, Pacaran y Zuñiga, los principales cultivos son: ají, camote, alfalfa, maíz amarillo duro, maíz morado, maíz chala, tomate y frutales (manzano, vid, níspero y pepino)¹¹. En la zona no hay escasez de agua, ya que se derivan para riego las aguas de la parte alta del río Cañete.

Ganadería

Aunque en las poblaciones aledañas a la zona de estudio la actividad ganadera no es una de las principales actividades, y tampoco se desarrolla como una actividad económica, se practica para consumo interno. Se efectúa la crianza de especies como ganado caprino, ovino, porcino, vacuno y gallinas.

Industria

Actualmente la industria manufacturera y agrícola no está desarrollada en la zona de estudio. La industria del turismo es la actividad que se desarrolla con mayor dinamismo en la zona de Lunahuaná. Con la implementación del proyecto se estima que el desarrollo turístico abarcará las zonas de Pacarán y Zuñiga.

La industria energética ha tomado lugar en la zona desde el inicio de la construcción el proyecto de la hidroeléctrica El Platanal. Esto ha dado como resultado un aumento en el movimiento económico de la zona, lo que irá disminuyendo conforme se vaya concluyendo la construcción del proyecto.

¹¹ Proinversión; regiones Lima-Callao; variables macroeconómicas [online], www.proinversion.gob.pe; diciembre 2008

3.1.4. Descripción del Proyecto.

El proyecto permite la mejora de la transitabilidad y seguridad con la modificación del trazo geométrico entre la Localidad de Zúñiga en el departamento de Lima y la provincia de Chupaca en el departamento de Junín. El mejoramiento de la transitabilidad se realizará mediante la rehabilitación de la superficie de rodadura, así como también la ampliación de la sección transversal y construcción de obras de drenaje.

En la actualidad la carretera se encuentra a nivel de trocha carrozable con presencia de poco tráfico. La superficie de rodadura es de afirmado con un ancho de calzada promedio de 4 m. El mejoramiento incluye el ensanche de la calzada a 6 m, afinamiento del alineamiento geométrico de acuerdo con las normas vigentes publicadas por el MTC. En el anexo E se puede observar el estado actual de la carretera.

3.2. Especificaciones técnicas de las obras de drenaje

3.2.1. Sección 600B Trazo, nivelación y replanteo

Descripción

Esta partida se refiere al trazo nivelación y replanteo que tiene que realizar el contratista durante los trabajos de construcción de obras de arte y drenaje (alcantarillas, badenes, muros, etc.)

Medición

El área a pagar por la partida TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO será el número de metros cuadrados replanteados, medidos de acuerdo al avance de los trabajos, de conformidad con las presentes especificaciones y con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

Pago

El área medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida TRAZO, NIVELACIÓN 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.

PARTIDA	UNIDAD DE PAGO
600B Trazo, Nivelación y Replanteo	Metro Cuadrado (m ²)

3.2.2. Sección 601B Excavación para estructuras

- Descripción

Comprende la ejecución de excavaciones necesarias para cimentación de estructuras, alcantarillas de cajón y de tubo, muros, zanjas de coronación, canales no revestidos (acequias) y otras obras de arte. Comprende el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

La excavación no clasificada para estructuras considera las siguientes características de los materiales excavados y posición del nivel freático.

- **Excavaciones para estructuras en roca:** Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.
- **Excavaciones para estructuras en material común:** Comprende toda excavación de materiales no cubiertos por la definición anterior; y
- **Excavaciones para estructura bajo agua:** Comprende la excavación de material en roca o material común donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual sea la naturaleza del material excavado.

- Materiales

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos de esta partida.

- Equipo

Los equipos empleados deben ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor considerando que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de la obra y cumplimiento de exigencias de calidad.

Requerimientos de construcción

Antes de iniciar la excavación, la zona en trabajo será desbrozada y limpiada. Las raíces y todo material inadecuado que se encuentre al nivel de cimentación, serán retirados. Se debe llegar hasta una superficie firme, ya sea a nivel o con gradas, según indique el Supervisor.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor.

Las excavaciones se ceñirán a alineaciones, pendientes y cotas indicadas en planos o por el Supervisor. El Contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de los trabajos para que puedan tomarse las secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras sin autorización de éste.

Toda sobre-excavación por debajo de cotas autorizadas de cimentación atribuible a descuido del Contratista, deberá ser rellenada por su cuenta, de acuerdo a formas aceptadas por el Supervisor.

Cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes. Todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, no se incluirá en la medición de la excavación. Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

El Contratista deberá prever que la excavación programada hasta el nivel de cimentación coincida con el inicio de colocación del concreto, mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas subsiguientes. El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal de poderlos aprovechar en la construcción de éstos; no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberá terminarse cuidadosamente a mano, hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o prescritas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que construyan una fundación firme para las estructuras.

Las excavaciones para estructuras en material de roca considerarán lo especificado en el uso de explosivos. La ejecución de voladuras deberá ser comunicada al Supervisor por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas garantizarán las tolerancias indicadas en las especificaciones o en los planos. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar construcciones temporales y usar equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones de las aguas de infiltración o de lluvias y mantener su estabilidad, tales como desviación de cursos de agua, utilización de entibados y extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados ni por el cumplimiento de los requisitos especificados.

El Contratista deberá emplear barreras de seguridad y avisos para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca de las excavaciones, no sufran accidentes. Dichas medidas requerirán la aprobación del Supervisor.

En caso de excavaciones sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento, incluyendo la noche, hasta la finalización total de los trabajos o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario. Será aplicable en la ejecución de los trabajos el Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.

Para evitar daños al medio ambiente derivados de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se cumplirán los siguientes puntos:

- En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados se depositarán temporalmente en algún lugar adecuado de la plataforma, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor;
- En el caso de construcción de subdrenes y otras obras, los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos, debiendo hacerse en lugares seleccionados, hacia el interior de la carretera, para que no produzcan daños ambientales en espera de que sea removidos a lugares donde señale el Supervisor; y
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de alcantarillas de concreto, muros y otros, no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados a lugares donde no produzcan daños ambientales, lo que serán señalados por el Supervisor.

Después de terminar la excavación, el Contratista deberá avisar al Supervisor para poder iniciar la construcción de obras dentro de ellas con su autorización.

Utilización de materiales excavados

Los materiales de las excavaciones si son adecuados se utilizarán para el relleno posterior alrededor de las obras construidas. Los materiales sobrantes o inadecuados se retirarán de la obra, hasta los sitios aprobados por el Supervisor, siguiendo las disposiciones especificadas para los botaderos, tomando en consideración que en ningún caso se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estructura en construcción, ya sea por presión directa o indirecta o por la sobrecarga de terraplenes contiguos a las obras en construcción. No se colocara el material en lechos de ríos, ni á 30 metros de las orillas.

Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 centímetros en cota, ni más de 5 centímetros en la localización en planta.

Aceptación de los trabajos

La evaluación de los trabajos se efectuará según la inspección visual de los trabajos ejecutados conforme a la buena práctica del Supervisor quien efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido para el Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial;
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados;
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación diseñada;
- Medir los volúmenes de las excavaciones; y
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales.

Medición

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, en su posición original, obtenido mediante levantamientos topográficos previos al inicio de la excavación y determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Supervisor, de acuerdo al método del promedio de áreas extremas en concordancia con los planos aprobados por la Supervisión.

En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago. La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

No se incluirá el volumen de material removido por derrumbes de taludes. Si hay necesidad de excavar mayores volúmenes para mantener la estabilidad del terreno, estos no serán considerados en los metrados, siendo obligación del Contratista apuntalar los taludes excavados. Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

Pago

El pago será por metro cúbico, al precio unitario de Contrato, por toda obra ejecutada conforme a lo especificado y aceptado por el Supervisor. El precio unitario cubre todo costo de excavación, eventual perforación y voladura, remoción de materiales excavados hasta los sitios de utilización o desechos, obras provisionales y complementarias (accesos, ataguías, andamios, entibados, desagües, bombeos, explosivos, preparación de fondo de las excavaciones que van a recibir concreto, limpieza final de la zona de

construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en estas especificaciones, constituyendo compensación total por costo de materiales, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar la ejecución de la partida.

PARTIDA	UNIDAD DE PAGO
601B.E Excavación No Clasificada para Estructuras	Metro cúbico (m ³)

3.2.3. Sección 602B Demolición de estructuras

- Descripción

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del Proyecto, y la remoción de los materiales provenientes de la demolición en las áreas indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. Incluye también el retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por la Obra, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercos de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos; asimismo, el suministro y conformación del material de relleno para zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo a planos e instrucciones del Supervisor.

- Clasificación

La demolición total o parcial y remoción de estructuras y obstáculos tienen la siguiente clasificación:

- Demolición de estructuras existentes;
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas;
- Remoción de especies vegetales;
- Remoción de cercas de alambre;
- Remoción de obstáculos; y
- Remoción de servicios existentes.

- Materiales

Los materiales provenientes de la demolición que a juicio del Supervisor sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del Proyecto, se deberán utilizar para este fin. El material que suministre el

Contratista para el relleno de las zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Supervisor.

Equipo

Los equipos que emplee el Contratista deberán tener la aprobación previa del Supervisor y deberán garantizar el cumplimiento de estas especificaciones y del programa de trabajo. También deberán de cumplir con las especificaciones de normas ambientales.

Si las circunstancias lo ameritan, el Supervisor podrá autorizar el uso de explosivos, asumiendo el Contratista la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos. Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas e instalaciones de servicios públicos, se utilizarán equipos que no produzcan daño, de acuerdo a técnicas aprobadas por el Supervisor.

Generalidades

El Contratista no iniciará la demolición de estructuras sin la autorización del Supervisor definiendo el alcance del trabajo a ejecutar y los métodos propuestos para hacerlo. Tal autorización no exime al Contratista de su responsabilidad por las operaciones señaladas ni del cumplimiento de estas especificaciones y de las condiciones pertinentes establecidas en los documentos del Contrato. El Contratista será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, al medio ambiente, a las redes de servicios públicos o propiedades, cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Contratista, colocará señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción y será responsable de mantener la transitabilidad de la vía o sus intersecciones. Los trabajos deberán efectuarse en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la Obra y a los usuarios de la vía, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el Contratista deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas de la administración y mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas y autorizadas por las mismas.

Cuando se utilicen explosivos (en lo posible debe evitarse su uso), se deberá considerar las disposiciones de las Especificaciones Técnicas Genéricas respectivas.

Demolición de edificaciones

Es el derribo parcial o total, incluyendo cimientos, de casas, edificios y otros bienes que se deben eliminar para el desarrollo de las obras, conforme lo indiquen los planos o el Supervisor. Antes de iniciar las demoliciones se debe haber concluido con realizar las expropiaciones respectivas. Además, se deberá contar con los permisos municipales y coordinar con las entidades que otorgan los servicios públicos, a fin de no afectar las instalaciones vecinas.

Es necesario cercar los lugares de demolición para salvaguardar la vida de las personas y no retrasar las obras, principalmente si se utilizan explosivos. Por otro lado, se deberá contar permanentemente con un camión cisterna para humedecer adecuadamente el material y minimizar las emisiones de polvo que afecten a los trabajadores y poblaciones aledañas. El Contratista deberá proteger las edificaciones y estructuras vecinas y les construirá las defensas necesarias para su estabilidad y protección; tomará las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de edificaciones a demoler se deberán romper y remover, hasta una profundidad mínima de 30 cm por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del Proyecto. En los sótanos, deberá retirarse todo escombros o material objetable, eliminando los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, conforme a las indicaciones del Supervisor. Si la edificación tiene conexiones de alcantarillado o pozos sépticos u obras similares, dichas conexiones deberán ser removidas y las zanjas resultantes se rellenarán con material adecuado, previamente aprobado por el Supervisor. Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición deberán rellenarse hasta el nivel del terreno circundante y si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno deberá compactarse de acuerdo con los requisitos aplicables de la partida de Terraplenes especificadas.

Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras

Si estas estructuras están en servicio para el tránsito público, el Contratista no podrá proceder a su demolición hasta que se efectúen los trabajos necesarios

para no interrumpir el tránsito, coordinando con las instituciones respectivas los desvíos correspondientes. Las zonas de obra deberán estar cercadas para evitar accidentes a las poblaciones aledañas y al personal.

A menos que el Proyecto o el Supervisor dispongan otra cosa, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta un mínimo de treinta centímetros (30 cm) debajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de una nueva estructura, estas deberán demolerse hasta donde sea necesario para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y estructuras subterráneas se demolerán hasta las siguientes profundidades mínimas:

- En áreas de excavación: Sesenta centímetros (60 cm) por debajo de la subrasante proyectada;
- En áreas que vayan a cubrirse con terraplenes de un metro (1 m) o menos: Un metro (1 m) por debajo de la subrasante proyectada; y
- En áreas que vayan a cubrirse con terraplenes de más de un metro (1 m) de altura: No es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del Proyecto presenten una indicación diferente.

Para demoler parcialmente una estructura que forma parte del Proyecto, los trabajos se efectuarán minimizando el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte utilizable de la estructura quedarán libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas. Las demoliciones de estructuras se efectuarán con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que el Proyecto lo establezca de otra manera.

Demolición de pavimentos sardineles y veredas de concreto

La demolición proyectada de pavimentos, sardineles, veredas de concreto, bases de concreto y otros elementos, deberán ser quebrados en pedazos de tamaño adecuado para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos conforme lo autorice el Supervisor. Cuando se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios ($2/3$) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar.

En ningún caso, el volumen de los fragmentos deberá exceder de treinta decímetros cúbicos (30 dm³), debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del Proyecto o por el Supervisor.

Remoción de especies vegetales

Se refiere al traslado de especies vegetales a los lugares señalados por las entidades encargadas de su conservación. Comprende la marca, identificación y clasificación de las especies por trasladar, según selección realizada por el Supervisor. Además el Contratista deberá efectuar la remoción, traslado, preparación de la nueva localización y colocación de los especímenes, conforme a lo indicado en los documentos del Proyecto o las instrucciones del Supervisor. Su manejo deberá ser realizado de tal forma que los árboles o arbustos no sufran daño alguno.

Remoción de cercas de alambre

El Contratista deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos, conforme está considerado en el Proyecto o lo señale el Supervisor. El traslado deberá realizarse evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán y almacenarán en los sitios que defina el Supervisor.

Remoción de obstáculos

El Contratista deberá eliminar, retirar o reubicar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando ellos no deban removerse, se tendrá especial cuidado de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas.

Disposición de los materiales

A juicio del Supervisor y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas laterales del Proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas deberán trasladarse o disponerse fuera de la zona de la vía, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por el Supervisor.

Para el traslado de estos materiales se debe humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado por efecto de los factores atmosféricos, y evitar afectar a los trabajadores y pobladores de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los elementos que deban ser almacenados se trasladarán al sitio establecido y se dispondrán de manera adecuada como indique el Supervisor. Los elementos que deban ser reubicados se trasladarán e instalarán en su nueva ubicación garantizando su correcto funcionamiento.

Todas las labores de disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del Proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Los materiales provenientes de la demolición y remoción podrán ser utilizados para rellenar o emparejar otras zonas del Proyecto previa autorización del Supervisor y considerando las normas y disposiciones legales vigentes.

Aceptación de los trabajos

Para aceptar los trabajos ejecutados, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos;
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista;
- Identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos;
- Señalar elementos que deban permanecer en el sitio y dictar medidas para evitar que se dañen;
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo; y
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutados por el Contratista.

Los trabajos de demolición y remoción se considerarán terminados cuando la zona trabajada quede despejada para continuar con las actividades programadas y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos conforme lo establece la presente especificación.

Medición

La medida para la demolición y remoción ejecutada conforme a los planos, estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

- Global (Glb), en cuyo caso no se harán mediciones;

- Por unidad (Und), para demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, etc., o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos y servicios existentes;
- Por metro cúbico (m³), aproximado al entero, para demolición de pavimentos, sardineles, veredas de concreto y otros. En este caso, la medida se efectuará antes de destruirla.; y
- Por metro lineal (m), aproximado al entero, para alcantarillas, cercas de alambre, servicios existentes y otros obstáculos que sean susceptibles de medirse por su longitud. En este caso, la medida se efectuará una vez reinstalado debidamente el elemento.

Pago

El pago se efectuará al precio unitario respectivo de Contrato, según unidad de medida del trabajo ejecutado conforme a especificaciones y aceptado por el Supervisor. El precio unitario debe cubrir todos los costos de operaciones necesarias para efectuar demoliciones y desmontajes, separación de materiales aprovechables, almacenamiento; remoción, traslado y siembra de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio o restauración de elementos de servicios existentes; carga de materiales desechables, transporte y descarga en botaderos, según señale el Supervisor. En relación con los explosivos, el Contratista considerará los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización.

El precio unitario incluirá los costos por la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de las cavidades resultantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

PARTIDA	UNIDAD DE PAGO
602B.B Demolición de Estructuras	Metro Cúbico (m ³)

3.2.4. Sección 605B Relleno para Estructuras

Descripción

Este trabajo consiste en colocar en capas, humedecer o secar, conformar y compactar los materiales adecuados provenientes de excavación, de cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y

alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el Proyecto o autorizadas por el Supervisor, de manera que rellenen todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas. Incluye, además, la construcción de capas filtrantes detrás de estribos y muros de contención, en los lugares y dimensiones señalados en los planos del Proyecto o indicados por el Supervisor. En los rellenos para estructuras se distinguirán las mismas partes que en los terraplenes, según se describe en la partida Conformación de Terraplenes.

- Materiales

Se utilizarán los mismos materiales para las partes correspondientes de los terraplenes, según se establece en la partida de Conformación de Terraplenes. Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular deberá ser aprobado por el Supervisor y cumplir con alguna de las granulometrías que se indican a continuación:

Requisitos de Granulometría para filtros en estribos y muros de contención

Cuadro 3.2
Granulometría de los filtros

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
		TIPO-1	TIPO-2	TIPO-3
150 mm	(6")	100	-	-
100 mm	(4")	90 - 100	-	-
75 mm	(3")	80 - 100	100	-
50 mm	(2")	70 - 95	-	100
25,0 mm	(1")	60 - 80	91 - 97	70 - 90
12.5 mm	(1/2")	40 - 70	-	55 - 80
9,5 mm	(3/8")	-	79 - 90	-
4,75 mm	(Nº 4)	10 - 20	66 - 80	35 - 65
2,00 mm	(Nº 10)	0	-	25 - 50
6,00 mm	(Nº 30)	-	0 - 40	15 - 30
150 mm	(Nº 100)	-	0 - 8	0 - 3
75 mm	(Nº 200)	-	-	0 - 2

El material de capa filtrante, además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Cuadro 3.3
Requisitos de calidad

Desgaste Los Ángeles	50% máximo	Ensayo MTC E 207
Pérdida en Sulfato de Sodio	12% máximo	Ensayo MTC E 209
Pérdida en Sulfato de Magnesio	18% máximo	Ensayo MTC E 209
CBR	30% mínimo	Ensayo MTC E 132
Índice de Plasticidad	N. P.	Ensayo MTC E 111
Equivalente de Arena	45% mínimo	Ensayo MTC E 114

Los materiales a transportarse se humedecerán adecuadamente y cubrirán con lona para evitar la emisión de polvo y daño a trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares. El material apilado temporalmente se cubrirá con lona impermeable evitando el arrastre de partículas a la atmósfera y cuerpos de agua cercanos. El Contratista informará a la Supervisión sobre la fuente del material, sus características y cualquier información pedida para su aprobación. El material a emplear no deberá contener elementos extraños, residuos ni materias orgánicas. El Contratista acompañará análisis y pruebas sobre los materiales requeridos por el Supervisor.

- **Equipo**

Los equipos empleados serán compatibles con los procedimientos de construcción y requieren la aprobación previa del Supervisor considerando que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de obra y cumplan las exigencias de calidad. Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras serán apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos conforme a las exigencias de las especificaciones relacionadas a equipos. El equipo deberá ubicarse adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

La compactación se hará con rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios, apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. Para zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg de peso con superficie de compactación de 15 x 15 cm. No se permitirá equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

Requerimientos de construcción

El Contratista deberá notificar al Supervisor con suficiente antelación el comienzo de los rellenos para que realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de materiales a emplear y los lugares de colocación. Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas donde se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor quien chequeará el estado de las estructuras de concreto si ya han pasado la etapa de curado o verificará si el armado de las tuberías corrugadas están técnicamente colocadas, con la cantidad de pernos completos y debido ajustados (torque). Todo relleno colocado sin autorización del Supervisor, será retirado por el Contratista, a su costo.

El relleno a colocar contra una estructura de concreto se permitirá cuando éste haya alcanzado el 80% de su resistencia o después de 14 días de vaciado. Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería de concreto podrán ser iniciados inmediatamente después que el mortero de la junta haya fraguado lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno. Todo relleno colocado antes que lo autorice el Supervisor, deberá ser retirado por el Contratista, a su costo.

Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas horizontales, de espesor uniforme, reducidos suficientemente para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Las exigencias de compactación para el relleno depositado sobre agua, se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilares y alcantarillas se deberán depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. En el caso de alcantarillas de tubos de concreto o metálicas se podrá emplear concreto tipo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ en la sujeción hasta una altura

que depende del tipo de tubo a instalar, por la dificultad de compactación de esta zona y luego que haya fraguado lo suficiente podrá continuarse con el relleno normal.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas del relleno estructural deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión. Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En caso que la humedad del material sea excesiva para la compactación prevista, el Contratista tomará medidas correctivas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones necesarias para garantizar la integridad física de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la presente especificación.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura. Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión y contaminación del medio ambiente.

Capas filtrantes

Para el caso de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras de arte, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no se mezclen. Las consideraciones a tomar en cuenta durante la colocación de capas filtrantes. están referidas a prevenir la contaminación del medio ambiente.

Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa estará compactada y nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a 2 °C en ascenso.

Aceptación de los trabajos

a. Controles

- Verificar el cumplimiento de lo indicado en el Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial;
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados;
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad especificadas;
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie;
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado;
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada;
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados conforme a lo especificado; y
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta sección.

b. Calidad de los trabajos

La calidad del material de relleno se establecerá de conformidad con los ensayos indicados para la partida Conformación de Terraplenes. Sin embargo, teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, queda a juicio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

c. Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deben tener irregularidades. La cota de cualquier punto de subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de 10

mm de la proyectada. En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Además, el Supervisor deberá efectuar las siguientes pruebas:

- **Compactación:** Los niveles de densidad serán los mismos especificados para la partida de Conformación de Terraplenes. Sin embargo, el tamaño de la muestra será definido por el Supervisor, siendo el mínimo de 3 ensayos. La compactación de las **capas filtrantes** se considerará satisfactoria cuando ellas presenten una estanqueidad similar a la del **relleno** adjunto.
- **Protección de la Superficie del Relleno:** Se aplica las indicaciones de protección de la corona de terraplenes de la partida Conformación de Terraplenes. Las irregularidades que excedan las tolerancias, serán corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de Relleno para Estructuras se efectuará según la inspección visual del Supervisor y la medición y ensayos de control practicados

Medición

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos y capas filtrantes será el metro cúbico (m³) de material compactado y aceptado por el Supervisor. No se considera los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno. Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida ni pago para los rellenos y capas filtrantes por fuera de las líneas del Proyecto o de las establecidas por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Pago

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario de contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

Todo relleno con material filtrante se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario debe cubrir todo costo por concepto de construcción o adecuación de vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro del material, así como el almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción del relleno para estructuras y capas filtrantes, de acuerdo con los planos del Proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

En el relleno para estructuras, se podrá utilizar material de excedente de corte que cumpla los requisitos de calidad especificados. De requerirse el transporte de estos materiales, su pago será evaluado en la partida 700 de Transporte.

ÍTEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
605B.A Rellenos para Estructuras	Metro Cúbico (m ³)

3.2.5. Sección 610B Concretos

- Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, acabados y curado de concretos de cemento Portland, usados para construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros, puentes y estructuras en general, conforme a planos, especificaciones y órdenes del Supervisor.

- Materiales

- **Cemento:** El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 ó la Norma ASTM-C150. Si los documentos del Proyecto o una especificación particular no señalen algo diferente, se empleará el denominado Tipo I ó Cemento Portland Normal.
- **Agregado Fino:** Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. Contenido de sustancias perjudiciales

No se utilizarán arenas que en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica (Norma Técnica Peruana 400.013 y 400.024), produzca un

color más oscuro que el de la muestra patrón. Además se cumplirán los siguientes límites de aceptación.

Cuadro 3.4

Máximo contenido de sustancias perjudiciales del agregado fino

CARACTERÍSTICAS	NORMA DE ENSAYO		MASA TOTAL DE LA MUESTRA
	MTC	ASTM	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	ASTM C 142	1 % (máx.)
Material que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200)	MTC E 202	ASTM C 117	5 % pasante
Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	ASTM C 123	0.5 % (máx.)
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO_4			0.06 % (máx.)
Contenido de cloruros, expresado como ión CL			0.10 % (máx.)

b. Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. El agregado es potencialmente reactivo si al determinar su concentración de SiO_2 y la reducción de alcalinidad R, con la norma ASTM C84, se dan los siguientes resultados:

$\text{SiO}_2 > R$ cuando $R > 70$

$\text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R$ cuando $R < 70$

c. Granulometria

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse entre los límites siguientes:

Cuadro 3.5
Granulometría del agregado fino

TAMIZ (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm (3 /8")	100
4,75 mm (N° 4)	95-100
2,36 mm (N° 8)	80-100
1,18 mm (N° 16)	50-85
600 mm (N° 30)	25-60
300 mm (N° 50)	10-30
150 mm (N° 100)	2-10

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

Durante la construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Fineza, respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

d. Durabilidad

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) al ser sometido a la prueba de solidez en sulfatos de sodio o quince por ciento (15%) al ser sometido a la prueba de solidez en sulfatos de magnesio, según norma MTC E 209 (ASTM C 33). De no cumplirse estas condiciones, el agregado fino podrá aceptarse si ha sido empleado anteriormente para preparar concretos de características similares y expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, de forma satisfactoria.

e. Limpieza

El equivalente de arena, medido según la norma MTC E 114 (ASTM D 2419), será 65% mínimo para concretos hasta de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, para resistencias mayores 75% mínimo.

- **Agregado Grueso:** Es el material granular que queda retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de trituración de roca, grava, otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, o combinaciones de éstos. Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son:

a. Contenido de sustancias perjudiciales

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación de las sustancias perjudiciales

Cuadro 3.6
Máximo contenido de sustancias perjudiciales

CARACTERÍSTICAS	NORMA DE ENSAYO		MASA TOTAL DE LA MUESTRA
	MTC	ASTM	
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	ASTM C 142	0.25% máx.
Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	ASTM C 123	1.00% máx.
Contenido de sulfatos expresado como ión SO_4			0.06% máx.
Contenido de carbón y lignito	MTC E 215		0.5% máx.
Contenido de cloruros, expresado como ión CL			0.10 % (máx.)

b. Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio al caso del agregado fino.

c. Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifica en los documentos del Proyecto o lo apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Cuadro 3.7
Granulometría del agregado grueso

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA						
	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	95 - 100
37,5mm (1 ½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19,0mm (¾")	100	95 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12,5mm (½")	90 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4,75mm (N° 4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36mm (N° 8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

El tamaño máximo del agregado grueso para las estructuras mayores, no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre barras de la armadura y en cuanto al tipo y dimensiones del elemento a llenar se observarán recomendaciones de la siguiente Tabla:

Cuadro 3.8
Tamaño máximo del agregado grueso en pulgadas

SECCIÓN MÍNIMA EN PULGADAS	MUROS ARMADOS VIGAS Y COLUMNAS	MUROS SIN ARMAR	LOSAS FUERTEMENTE ARMADAS	LOSA LIGERAMENTE ARMADA
2 ½" - 5"	½" - ¾"	¾"	¾" - 1"	¾" - 1½"
6" - 11"	¾" - 1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½" - 3"
12" - 29"	1 ½" - 3"	3"	1 ½" - 3"	3"
30" ó más	1 ½" - 3"	6"	1 ½" - 3"	3" - 6"

d. Durabilidad

Las pérdidas de ensayo de solidez, ensayo MTC E 209, (ASTM C 88), no podrán superar el 12% si se utiliza sulfato de sodio ó 18% si se utiliza el sulfato de magnesio.

e. Abrasión de Los Ángeles

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles, ensayo MTC E 207 (ASTM C 131 y ASTM C 535), no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

f. Forma

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores del 15%. Para concretos de resistencias mayores $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, los agregados gruesos deben ser 100% triturados.

- **Agregado Ciclópeo:** El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1). El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la que forma parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de 80 cm, se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de 30 cm. En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor, conforme a las indicaciones especificadas para la colocación del concreto.
- **Agua** El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716.

Cuadro 3.9
Tolerancias máximas del agua

ENSAYO	TOLERANCIAS
Sólidos en Suspensión (ppm)	5,000 máximo
Materia Orgánica (ppm)	3.00 máximo
Alcalinidad (ppm)	1,000 máximo
Sulfatos, expresados como ión CL (ppm)	1,000 máximo
PH	5. 5á 8

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

La máxima concentración de Ión Cloruro soluble en agua que debe haber en un concreto a las edades de 28 á 42 días, expresada como suma de aportes de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los siguientes límites:

Cuadro 3.10
Contenido máximo del ión cloruro

TIPO DE ELEMENTO	CONTENIDO MÁXIMO DE IÓN CL SOLUBLE EN AGUA EN EL CONCRETO (% EN PESO DEL CEMENTO)
Concreto prensado	0.06
Concreto armado expuesto a la acción de Cloruros	0.10
Concreto armado no protegido, en ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros (cocinas, garages, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación)	0.15
Concreto armado seco o protegido de humedad por medio de recubrimientos impermeables.	0.80

El ensayo correspondiente debe cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD-77-85 "Sampling and Testing for Chloride Ion in Concrete"

- **Clases de concreto:** Para su empleo en las distintas clases de obra y según su Resistencia Mínima a la Compresión a los 28 días, según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Cuadro 3.11
Resistencia mínima a la compresión a los 28 días

CONCRETO	CLASE	RESISTENCIA MÍNIMA	USOS
Pre y post tensado	A	34,3 MPa (350 Kg/cm ²)	Superestructura de puentes
	I	24,0 MPa (245 Kg/cm ²)	Superestructura de puentes
Reforzado	C	27,4 MPa (280 Kg/cm ²)	badenes
	D	20,6 MPa (210 Kg/cm ²)	Para refuerzos normales de pontones, alcantarillas, badenes, puentes, etc.
	E	17,2 MPa (175 Kg/cm ²)	Cunetas revestidas; cimentación de señales informativas, postes delineadores, postes kilométricos, defensa de pontón, etc.
Simple	F	13,7 MPa (140 Kg/cm ²)	Entrega de cunetas, Pontones, Salidas de drenes
	H	9.8 MPa (100 Kg/cm ²)	Solado para estructuras, falsas zapatas
Ciclópeo	G	13,7 MPa (140 Kg/cm ²)	Secciones masivas, muros de contención y sostenimiento, cimentaciones, estribos de puentes, pantallas de anclajes en badenes, pontones, alcantarillas, canales de riego, salida de canales, entrega de cunetas, etc.

Nota.- El Concreto Ciclópeo se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo (máximo 30% del volumen total).

Las diferentes clases de concreto cumplirán las proporciones y límites siguientes

Cuadro 3.12
Características físicas del concreto

CLASE DE CONCRETO	RESISTENCIA LÍMITE (COMPRESIÓN Á 28 DÍAS) (Kg / cm ²)	TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (PULGADAS)	MÍNIMO DECEMENTO (BOL / m ³)	MÁX. AGUA (LT / BOLSA) VIBRADO	ASENTAMIENTO AASHTO C-143 (cm)
F'c=350	350		11.0		
F'c=280	280		9.5		
F'c=245	245		8.5		
F'c=210	210	1 1/2"	8.0	22.7	2.5 - 7
F'c=175	175	1 1/2"	7.5	24.	2.5 - 7
F'c=140	140	2 1/2"	6.5	26.5	4 - 10
F'c=100	100	3"	4.5		

El contratista presentará su dosificación de diseño acorde al uso de canteras para aprobación por parte de la Supervisión, en ningún caso el cemento será en menor cantidad al indicado en la tabla mencionada. Para estructuras mayores o masivas, el Contratista deberá preparar mezclas de prueba según lo solicite el Supervisor, antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser preferentemente proporcionados por peso, pero el Supervisor puede permitir la proporción por volumen para estructuras menores.

- **Equipo**

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

- **Equipo para la producción de agregado y la fabricación de concreto**

El equipo deberá cumplir con las especificaciones referentes a impactos por emisiones de ruido, gases y material particulado a la atmósfera. Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra. La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m³).

El proceso de producción de agregados pétreos requiere equipo para su explotación, carguío, transporte y producción, La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y, de ser necesaria, una planta de trituración provista de trituradoras primarias, secundaria y terciaria, siempre que esta

última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros necesarios para controlar la contaminación ambiental.

La planta deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme dentro de las tolerancias permitidas.

La mezcla se podrá elaborar en plantas centrales o en camiones mezcladores. En el caso de plantas centrales, los dispositivos para la dosificación por peso de los diferentes ingredientes deberán ser automáticos, con precisión superior al 1% para el cemento y del 2% para los agregados. Los camiones mezcladores para la mezcla y agitado, podrán ser de tipo cerrado con tambor giratorio o de tipo abierto provistos de paletas. En cualquiera de los dos casos, deberán proporcionar mezclas uniformes y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones. Además deberán estar equipada con cuentarrevoluciones.

Los vehículos mezcladores de concreto y otros elementos tendrán dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el proceso de transporte. En caso hubiera derrame del material llevado por los camiones, este deberá ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

- **Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no se considerará como definitiva pues el uso del sistema de conducción o transporte se suspenderá inmediatamente si el asentamiento o segregación de la mezcla exceden los límites especificados. Si la distancia de transporte es mayor de 300 m, no se podrán emplear sistemas de bombeo sin la aprobación del Supervisor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a 600 m, el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

- **Encofrados y obra falsa**

El Contratista debe suministrar e instalar los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin formación de combas entre los soportes evitando desviaciones de líneas y contornos mostrados, así como la fuga del mortero. Los encofrados de

madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

- **Elementos para la colocación del concreto**

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

- **Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de 7,000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto sin causar la segregación de los materiales. Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

- **Equipos varios**

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Requerimientos de construcción

- **Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados**

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

- **Estudio de la Mezcla y Obtención de la Fórmula de Trabajo**

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que demuestren la conveniencia de emplearlos, para su verificación. Si a juicio del Supervisor, los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éstos sólo podrán ser modificados durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El Contratista definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.

Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. El agua y aditivos líquidos pueden medirse por peso o volumen. Si se mide el cemento por bolsas, la dosificación será en un número entero de bolsas.

La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

Cuadro 3.13
Asentamiento máximo del concreto

TIPO DE TRABAJO	ASENTAMIENTO MÁXIMO (PLG)	ASENTAMIENTO MÍNIMO (PLG)
Zapatas y muros de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones y sub Estructuras de muros	3	1
Vigas y muros armados	4	1
Columnas en edificios	4	1
Concreto Ciclópeo	2	1

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca;
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso;
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2);
- La naturaleza o proporción de los aditivos; y
- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del Proyecto. Los planos deberán indicar claramente

la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua / cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión á 28 días. La curva se deberá basar en no menos de 3 puntos y preferiblemente 5, que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos 3 cilindros ensayados á 28 días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda suficientemente la resistencia de diseño del elemento, según se indica a continuación:

Cuadro 3.14
Resistencia promedio requerida

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN		RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN	
< 20,6 MPa	(210 Kg/cm ²)	f'c + 6,8 Mpa	(70 Kg/cm ²)
20,6 - 34,3 MPa	(210 - 350 Kg/cm ²)	f'c + 8,3 MPa	(85 Kg/cm ²)
> 34,3 MPa	(350 Kg/cm ²)	f'c + 9,8 MPa	(100 Kg/cm ²)

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se cumpla con las indicaciones referentes a aditivos. La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que se señala enseguida:

Cuadro 3.15
Requisitos sobre aire incluido

RESISTENCIA DE DISEÑO A 28 DÍAS	PORCENTAJE AIRE INCLUIDO
280 Kg/cm ² - 350 Kg/cm ² concreto normal	6 - 8
280 Kg/cm ² - 350 Kg/cm ² concreto pre-esforzado	2 - 5
140 Kg/cm ² - 280 Kg/cm ² concreto normal	3 - 6

La cantidad de aire incorporado se determinará según Ensayo AASHTO-T152 ó ASTM-C231.

La aprobación del Supervisor al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos.

La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

- **Preparación de la zona de los trabajos**

La excavación para cimentaciones de estructuras de concreto y preparación de la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento si son necesarios, se efectuará conforme a planos y a las especificaciones contenidas para la partida 04.01 Excavación No Clasificada para Estructuras.

- **Fabricación de la mezcla**

- **Almacenamiento de los agregados**

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas manteniéndose libres de tierra o de elementos extraños, dispuestas de tal forma que se evite la segregación de los agregados.

Si el acopio se dispone sobre terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores del mismo. Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor á 1.50 m y no por depósitos cónicos. Los materiales acopiados se ubicarán sin causar incomodidad a los transeúntes y vehículos que circulen en los alrededores. Se evitará el acceso de personas ajenas a la obra.

- **Suministro y almacenamiento del cemento**

El cemento en bolsas se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en rumas de no más de ocho (8) bolsas. Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad máxima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

El cemento con más de 3 meses de almacenamiento en sacos ó 6 en silos, será examinado por el Supervisor para verificar si aún es utilizable. Este examen incluirá pruebas de laboratorio para determinar su conformidad con los requisitos de la Norma Técnica Peruana.

- **Almacenamiento de aditivos**

Los aditivos se protegerán de la intemperie y de la contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y con iguales precauciones que para el caso del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Estas indicaciones no deberán ser excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

- **Elaboración de la mezcla**

Salvo indicación del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no mayor a la mitad ($\frac{1}{2}$) del agua requerida para la tanda; luego se añadirán el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior á 5 segundos ni superior a la tercera parte ($\frac{1}{3}$) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados. Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en el agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua. Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de 30 minutos, deberá ser limpiada antes de verterle materiales.

Para resistencias menores á $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y cuando la mezcla se elabore en mezcladoras a pie de obra, el Contratista podrá transformar las medidas correspondientes a la fórmula de trabajo a unidades volumétricas, previa autorización del Supervisor, que verificará la existencia de elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

Cuando excepcionalmente se haya autorizado la ejecución manual de mezclas de resistencias menores a $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, ésta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter. Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes. El lavado de los materiales deberá efectuarse lejos de los cursos de agua, y de ser posible, de las áreas verdes.

Operaciones para el vaciado de la mezcla

- **Descarga transporte y entrega de la mezcla**

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media ($1 \frac{1}{2}$) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado. El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado durante los transportes y colocación debe ser recogido inmediatamente por el Contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

- **Preparación para la colocación del concreto**

Por lo menos 48 horas antes de colocar el concreto, el Contratista notificará por escrito al Supervisor para que verifique y apruebe los sitios de colocación. La colocación no comenzará mientras el Supervisor no apruebe el encofrado, refuerzos, partes embebidas y preparación de superficies libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno en que este método no es obligatorio. Se eliminará toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla. Se controlará que durante la colocación de la

mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco. Las fundaciones en suelo donde se coloque concreto, serán humedecidas o recubiertas con una delgada capa de concreto, según indique el Supervisor.

- **Colocación del concreto**

La colocación se hará en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste. El concreto no se colocará durante ocurrencia de lluvias, a no ser que el Contratista suministre cubiertas adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado. En todos los casos, el concreto se debe depositar lo más cerca posible de su posición final y no deberá fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto permitirán una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a 1.50 m.

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura. El concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0.5 m). El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando lo estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá prever la continuación del colocado del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en la parte correspondiente en la presente especificación.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto ciclópeo, se ajustará al siguiente orden: La piedra limpia y húmeda se colocará sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple. En estructuras cuyo espesor sea inferior a 80 cm, la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie

de la estructura, no será inferior á 10 cm. En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará á 15 cm. En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos 50 cm debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el 30% del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, serán eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el Proyecto. De ser necesario, la zona de trabajo utilizada, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

- **Vibración**

El concreto colocado se consolidará mediante vibración para obtener la densidad diseñada, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire y que cubra totalmente las superficies de encofrados y materiales embebidos.

El vibrador se debe operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla. No será colocada una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada. La vibración no será usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se debe aplicar directamente al encofrado o acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

- **Juntas**

Se debe construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y lugares indicados en los planos de obra o donde lo indique el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización indicadas en planos o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario. En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

En lo posible, el concreto deberá ser vaciado en una operación continua por cada sección de la estructura y entre las juntas indicadas. Si en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar una sección, se deberán colocar topes según lo ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos, en las especificaciones 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 colocarán tiras de calibración de 4 cm de grueso en los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para obtener líneas rectas a las juntas.

Antes de colocar concreto fresco, las superficies de las juntas de construcción serán limpiadas por chorro de arena o lavadas y raspadas con escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación, considerándose saturadas hasta que sea vaciado el nuevo concreto. Inmediatamente antes de este vaciado, los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto ya en sitio y la superficie fraguada deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro, o sea sin arena.

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, en tales sitios, que no queden expuestos a la vista en la estructura terminada. Donde fuesen necesarias las juntas de construcción verticales, deberán ser colocadas varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, con el fin de lograr que la estructura sea monolítica. Deberán evitarse las juntas de construcción de un lado a otro de los muros de ala o de contención u otras superficies grandes que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Las barras de trabazón que fuesen necesarias, así como los dispositivos para la transferencia de carga y los dispositivos de trabazón, deberán ser colocadas como esté indicado en los planos, o fuese ordenado por el Supervisor.

- **Agujeros para drenaje**

Los agujeros para drenaje o alivio se harán conforme a planos y en los lugares señalados. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deben colocar por debajo de las aguas mínimas de acuerdo a planos. Los moldes para los agujeros en el concreto pueden ser de tubería metálica, plástico o concreto, cajas de metal o madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

- **Remoción de encofrados y de la obra falsa**

El tiempo de remoción de encofrados se condiciona al tipo y ubicación de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afectan el endurecimiento del concreto. La remoción de los encofrados se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dado que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño, Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio. Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, se podrá emplear como guía de tiempos mínimos antes de la remoción de encofrados y soportes, lo siguiente:

- a. Estructuras para arcos - Estructuras bajo vigas 14 días
- b. Soportes bajo losas planas - Losas de piso 14 días
- c. Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- d. Superficies de muros verticales - Columnas 48 horas
- e. Lados de vigas 24 horas

Curado

Durante el primer período de endurecimiento se someterá el concreto a proceso de curado en el plazo indicado por el Supervisor según el tipo de cemento utilizado y condiciones climáticas.

En general, los tratamientos de curado se deben mantener por un período no menor de 14 días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de 7 días.

- **Curado con agua**

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier método que garantice los resultados. No se permitirá el humedecimiento periódico; éste

debe ser continuo. El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

Acabado y reparaciones

Las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las placas de piso, el fondo y los lados interiores de las vigas de concreto, deberán tener un acabado por frotamiento con piedra áspera de carborundum, u otro procedimiento aceptado por el Supervisor.

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias. Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista, según lo requiera el Supervisor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrados a expensas del Contratista.

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivos de metal que sobresalga, usados como sujetadores a través del cuerpo del concreto, serán quitados o cortados hasta por lo menos 2 cm debajo de la superficie del concreto. Los rebordes del mortero e irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

Las juntas de expansión o construcción deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de rebabas de mortero y concreto, con bordes limpios y exactos en toda su longitud.

Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Supervisor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

Limitaciones en la ejecución

La temperatura de mezcla de concreto antes de su colocación, debe estar entre 10 °C y 32 °C. Cuando se pronostique temperatura inferior á 4°C durante el vaciado ó 24 horas siguientes, la temperatura del concreto no debe ser inferior á 13°C cuando se vaya a emplear en secciones de menos de 30 cm en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior á 10°C para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de 32°C para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de 50°C, se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Aceptación de los trabajos

- **Controles**

Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.

Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación. Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

Tomar regularmente muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.

Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.

Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

- **Calidad del cemento**

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

- **Calidad del agua**

Siempre que se tenga alguna duda sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

Cuadro 3.16
Ensayo y frecuencia de los agregados

MATERIAL O PRODUCTO	PROPIEDADES	ENSAYO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
Agregado Fino	Granulometría	MTC E 204	Cada 250 m ³	Cantera
	Materia que pasa la Malla N° 200 (75 µm)	MTC E 202	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Terrones de Arcillas y Partículas Deleznables	MTC E 212	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Reactividad	MTC C 84	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Partículas Livianas	MTC E 211	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Contenidos de Sulfatos (SO ₄)		Cada 1,000 m ³	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl)		Cada 1,000 m ³	Cantera
	Durabilidad	MTC E 209	Cada 1,000 m ³	Cantera
Agregado Grueso	Granulometría	MTC E 204	Cada 250 m ³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	Cada 500 m ³	Cantera
	Terrones de Arcillas y Partículas Deleznables	MTC E 212	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Partículas Livianas	MTC E 211	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Contenidos de Sulfatos (SO ₄)		Cada 1,000 m ³	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl)		Cada 1,000 m ³	Cantera
	Contenido de Carbón y Lignito	MTC E 215	Cada 1,000 m ³	Cantera
	Reactividad	MTC C 84	Cada 1,000 m ³	Cantera

Cuadro 3.16

Ensayo y frecuencia de los agregados

MATERIAL O PRODUCTO	PROPIEDADES	ENSAYO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
	Durabilidad	MTC E 209	Cada 1,000 m ³	Cantera
	% Chatas y Alargadas (relac largo:espesor, 3:1)	MTC E 204	Cada 250 m ³	Cantera

- **Calidad de aditivos y productos químicos de curado**

El Supervisor solicitará certificados a los proveedores de aditivos que garanticen su calidad y conveniencia de uso, disponiendo ejecutar ensayos de laboratorio para la verificación.

- **Calidad de la mezcla**

a. Dosificación

La mezcla se efectuará en proporciones conforme a diseño, rechazándose dosificaciones fuera de los límites. Se admiten las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

Agua, cemento y aditivos ± 1%;

Agregado fino ± 2%;

Agregado grueso hasta de 38 mm ± 2%; y

Agregado grueso mayor de 38 mm ± 3%.

b. Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada a continuación:

Consistencia	MTC E 705	1 por carga (*)	Punto de vaciado
--------------	-----------	-----------------	------------------

(*) Se considera carga al volumen de 1 camión mezclador. En casos de no alcanzar este volumen, se efectuará 1 ensayo por cada estructura.

Los resultados deberán encontrarse dentro de los límites mencionados para el estudio de las mezclas y obtención de la fórmula de trabajo. En caso de no cumplirse estos requisitos, se rechazará la carga correspondiente.

c. Resistencia

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con las frecuencias indicadas a continuación.

Compresión	MTC E 704	1 juego cada 50 m ³ , mínimo diario	Punto de vaciado
------------	-----------	--	------------------

La muestra estará compuesta por 9 especímenes según Ensayo MTC E 701, consistentes en probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704); tres de éstas se probarán a 7 días, tres a 14 días y las otras tres a los 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a los 7 días y 14 días servirán para verificar la regularidad de calidad de producción del concreto, mientras que los obtenidos a los 28 días se emplearán para comprobar la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de 3 especímenes tomados de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será satisfactoria, si ningún ensayo individual presenta una resistencia inferior en más de 35 kg/cm² de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de 3 ensayos consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada.

Si se incumple alguna de estas exigencias, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante 7 días a una temperatura entre 16°C y 27°C; luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por 48 horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al 85% de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del 75% de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de

la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista adoptará las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo para el MTC.

- **Calidad del producto terminado**

La evaluación de los trabajos de Concreto se efectuará de acuerdo a la inspección visual del Supervisor y conforme a las mediciones y resultados de ensayos de control que se encuentren dentro de las tolerancias y límites establecidos en estas especificaciones.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

- **Desviaciones Máximas Admisibles de las Dimensiones Laterales**

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada a continuación:

- a. Vigas pretensadas y postensadas -5 mm á + 10 mm;
- b. Vigas, columnas, placas, muros y estructuras concreto reforzado -10 mm á + 20 mm; y
- c. Muros, estribos y cimientos -10 mm á + 20 mm

- **Otras tolerancias**

- a. Espesores de placas -10 mm á +20 mm;
- b. Cotas superiores de placas y veredas 10 mm á +10 mm;
- c. Recubrimiento del refuerzo $\pm 10\%$; y
- d. Espaciamiento de varillas -10 mm á +10 mm.

- **Regularidad de la superficie**

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3 m).

- a. Placas y veredas 4 mm;
- b. Otras superficies de concreto simple o reforzado 10 mm; y
- c. Muros de concreto ciclópeo 20 mm

- **Curado**

Toda obra de concreto que no sea correctamente curada, será rechazada. Si se trata de una superficie de contacto con concreto, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa hasta de 5 cm de espesor, por cuenta del Contratista

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, en las dimensiones indicadas en los planos o debidamente aceptada por el Supervisor.

Solamente se medirán los trabajos que hayan sido ejecutados correctamente, de acuerdo con lo indicado en la presente especificación y a entera satisfacción del Supervisor. Cuando algún trabajo no cumpla con lo indicado, el Contratista está obligado a rehacerlo hasta obtener la aprobación del Supervisor. No se medirán trabajos ejecutados deficientemente ni los trabajos que tengan que realizarse para corregir lo ejecutado deficientemente o la demolición cuando y como se requiera.

No se harán deducciones en el volumen de concreto por el volumen de acero de refuerzo o elementos empotrados en el concreto, con excepción de las tuberías metálicas corrugadas (TMC).

Pago

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

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos previstos en los documentos del Proyecto o solicitados por el Supervisor.

El precio unitario incluirá también los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de excavaciones, el suministro de materiales y accesorios para encofrados y obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y,

en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y las instrucciones del Supervisor.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
610B.C Concreto Clase C (F'C = 280 Kg/cm ²)	Metro Cúbico (m ³)
610B.D Concreto Clase D (F'C = 210 Kg/cm ²)	Metro Cúbico (m ³)
610B.E Concreto Clase E (F'C = 175 Kg/cm ²)	Metro Cúbico (m ³)
610B.G Concreto Clase G (F'C = 140 Kg/cm ² + 30% de Piedra Grande)	Metro Cúbico (m ³)
610B.H Concreto Clase H (F'C = 100 Kg/cm ²)	Metro Cúbico (m ³)

3.2.6. Sección 615B Acero de refuerzo

- Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero dentro de las estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del Proyecto, las presentes especificaciones 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.

- **Barras de refuerzo**

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

- **Alambre y Mallas de Alambre**

Deben cumplir con las normas AASHTO M-32, M-55, M-221 y M-225.

- **Pesos Teóricos de las Barras de Refuerzo**

Para efectos de pago, se considerarán los siguientes pesos de barras por unidad de longitud:

Cuadro 3.17
Peso específico de las barras de acero

BARRA N°	DIÁMETRO NOMINAL EN mm (pulg)		PESO Kg/m
2	6,4	(¼”)	0.25
3	9,5	(⅜”)	0.56
4	12,7	(½”)	1.00
5	15,7	(⅝”)	1.55
6	19,1	(¾”)	2.24
7	22,2	(⅞”)	3,04
8	25,4	(1”)	3,97
9	28,7	(1 ⅛”)	5,06
10	32,3	(1¼”)	6,41
11	35,8	(1 ⅜”)	7,91
14	43,0	(1 ¾”)	11,38

- **Equipo**

Se requiere equipo idóneo de corte y doblado de barras de refuerzo, autorizado por el Supervisor. El equipo no debe producir ruidos por encima de lo permisible que afecte a la tranquilidad del personal de obra y poblaciones aledañas. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista debe disponer de equipo apropiado para dicha labor. Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores. Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

- **Requerimientos de construcción**

• **Planos y despiece**

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en planos, el Contratista verificará las listas de despiece y diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas serán preparadas por el Contratista para la aprobación del Supervisor. Tal aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. El Contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados en los precios de su oferta. No se iniciará trabajo alguno hasta que dichas listas y diagramas hubiesen sido aprobados.

- **Suministro y almacenamiento**

Las varillas corrugadas a usar tendrán impresas claramente las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, el grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente, estarán identificados con etiquetas que indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente. El acero se almacenará en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido en lo posible contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos. Se protegerá al acero de refuerzo de fenómenos atmosféricos, principalmente de la precipitación pluvial. En caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar en lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no protección podría originar procesos erosivos del suelo. Se rechazarán las varillas no identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten en la parte exterior del doblamiento.

- **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 de 6 diámetros de dicha barra.

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que cuatro (4) diámetros de la barra, para barras N° 5 ó menores. Las barras mayores se doblarán con un diámetro de diámetros de la 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 se colocarán con exactitud, conforme a planos, asegurándolas en las posiciones señaladas de forma que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados será sostenida con tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado.

Los bloques serán 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 o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se amarrarán con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 0.30 m, en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1.59 ó 2.0 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 la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla se enderezará en láminas planas antes de su colocación. El Supervisor revisará y aprobará el refuerzo de las estructuras antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

- **Traslapes y Uniones**

Los traslapes de barras de refuerzo se efectuarán conforme a planos o indicaciones del Supervisor y localizados de acuerdo a las juntas del concreto. En los traslapes, las barras se colocarán en contacto entre sí, amarradas con alambre, manteniendo la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas con relación a las demás varillas y a las superficies 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 sea asumido por el Contratista.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

- **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 y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

Aceptación de los trabajos

- **Controles**

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.

Chequear que los materiales a usar cumplan los requisitos de calidad exigidos en estas especificaciones. Solicitar al Contratista copia certificada de análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a las muestras de cada suministro de barras de acero.

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 la obra.

Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.

Efectuar las mediciones para el pago del acero de refuerzo suministrado y colocado.

- **Calidad del Acero**

Las barras y mallas de refuerzo serán ensayadas en la fábrica y sus resultados cumplirán los requerimientos de las normas AASHTO ó ASTM correspondientes. El Contratista entregará al Supervisor la copia certificada de los resultados de análisis químicos y pruebas físicas del fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra. De incumplirse este requisito, el Supervisor ordenará, a expensas del Contratista, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas. Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su

calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo a las indicaciones sobre traslapes y uniones.

- **Calidad del Producto Terminado**

Todo defecto de calidad o instalación que exceda las tolerancias especificadas, será corregido por el Contratista a su costo, conforme a procedimientos aceptados por el Supervisor. Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

Desviación en el Espesor de Recubrimiento

Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros (5 cm)	5 mm
Con recubrimiento superior a cinco centímetros (> 5 cm)	10 mm

Tolerancias en el Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Medición

La unidad de medida será el kilogramo (Kg) 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 separados, soportes de alambre o elementos similares usados para mantener el refuerzo en su sitio, ni empalmes adicionales a los indicados en planos. No se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otros renglones del Contrato. 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 para los pesos teóricos de las barras de refuerzo que se indican en estas especificaciones.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del Proyecto u ordenadas por el Supervisor. Los empalmes no considerados en los planos no serán medidos.

Para efectos de la cuantificación de esta partida, se utilizarán los siguientes pesos unitarios:

Cuadro 3.18
Pesos unitarios del acero

BARRA N°	DIAMETRO NOMINAL	PESO (kg/m)
3	9.5 mm (3/8")	0.56
4	12.7 mm (1/2")	1.00
5	15.7 mm (5/8")	1.55
6	19.1 mm (3/4")	2.24
8	25.4 mm (1")	3.97

- 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 cubre todo costo por concepto de suministro, ensayos, almacenamientos, transportes, cortes, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación, alambres, limpieza y por toda mano de obra, herramientas, equipo y fijación del refuerzo necesario para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
615B.A Acero de Refuerzo	Kilogramo (Kg)

3.2.7. Sección 616B Encofrado y Desencofrado

- 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 lo 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; y
- 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./m². 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**

las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformalidad de la estructura.

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:

- a. Costado de Vigas y muros : 24 horas;
- b. Fondo de Vigas : 21 días;
- c. Losas : 14 días;
- d. Estribos y Pilares : 3 días;
- e. Cabezales de Alcantarillas T.M.C. : 48 horas; y
- f. 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 alineamiento 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.

- **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.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
616B. Encofrado y Desencofrado	Metro Cuadrado (m ²)

3.2.8. Sección 622B Tubería Metálica Corrugada

- Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de los alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Supervisor. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos; así mismo, la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

- Materiales

Los materiales para la tubería corrugada deben satisfacer las siguientes exigencias:

- **Tubos Conformados Estructuralmente de Planchas o Láminas Corrugadas de Acero Galvanizado en Caliente.**

Para tubos abovedados, y accesorios de pernos y tuercas, entre el rango de 20 cm y 1.83 m de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36. Las planchas o láminas cumplirán los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-444; los pernos, la especificación ASTM A-307, A-449 y las tuercas, la especificación ASTM A-563. El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a la especificación AASHTO M-36. Los espesores de las planchas serán los siguientes:

DIAMETRO	ESPESOR (mm)
36" (0.90 m)	2.0
48" (1.20 m)	2.5

- **Estructuras Conformadas por Planchas o Láminas Corrugadas de Acero Galvanizado en Caliente**

Para las estructuras (y sus accesorios de pernos y tuercas) de más de 1.83 m de diámetro o luz, las planchas o láminas se deben cumplir los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-569 y AASHTO M-167 y los pernos con la especificación ASTM A-563 Grado C.

El galvanizado de las planchas debe cumplir con los requisitos de la especificación ASTM A-123 ó ASTM A-444, y para pernos y tuercas con la especificación ASTM A-153 ó AASHTO M-232. El corrugado, perforado y formación de planchas deben ser de acuerdo a AASHTO M-36

- **Tubos de Planchas y Estructuras de Planchas con Recubrimiento Bituminoso.**

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación AASHTO M-190 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación. Salvo que los documentos del Proyecto establezcan lo contrario, el recubrimiento será del tipo A.

- **Material para Solado y Sujeción**

El solado y sujeción se construirán con material para sub-base granular, cuyas características estarán de acuerdo a las especificaciones de materiales dispuestas para la súbbase granular.

Equipo

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte, colocación y ensamblaje de los tubos, así como para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular. Estos equipos serán compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, con capacidad y eficiencia ajustados al programa de ejecución de obras, que cumplan las disposiciones sobre impacto ambiental y que cuenten con la aprobación del Supervisor. Cuando los planos exijan apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de gatas para dicha labor.

Requerimientos de construcción

- **Calidad de los Tubos y del Material**

a. Certificados de Calidad y Garantía del Fabricante de los Tubos

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor un certificado de calidad original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministra y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería. Además, entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material suministrado cumple las especificaciones y lleva marcas de identificación y que reemplazará, sin costo alguno para el MTC, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a tracción, espesor y recubrimiento galvanizado especificados. Ningún tubo será aceptado hasta que

los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

b. Inspección y Muestreo en la Fábrica o el Taller

El Contratista tendrá en cuenta los distintos aspectos que de manera directa garanticen la calidad del producto suministrado. Cualquier revisión, inspección o comprobación que efectúe el Supervisor no exime al Contratista de su obligación sobre la calidad de la obra.

c. Reparación de Revestimientos Dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser regalvanizadas, empleando el proceso metalizado descrito en el numeral 24 de la especificación AASHTO M-36.

d. Manejo, Transporte, Entrega y Almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar sin dañarlos. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, serán rechazados, aún cuando hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

Preparación del Terreno Base

La excavación tendrá una amplitud tal, que su ancho total tenga una vez y media el diámetro del tubo. Cuando el fondo de la tubería se haya proyectado a una altura igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado en las partidas de Desbroce y Limpieza, Conformación de Terraplenes y Excavación No clasificada para Estructuras, de manera que la superficie compactada quede 15 cm debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona según las condiciones de tamaño máximo, porcentaje de finos y Límite Líquido especificados para esta capa, y su compactación deberá ser, como mínimo, el 95% de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (Ensayo MTC E 115).

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, ésta deberá tener caras verticales, cada una de las cuales deberá quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la tubería, que permita la construcción del solado en el ancho indicado por el Supervisor. El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad no menor de 15 cm debajo de las cotas

especificadas del fondo de la tubería. Dicha excavación se realizará conforme se indica en la partida de Excavación No clasificada para Estructuras, previo el desmonte y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería. Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, el contratista deberá previamente solicitar el respectivo permiso al MTC y a la Administración Técnica del Distrito de riego correspondiente. Así mismo, el curso abandonado deberá ser restaurado a su condición original.

No se permitirá el vadeo frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de paso del agua. Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

Solado

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para subbase, de 15 cm de espesor compactado. La superficie acabada de dicha capa deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la tubería y su compactación mínima será la que se especifica para la corona especificada en la Conformación de Terraplenes.

Instalación de la Tubería

La tubería de acero corrugado será ensamblada de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

Cuando los planos indiquen apuntalamiento, éste se hará alargando el diámetro vertical en el porcentaje indicado en aquellos y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El alargamiento se debe hacer de manera progresiva de un extremo de la tubería al otro, y los amarres y puntales se deberán dejar en sus lugares hasta que el relleno esté terminado y consolidado, a menos que los planos lo indiquen en otra forma.

Relleno

La zona de terraplén adyacente al tubo, con dimensiones indicadas en planos o fijadas por el Supervisor, se ejecutará de acuerdo a lo especificado en la partida de Rellenos para Estructuras. Su compactación se efectuará en capas horizontales de 15 cm á 20 cm de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos. La compactación en las capas del relleno no será inferior a las que se indican para la compactación especificada en la Conformación de Terraplenes y la frecuencia de control será la que indique el Supervisor.

Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar la zona de trabajo y los sobrantes deberán transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Supervisor.

Aguas y Suelos Agresivos

Si las aguas que han de conducir los tubos presentan un pH menor de seis (6) o los suelos circundantes presentan sustancias agresivas, se dará la debida protección a los tubos, cuyo costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la tubería.

Aceptación de los Trabajos

• Controles

a. El Supervisor efectuará los siguientes controles generales durante la ejecución de los trabajos:

Verificar que el empleo del equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento;

Verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial;

Comprobar que los tubos, materiales y mezclas por utilizar cumplan las especificaciones;

Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado;

Verificar el alineamiento y pendiente de la tubería de acuerdo con los planos; y

Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

b. Marcas

Se rechazarán tubos cuyo metal no esté identificado por sello o marca de identificación en la parte exterior de cada sección, indicando como mínimo el

nombre de fabricante de la lámina, marca y clase del metal básico, calibre o espesor y peso del galvanizado.

c. Calidad de la Tubería

La tubería debe satisfacer la especificación ASTM A-444. Constituye causal de rechazo de los tubos, los defectos de traslapes desiguales, las formas defectuosas, la variación de la línea recta central, los bordes dañados, las marcas ilegibles y las láminas de metal abollado o roto.

El Supervisor tomará al azar muestras cuadradas de lado igual a $57.1 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$, para someterlas a análisis químicos y determinación del peso del galvanizado, cuyos resultados deben satisfacer las exigencias de la especificación ASTM A-444. El peso del galvanizado se fijará de acuerdo a la norma ASTM A-525. Las muestras para estos ensayos se podrán tomar de la tubería ya fabricada o de láminas o rollos del mismo material usado en su fabricación.

d. Calidad del Recubrimiento Bituminoso.

Cuando los planos requieran la colocación de tubería con revestimiento bituminoso, tanto en la superficie exterior como interior dicho material deberá satisfacer las exigencias de calidad impuestas por la especificación AASHTO M-190.

e. Tamaño y Variación Permisibles

La longitud especificada de la tubería será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado al tubo.

f. Solado y Relleno

El material para solado debe cumplir los requisitos de Subbase Granular y el relleno, las establecidas en la partida de Relleno para Estructuras. La frecuencia de verificación de compactación será establecida por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno. Los materiales defectuosos respecto a lo prescrito en estas especificaciones serán reemplazados por el Contratista, a su costa, conforme a instrucciones del Supervisor, a plena satisfacción. Así mismo, el Contratista deberá reparar a sus expensas, las deficiencias que presenten las obras ejecutadas, que superen las tolerancias establecidas en esta especificación y en aquellas que la complementan. La evaluación de los trabajos se efectuará según la inspección visual del Supervisor y de acuerdo a la medición y ensayos de control practicados.

- Medición

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Supervisor, a plena satisfacción de éste. La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Supervisor. La medición se realizará cuando la tubería se encuentre instalado en su posición final, terminada y aceptada por el Supervisor. Es igualmente aceptable la obtención de la medición, a partir de la multiplicación del número entero de planchas por su espaciamiento respectivo (0.81 m).

- Pago

El pago será al precio unitario de Contrato, según el diámetro y espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación, aceptada a satisfacción por el Supervisor. El precio unitario cubre todo costo por concepto de suministro, patentes e instalación de tuberías; apuntalamiento cuando se requiera; el suministro, colocación y compactación del solado de material granular; el revestimiento bituminoso de los tubos que lo requieran, incluido el suministro del material; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de trabajo al terminar los mismos; el transporte y disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las partidas de Excavación No clasificada para Estructuras y Relleno para Estructuras, respectivamente.

ÍTEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
622B.B Tubería corrugada de acero galvanizado circular de 36"	Metro lineal (m)
622B.C Tubería corrugada de acero galvanizado circular de 48"	Metro lineal (m)

3.2.9. Sección 636B Cunetas Revestidas de Piedra

Descripción

Este trabajo consiste en el acondicionamiento y el recubrimiento con piedra asentada con mortero de cemento, de las cunetas del proyecto de acuerdo con las formas, alineamientos, rasantes, dimensiones y en los sitios señalados en los planos o expediente técnico.

Materiales

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

- **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 especificado en la Sección 605B Rellenos para Estructuras.

- **Piedras**

Las piedras para las cunetas serán aprobadas por el Supervisor, sanas y durables de un espesor no menor de 150 mm y no mayor de 200 mm, con caras superiores aproximadamente planas, de un ancho de no menos de 50 mm y longitudes de no menos de 150 mm. Se recomienda no emplear piedras con forma y texturas que no favorezcan una buena adherencia con el mortero, tales como piedras redondeadas o cantos rodados sin fragmentar. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado superficial del emboquillado.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier materia extraña que reduzca la adherencia, se limpiarán o lavarán. Serán rechazadas si tienen grasas, aceites y/o si las materias extrañas no son removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de tres fuentes, previa autorización del Supervisor:

- a. **Canteras**

- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte

- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

- (c) Agregados de base de asiento y/o relleno de intersticios

El agregado para base de asiento y/o relleno de intersticios entre las piedras, que conforman el revestimiento de las cunetas, consistirá de grava limpia y aprobada, arena, o piedra triturada cuyos tamaños pasen por el tamiz de 3/8".

- **Mortero**

El mortero a utilizar para el asentado y llenado de juntas de las piedras estará constituido de cemento y arena, en una proporción uno a tres (1:3).

- **Traslado de los Materiales**

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.

Equipo

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente para su acondicionamiento, carga y transporte de los materiales, elaboración del mortero; y además, se deberá disponer de elementos así como equipos manuales de compactación.

Acondicionamiento de la Cuneta en Tierra

Todo material blando deformable o material inadecuado, será retirado y substituido por material adecuado. Se deberá tener en consideración los residuos que generen las 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.

Preparación de la Superficie

Una vez terminada el acondicionamiento (excavación y relleno), se procederá al perfilado y compactado de la superficie de apoyo, con pisón de mano de peso mínimo veinte (20) kilogramos, o bien con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse, la base será compacta completamente y acabada hasta obtener una superficie llana y firme. Cuando se indique en los planos, se colocará una capa de arena limpia y grava, u otro material permeable aprobado que tenga después de compactarse el

espesor requerido en los planos, esta base se formará a la profundidad requerida debajo y paralela a la superficie acabada de la cuneta.

Preparación del Mortero

El mortero, salvo indicación contraria del Supervisor, deberá hacerse a mano, mezclando la arena y el cemento en un recipiente limpio e impermeable hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, a continuación se agregará la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si fuera necesario preparar el mortero con mezcladora, ésta deberá ser de la capacidad adecuada y será previamente aprobada por el Supervisor. El mezclado se hará durante un minuto y medio (1½) como mínimo. No se empleará morteros de cemento después de treinta (30) minutos de haberse incorporado el agua; asimismo está prohibido el reemplado del mortero con el fin de mejorar la trabajabilidad.

Colocación de Piedras

Antes de asentar las piedras, se deberán humedecerse la superficie de apoyo y las piedras que se colocarán sobre el mortero.

Las piedras se colocarán con sus superficies planas hacia arriba y sus dimensiones más largas en ángulo recto a la línea central de la cuneta; serán asentadas en hileras rectas, sobre una cama de mortero de 5 cm de espesor, de manera de obtener el mejor amarre posible y un contacto estrecho entre piedras contiguas, no se admitirán intersticios o juntas que excedan los 25 milímetros de ancho. Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas.

Las piedras así colocadas serán completamente apisonadas hasta obtener una superficie firme y en conformidad a la superficie final en rasante, alineamiento y sección transversal. Todo sector de la cuneta que tenga una superficie irregular o desigual será retirado y recolocado satisfactoriamente.

Las juntas entre piedras se llenarán completamente con mortero, y, antes del endurecimiento del mortero, se deberá enrasar la superficie del empedrado. En caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y las juntas, volviendo a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio del asiento. Para el desarrollo de los trabajos de colocación del mortero, no será necesario el uso de encofrados. Una vez concluido la colocación del mortero, la superficie deberá mantenerse húmeda durante tres (3) días como mínimo.

Después de que las piedras hayan sido apisonadas hasta ocupar su lugar y al superficie sea satisfactoria, los espacios o intersticios entre y alrededor de las

piedras serán rellenos con grava limpia, arena limpia, o piedra triturada hasta que tal relleno quede a no menos de 10 centímetros de la superficie, después de lo cual se echará y barrerá lechada de cemento a los espacios entre las piedras, debiendo ésta operación continuar hasta que la lechada quede a no más de 1.5 centímetros por debajo de las caras superiores de las piedras. La lechada deberá ser de tal consistencia que pueda penetrar fácilmente en los espacios entre las piedras, pero no será tan aguada que la materia sólida se separe del agua. Durante el tiempo caluroso y seco la obra será protegida del sol y se mantendrá húmeda después del enlechado durante tres días por lo menos.

Aceptación de los Trabajos

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

Se verificará 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.

Se verificará se cumplan con las consideraciones ambientales, incluido la decantación de sedimentos, cuando las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada.

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. No se aceptarán 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.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al décimo, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o expediente técnico. El área se determinará midiendo las líneas o bordes expuestos (largo y ancho) de las cunetas señaladas en los planos o expediente técnico, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de las medidas se deberán incluir, también, los desagües de agua revestidos de piedra, 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 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; las piedras, el material de la base de asiento y relleno de intersticios, la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar del mortero requerido; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas de piedra, y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados en esta Sección.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
636B Cunetas Revestidas de Piedra	Metro Lineal (m)

3.2.10. Sección 666B Piedra Acomodada

- **Descripción**

Esta partida se refiere al proceso de construcción de enrocado que tiene que realizar el contratista en las zonas diseñadas para proteger las estructuras de concreto, ante el agente de erosión, especialmente en las obras de alcantarillas y badenes de los tramos de carretera del presente estudio.

La partida no contempla el proceso de preparación, selección, carguio y transporte, por corresponder esta partida al costo del material puesto en obra.

- **Medición**

El método de medición para el pago por esta partida de piedra acomodada, será el número de metros cúbicos de roca acomodada, medidas de acuerdo al avance de los trabajos, de conformidad con las presentes especificaciones y con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

- **Pago**

El volumen medido en la forma descrita será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico para la partida de "PIEDRA ACOMODADA",

entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

ITEM DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
666B Piedra Acomodada	Metro Cúbico (m ³)

3.3. Metrados

Mide la cantidad de obra a ejecutar en las diferentes actividades o partidas; la que multiplicada por el respectivo costo unitario, y posteriormente acumulada, da como resultado el Costo Directo de la Obra.

En el caso del presente estudio que abarca el diseño de estructuras hidráulicas de la carretera se considerarán los metrados correspondientes a la colocación, y construcción de cunetas, alcantarillas, cabezales y buzones de concreto armado, obras de protección contra erosión y subdrenes de material granular. El cuadro 3.19 muestra los metrados.

Cuadro 3.19
Metrados

Item	Descripción	Unidad	Metrado
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
04.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	6.52
04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	10.93
04.03	ACERO DE REFUERZO F'y=4200 kg/cm ²	kg	220.50
04.04	CONCRETO F' c = 210 kg/cm ²	m3	2.45
04.05	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	m	640
04.06	GEOTEXTIL	m2	1,482.00
04.07	MATERIAL DE FILTRO	m3	266.00
04.08	ALCANTARILLA TMC D= 36"	m	18.00
04.09	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m	36.00
04.10	TUBERIA PERFORADA CPT PERFORADA D= 4"	m	380.00
04.11	COLOCACION DE PROTECCION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m3	27.70

3.4. Presupuesto de obra

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

3.4.1. Análisis de costos unitarios

El análisis de precios unitarios para las partidas correspondientes a este estudio se realizó en el programa S10. Los cuadros de los análisis de costos se muestran en el anexo C-1.

3.4.2. Gastos generales

En el cálculo de los costos por gastos generales se utilizaron partidas estándar que fueron obtenidas con el apoyo del software de presupuestos S10. En el cuadro 3.20 se muestra el resumen de los costos totales por gastos generales, el detalle de estas partidas se pueden ver en el anexo C-2.

Cuadro 3.20
Resumen de gastos generales del proyecto

Incidencia de gastos generales	Monto	Porcentajes
Variables	15,223.9	6.5%
Fijos	3,475.4	1.5%
Total	18,699.3	8.0%

3.4.3. Valor Referencial

Para la obtención del valor referencial total del costo del proyecto se ha considerado el costo originado de los metrados realizados de las partidas del cuadro 3.19, que son metrados originados con mayor precisión; y además se ha adicionado el costo de las demás partidas involucradas para la ejecución del proyecto, originadas en el estudio a nivel de perfil.

El detalle de las partidas y el costo total del proyecto se muestran en el Anexo C-3.

3.4.4. Formula polinómica

La Fórmula Polinómica o Escalatoria es un instrumento utilizado en la actualización de los costos en obras, mediante el reconocimiento de las variaciones de los precios por inflación en forma automática e imparcial,

evitando la revisión de los análisis de precios unitarios o la necesidad de presentar facturas, simplificando de esta forma el trabajo de reconocimiento. Esta fórmula consiste en la determinación de un factor de ajuste, que luego es aplicado al monto de la obra objeto de análisis para obtener su costo actualizado.

La formula polinómica fue obtenida con el apoyo del software de presupuestos S10 y se presenta en el cuadro 3.21.

Cuadro 3.21
Formula polinómica

$K = 0.055(Acr/Aco) + 0.069(Agr/Ago) + 0.111(Dr/Do) + 0.124(Mor/Moo) + 0.169(Asr/Aso) + 0.202(Mir/Mio) + 0.270(Igr/Igo)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.055	100.000	Ac	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
2	0.069	100.000	Ag	05	AGREGADO GRUESO
3	0.111	100.000	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
4	0.124	100.000	Mo	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
5	0.169	100.000	As	13	ASFALTO
6	0.202	100.000	Mi	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
7	0.270	100.000	Ig	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

3.5. Relación de equipo mínimo

Es el listado de equipos que como mínimo deben ubicarse en 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 máquinas se muestra en el Anexo C-4.

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 3.22 se muestra el detalle de los desembolsos para todas las partidas en función de las duraciones de estas.

Cuadro 3.22 Cronograma de desembolsos

Presupuesto 0403016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Cliente S10 S.A. Costo al 10/11/2008
Lugar LIMA - CAÑETE - ZURIGA

Item	Descripción	Und.	Metrodo	Precio \$/.	Parcial \$/.	15 días	30 días
01	OBRAS PRELIMINARES						
01.01	ROCE Y LIMPIEZA	m2	2,250.00	0.47	1,057.50	1,057.50	
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	1,750.00	1,750.00
01.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	M2	2,250.00	1.16	2,610.00	2,610.00	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	m3	2,500.00	4.38	10,950.00	10,950.00	
02.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	20.00	19.68	393.60	393.60	
02.03	ESLAFIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE	m2	2,250.00	3.47	7,807.50	7,807.50	
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	2,200.00	11.28	24,816.00	24,816.00	
02.05	PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	11.51	11.51	11.51	
02.05	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR < 1K M	m3k	300.00	5.81	1,743.00	1,743.00	
02.07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR < 1K M	m3k	488.00	5.66	2,648.88		2,648.88
02.08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR > 1K M	m3k	4,212.00	3.75	15,795.00		15,795.00
03	PAVIMENTOS						
03.01	BASE GRANULAR E=0.15 M	m2	2,436.00	9.15	22,289.40		22,289.40
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1,800.00	3.62	6,516.00		6,516.00
03.03	CURPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2"	m2	1,800.00	23.15	41,670.00		41,670.00
03.04	SELLO ASFALTICO	m2	1,800.00	5.19	9,342.00		9,342.00
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						
04.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PIESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	6.52	9.54	62.20	62.20	
04.02	ENDOSADO Y DESENOSADO	m2	10.93	30.77	336.32	336.32	
04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm²	kg	220.50	5.82	1,283.31	1,283.31	
04.04	CONCRETO F'c = 210 kg/cm²	m3	2.46	28.487	69.93	69.93	
04.05	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	m	640.00	44.13	28,243.20	28,243.20	
04.06	GEOTEXTIL	m2	1,462.00	2.56	3,793.92	3,793.92	
04.07	MATERIAL DE FILTRO	m3	266.00	36.91	9,818.06	9,818.06	
04.08	ALCANTARILLA TMC D= 36"	m	18.00	8.95	161.10	161.10	
04.09	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m	35.00	466.22	16,783.92	16,783.92	
04.10	COLOCACION DE PROTECCION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m	75.00	341.60	25,620.00	25,620.00	
05	SERIALIZACION						
05.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	3.00	142.39	427.17		427.17
05.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	4.00	103.60	414.40		414.40
05.03	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2	50.00	7.80	702.00		702.00
06	COSTOS AMBIENTALES						
06.01	COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION	GLB	1.00	14,321.69	14,321.69	14,321.69	
06.02	COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO	GLB	1.00	12,690.43	12,690.43		12,690.43
	COSTO DIRECTO				270,008.04	155,780.76	114,245.28
	GASTOS GENERALES (8%)				18,899.31	10,803.25	7,897.17
	UTILIDAD (7%)				18,900.42	10,803.25	7,897.17
	SUB TOTAL				307,808.77	177,387.27	130,239.62
	IGV (18%)				59,445.10	33,737.78	24,745.53
	TOTAL PRESUPUESTO				360,250.87	211,305.08	154,985.14

3.7. Cronograma de ejecución de obra

El cronograma de obra ha sido elaborado con periodos de duración aproximados para cada partida con el apoyo del software Microsoft Project. Se puede observar el cronograma en el anexo C-5

CONCLUSIONES

La elaboración del perfil del proyecto es una base muy aproximada para diseñar y organizar el proyecto a futuro, facilita los trabajos de prefactibilidad y estudios posteriores. Es importante definir con visión general cada detalle del proyecto de esta forma seleccionar las tareas más críticas desde un contexto general.

La elección de un horizonte de proyecto de 10 años no es conveniente en todos los casos pues la rentabilidad de un proyecto no puede estar restringida a un tiempo de retorno de la inversión reducido. Y en muchos casos no es comparable una solución a corto plazo como por ejemplo una superficie de rodadura bicapa que una solución a más largo plazo como una superficie asfaltada. No se compensará con los gastos de mantenimiento.

Las obras de drenaje planteadas aseguran la vida útil de la vía para un horizonte de 10 años, para este proyecto representa el 30 % de la inversión inicial.

La solución a la problemática de la zona del proyecto no termina con el mejoramiento de las características geométricas, con la construcción de obras de drenaje o con el mejoramiento de la superficie de rodadura, es importante entender que esta mejora tiene que estar unida a un riguroso programa de mantenimiento que asegure la funcionalidad 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.

Para el diseño de los sistemas de drenaje de agua superficial se debe considerar también el aporte de la capeta asfáltica, ya que por ser una capa impermeable puede conducir mayor cantidad de escorrentía y dañar el mismo pavimento.

Las normas del 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.

En la zona del proyecto existen canales de riego que son potenciales amenazas para la carretera ya que cruzan la vía por medio de zanjas y alcantarillas artesanales.

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 mas insignificantes que parezcan.

Es importante conocer las características geomorfológicas de las cuencas, ya que por ellas se puede predecir su comportamiento hidrológico, más aún en zonas áridas en las que la ausencia normal de precipitaciones no permite conocer el comportamiento extraordinario de los cauces que son los que hasta el momento han causado daños costosos en todo la costa del país.

Las metodologías empleadas en este documento han sido extraídas de recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) por lo tanto son metodologías aceptadas en todo el mundo, sin embargo es necesario recalcar que se debe tener el criterio y conocimiento de la zona para elegir y aplicar metodologías que se ajusten a condiciones particulares de nuestro país.

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 relacionarlo a los números de curva o factores de cobertura de suelos con mayor precisión.

Para determinar el periodo de retorno de diseño de las estructuras es necesario hacer un análisis de riesgo tomando en cuenta el tiempo de vida útil de la estructura a diseñar.

BIBLIOGRAFIA

1. Arancibia Samaniego Ada; Tesis "Criterios para el Manejo de Quebradas y su Aplicación en Obras Civiles"; Universidad Nacional de Ingeniería - Lima; 1998.
2. Chow, Ven Te, David Maidment; "Hidrología Aplicada"; Austin-Tejas, 1994.
3. Chow, Ven Te, David Maidment; "Hidráulica de canales abiertos"; Bogota, 2000.
4. Federal Highway Administration, Hydraulic design of highway culverts, Virginia 2001.
5. Instituto para la Mitigación de efectos del Fenómeno del Niño; "Diseño de Defensas Ribereñas"; Lima; 2004.
6. Instituto Italo Latino Americano (IILA)-SENAMHI-UNI; "Estudio Hidrológico del Perú"; Lima; 1983.
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Estudio de inversión a nivel de factibilidad - Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Cañete - Huancayo, ruta 22, tramo: Lunahuaná-dv. Yauyos- Chupaca; Lima; 2005.
8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito; Lima; 2008.
9. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de diseño geométrico de carreteras (DG 2001); Lima; 2001.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG-2000); Lima; 2000.
11. PAVCO, Manual de diseño de Geosintéticos, Bogota, 2006.
12. Ponce, Victor; "Engineering Hydrology Principles and Practices"; New Jersey Estados Unidos; 1989.

13. United.State Army Corps; "Hydrologic Modeling System-Technical Manual"; Estados Unidos; 2002.

14 United States Department of Agriculture - Soil Conservation Service; Urban Hydrology for Small Watershed; Estados Unidos, 1975.

ANEXOS

ANEXO A
DOCUMENTOS DEL PERFIL

Anexo A-1
PRESUPUESTO DE OBRA DE MEJORAMIENTO CARRETERA
KM 59 + 400 - KM 59 + 700, ALTERNATIVA 1 (Asfalto)
En Nuevos Soles

ITEM	PARTIDAS BASICAS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (s./)	PARCIAL (s./)
1	OBRAS PRELIMINARES				31425
1.01	ROCE Y LIMPIEZA	M2	2,250.00	0.15	337.5
1.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1	25,000.00	25,000.00
1.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1	3,500.00	3,500.00
1.04	TRAZO Y REPLANTEO	M2	2,250.00	1.15	2,587.50
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				49,827.68
2.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	M3	2,500.00	4.5	11,250.00
2.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	M3	20	6	120
2.03	ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	2,250.00	3.5	7,875.00
2.04	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	M3	2,200.00	5.64	12,408.00
2.05	PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE	M2	1	5	5
2.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR < 1KM	M3K	300	5.95	1,785.00
2.07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR < 1KM	M3K	468	5.94	2,779.92
2.08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR > 1KM	M3K	4,212.00	3.23	13,604.76
3	PAVIMENTO				87,853.20
3.01	BASE GRANULAR (E=0.20M)	M2	2,436.00	11.2	27,283.20
3.02	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	1,800.00	3.8	6,840.00
3.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=2"	M2	1,800.00	24.8	44,640.00
3.04	SELLO ASFALTICO	M2	1,800.00	5.05	9,090.00
4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				31332.41
4.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS C/EQUIP.	M3	6.75	11.5	77.63
4.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	10.77	25	269.25
4.03	ACERO DE REFUERZO	KG	39.9	5.5	219.45
4.04	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	1.62	194.4	314.93
4.05	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	M	569.6	22.02	12,542.59
4.06	MATERIAL DE FILTRO	M3	3.6	19	68.4
4.07	TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE	M	48	1.92	92.16
4.08	GEOTEXTIL	M2	60	7.5	450
4.09	ALCANTARILLA TMC D = 48"	M	12	449.5	5,394.00
4.1	ALCANTARILLA TMC D = 24"	M	48	248	11,904.00
5	SEÑALIZACION				2717.5
5.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	90	10.75	967.5
5.02	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	7	250	1,750.00
	COSTO DIRECTO (s./)				203,155.79
	GASTOS GENERALES (s./)	8%			16,252.46
	UTILIDAD (s./)	7%			14,220.90
	SUB TOTAL (s./)				233,629.15
	IGV (s./)	19%			44,389.54
	TOTAL (s./)				278,018.69

Anexo A-2
COSTOS DE MANTENIMIENTO CON PROYECTO ALTERNATIVA 01

(A precios privados)(Años 1,2,3,5,6,7,9,10)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. UNITARIO (S/.)	P. PARCIAL (S/.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO				
1.01	Limpieza de alcantarillas	m	3	14.5	43.5
1.02	Limpieza de cunetas de concreto	m	300	0.8	240
1.03	Limpieza y desarenado de vía asfaltada	m2	1500	0.5	750
1.04	Mantenimiento de señales	Und	3	30	90
	SUB-TOTAL MANTENIMIENTO / AÑO				1123.5
2	OPERACIÓN / AÑO				
2.01	Vigilancia periódica de vía	Glb	1	600	600
	SUB-TOTAL OPERACIÓN / AÑO				600
COSTO DIRECTO				S/.	1723.5
GASTOS GENERALES			15.00%	S/.	258.525
UTILIDAD			0.00%	S/.	0
SUBTOTAL				S/.	1982.025
IGV			19.00%	S/.	376.58
COSTO TOTAL				S/.	2358.61

Anexo A-3

COSTO DE MANTENIMIENTO PERIODICO ALTERNATIVA 1 (AÑO 4)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. UNITARIO (S/.)	P. PARCIAL (S/.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO				
1.01	Limpieza de alcantarillas	m	3	14.5	43.5
1.02	Limpieza de cunetas de concreto	m	300	0.8	240
1.03	Mantenimiento de carpeta c/sello asfáltico	m2	1500	2	3000
1.04	Mantenimiento de señales	Und	3	30	90
	SUB-TOTAL MANTENIMIENTO / AÑO				3373.5
2	OPERACIÓN / AÑO				
2.01	Vigilancia periódica de vía	Glb	1	600	600
	SUB-TOTAL OPERACIÓN / AÑO				600
COSTO DIRECTO				S/.	3973.5
GASTOS GENERALES			15.00%	S/.	596.025
UTILIDAD			0.00%	S/.	0
SUBTOTAL				S/.	4569.525
IGV			19.00%	S/.	868.21
COSTO TOTAL				S/.	5437.73

Anexo A-4
PRESUPUESTO DE OBRA DE MEJORAMIENTO CARRETERA
KM 59 + 400 - KM 59 + 700, ALTERNATIVA 2 (Bicapa)

En Nuevos Soles

ITEM	PARTIDAS BASICAS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PARCIAL
1	OBRAS PRELIMINARES				31425
1.01	ROCE Y LIMPIEZA	M2	2,250.00	0.15	337.5
1.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1	25,000.00	25,000.00
1.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1	3,500.00	3,500.00
1.04	TRAZO Y REPLANTEO	M2	2,250.00	1.15	2,587.50
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				49,752.32
2.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	M3	2,576.00	4.5	11,592.00
2.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	M3	20	6	120
2.03	ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	2,250.00	3.5	7,875.00
2.04	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	M3	2,126.00	5.64	11,990.64
2.05	PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE	M2	1	5	5
2.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR < 1KM	M3K	300	5.95	1,785.00
2.07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR < 1KM	M3K	468	5.94	2,779.92
2.08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR > 1KM	M3K	4,212.00	3.23	13,604.76
3	PAVIMENTO				73,723.20
3.01	BASE GRANULAR (E=0.20M)	M2	2,436.00	11.2	27,283.20
3.02	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	1,800.00	3.8	6,840.00
3.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	M2	1,800.00	22	39,600.00
4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				61,152.89
4.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS C/EQUIP.	M3	6.75	11.5	77.63
4.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	135.6	25	3,390.00
4.03	ACERO DE REFUERZO	KG	296.97	5.5	1,633.34
4.04	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	38.35	194.4	7,455.24
4.05	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	M	569.6	22.02	12,542.59
4.06	REVEST.CON PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	161.6	63.66	10,287.46
4.07	REVEST.CON PIEDRA ACOMODADA	M2	60	63.66	3,819.60
4.08	MAMPOSTERIA DE PIEDRA PARA BADENES	M3	30	315	9,450.00
4.09	MATERIAL DE FILTRO	M3	3.6	14.13	50.87
4.1	TUBERIA DE PVC PARA DRENAJE	M	48	1.92	92.16
4.11	GEOTEXTIL	M2	60	7.5	450
4.12	ALCANTARILLA TMC D = 24"	M	48	248	11,904.00
5	SEÑALIZACION				2,717.50
5.01	MARCAS EN EL PAVIMENTO	M2	90	10.75	967.5
5.02	SEÑALIZACION VERTICAL	UND	7	250	1,750.00
	COSTO DIRECTO				218,770.90
	GASTOS GENERALES	8%			17,501.67
	UTILIDAD	7%			15,313.96
	SUB TOTAL				251,586.53
	IGV	19%			47,801.44
	TOTAL				299,387.97

Anexo A-5
COSTOS DE MANTENIMIENTO CON PROYECTO ALTERNATIVA 02
(A precios privados)(Años 1,2,3,5,6,7,9,10)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. UNITARIO (S/.)	P. PARCIAL (S/.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO				
1.01	Limpieza de alcantarillas	m	3	14.5	43.5
1.02	Limpieza de cunetas de concreto	m	300	0.8	240
1.03	Limpieza y desarenado de vía asfaltada	m2	1500	0.5	750
1.04	Mantenimiento de señales	Und	3	30	90
1.05	Parchado localizado	m2	35	50	1750
	SUB-TOTAL MANTENIMIENTO / AÑO				2873.5
2	OPERACIÓN / AÑO				
2.01	Vigilancia periódica de vía	Glb	1	600	600
	SUB-TOTAL OPERACIÓN / AÑO				600
	COSTO DIRECTO			S/.	3473.5
	GASTOS GENERALES		15.00%	S/.	521.03
	UTILIDAD		0.00%	S/.	0
	SUBTOTAL			S/.	3994.53
	IGV		19.00%	S/.	758.96
	COSTO TOTAL			S/.	4753.48

Anexo A-6
COSTOS DE MANTENIMIENTO PERIODICO ALTERNATIVA 2 (AÑO4)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. UNITARIO (S/.)	P. PARCIAL (S/.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO				
1.01	Limpieza de alcantarillas	m	3	14.5	43.5
1.02	Limpieza de cunetas de concreto	m	300	0.8	240
1.03	Mantenimiento de carpeta c/sello asfáltico	m2	1500	2	3000
1.04	Mantenimiento de señales	Und	3	30	90
1.05	Parchado localizado	m2	35	50	1750
	SUB-TOTAL MANTENIMIENTO / AÑO				5123.5
2	OPERACIÓN / AÑO				
2.01	Vigilancia periódica de vía	Glb	1	600	600
	SUB-TOTAL OPERACIÓN / AÑO				600
	COSTO DIRECTO			S/.	5723.5
	GASTOS GENERALES		15.00%	S/.	858.53
	UTILIDAD		0.00%	S/.	0
	SUBTOTAL			S/.	6582.03
	IGV		19.00%	S/.	1250.58
	COSTO TOTAL			S/.	7832.61

Anexo A-7
Costos de Mantenimiento sin Proyecto
A Precios Privados (Nuevos Soles)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. UNITARIO (S.)	P. PARCIAL (S.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO				
1.01	Bacheo localizado	m3	5	40	200
1.02	Remoción de derrumbes	m3	6	32	192
	SUB-TOTAL MANTENIMIENTO / AÑO				392
2	OPERACIÓN / AÑO				
2.01	Limpieza general	Glb	1	500	500
	SUB-TOTAL OPERACIÓN / AÑO				500
	COSTO DIRECTO			S.	892
	GASTOS GENERALES		15.00%	S.	133.8
	UTILIDAD		0.00%	S.	0
	SUBTOTAL			S.	1025.8
	IGV		19.00%	S.	194.9
	COSTO TOTAL			S.	1220.7

Anexo A-8
Costos de Mantenimiento sin Proyecto
A Precios Sociales (Nuevos Soles)

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		P. PRIVADO (S.)	P. SOCIAL (S.)
		UNIDAD	CANTIDAD		
1	MANTENIMIENTO / AÑO	Gb	1	536.45	402.34
2	OPERACIÓN / AÑO	Gb	1	684.25	513.19
COSTO TOTAL				S.	915.53

Anexo A-9
Costos de operación vehicular
(\$-Veh-Km a precios sociales)

Tipo de Vehículo	Sin proyecto	Con proyecto	
		Alternativa 01	Alternativa 02
Auto	0.39	0.22	0.24
Camioneta	0.35	0.24	0.25
Bus mediano	0.78	0.47	0.51
Bus grande	0.74	0.53	0.56
Camión 2E	1.35	0.58	0.72
Camión 3E	1.56	0.79	0.93
Articulado	1.72	1.03	1.15

Fuente: Costos Modulares de Operación Vehicular - VOC

Anexo A-10
Costos por efectos de mitigacion de impacto ambiental

PROGRAMAS	SUB -TOTAL S/.
PROGRAMA DE COMPENSACIÓN SOCIAL DE PREDIOS	19,599.24
PROGRAMA DE CONTINGENCIA O EMERGENCIA	6,200.00
PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN	1,950.00
PROGRAMA DE VIGILANCIA O MONITOREO	2,000.00
PROGRAMA DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN	6,016.86
PROGRAMA DE PASIVOS AMBIENTALES	1,200.00
TOTAL (S/.)	36,966.10

Anexo A-11
EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 01
(A Precios Sociales)

Año	Inversión	Costo de Impac. Ambiental	Costo de Mantenimiento	Beneficio Ahorro COV	Flujo Neto
2008	219634.77	36966.1			-256600.87
2009			1768.96	5950.56	4181.6
2010			1768.96	6006.57	4237.61
2011			1768.96	6398.63	4629.68
2012			4078.3	6766.94	2688.63
2013			1768.96	7028.31	5259.35
2014			1768.96	7028.31	5259.35
2015			1768.96	7065.65	5296.69
2016			4078.3	8011.02	3932.72
2017			1768.96	8011.02	6242.06
2018			-20194.52	8403.08	28597.6
TASA DE DESCUENTO:			14.00%	VAN	SI. -198,859
				TIR	-15%
				B/C	0.14

Anexo A-12
EVALUACIÓN ECONÓMICA - ALTERNATIVA 02
(A Precios Sociales)

Año	Inversión	Costos Ambientales	Costo de Mantenimiento	Beneficio Ahorro COV	Flujo Neto
2008	236516.5	36966.1			-273482.6
2009			3565.11	4949.18	1384.07
2010			3565.11	5000.1	1434.98
2011			3565.11	5320.88	1755.77
2012			5874.46	5626.38	-248.07
2013			3565.11	5840.24	2275.12
2014			3565.11	5840.24	2275.12
2015			3565.11	5874.18	2309.07
2016			5874.46	6653.22	778.76
2017			3565.11	6653.22	3088.11
2018			-20086.54	6974	27060.54
TASA DE DESCUENTO:			14.00%	VAN	SI. -226,722
				TIR	-19%
				B/C	0.1

ANEXO B
CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E
HIDRÁULICOS

Anexo B-1
Precipitaciones maximas de 24 horas (Data original)

ESTACION PACARAN LAT 12°51' S Departamento LIMA
PARAMETRO PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS (mm) LONG 78°03' W Provincia CAÑETE
Distrito PACARAN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Maximo
1986	2.50	3.5	1.4	0	0.2	0	0	0.5	0	0	0.3	0.7	3.50
1987	0.50	2.4	4.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.80
1988	3.10	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.30
1989	0.00	6.0	3.5	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	6.00
1990	0.00	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.20
1991	0.00	0.6	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.50
1992	0.00	1.2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1.20
1993	0.00	0.3	3	0.5	0	0		0.2	0	0	0	0.5	3.00
1994	9.00	0.7	0	2.6	0.2	0.2	0		0.2	0	0.1	0	9.00
1995	0.50	1.3	3.8	0	0	0	0	0	0		6.2	0	6.20
1996	2.60	2.4	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.60
1997	3.60	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	3.60
1998	5.50	2.0	1.9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	2.1	5.50
1999	3.30	11.2	1.8	0	1.6	0	0	0	0	0.5	0	5.3	11.20
2000	3.80	2.6	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	3.80
2001	1.50	3.2	5.6	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	5.60
2002	0.80	5.9	1.6	0.4	0	0	0	0	0	0	2		5.90
2003	3.80	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	4.40
2006		3.5	2	0.2	0	0	0	0	0	0	0.8	3.5	3.50
2007	0.70	0.8	2.3	1.9	0.5	0	0	0	0	1.6	0	2.1	2.30
Maximo	9.00	11.20	5.80	2.60	1.60	0.20	0.00	0.50	0.20	1.60	6.20	5.30	11.20
Promedio	2.2	2.8	1.8	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.0	4.41
ST. DV	2.4	2.6	1.7	0.8	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	1.4	1.5	2.5

S/D: SIN DATO

T: TRAZA

Anexo B-2

Precipitaciones máximas anuales de 24 horas en la cuenca del río Cañete

Año	Estación		
	Cañete	Pacaran	Carania
1960	10		
1961	13		
1962	1		
1963	2.6		
1964	1.1		
1965	1.6		
1966	2.3		21.6
1967	1.6		
1968	0.7		
1969	0.8		
1970	3		
1971	6		18
1972			
1973	0.9		22.6
1974	2		16.8
1975	3		16
1976	2		19.3
1977	1.4		
1978	1.5		15.1
1979	1.4		
1980	0.2		
1981	0.6		
1982			
1983			16.6
1984			
1985			
1986	1.5	3.50	
1987	7	4.80	20.90
1988	1.5	3.30	
1989	1.5	6.00	24.40
1990	2.6	1.20	
1991		1.50	
1992		1.20	15.10
1993	1.5	3.00	16.00
1994	1.1	9.00	14.10
1995	1.9	6.20	13.50
1996	1	2.60	
1997	2.2	3.60	
1998	2.2	5.50	14.10

Anexo B-2

Precipitaciones máximas anuales de 24 horas en la cuenca del río Cañete

Año	Estación		
	Cañete	Pacaran	Carania
1999	3.1	11.20	
2000	1	3.80	
2001	1.3	5.60	
2002	2.9	5.90	
2003		4.40	
2004			
2005			
2006		3.50	
2007		2.30	
N	36	20	15
PROMEDIO	2.5	4.4	17.6
MAXIMA	13	11.2	24.4
MINIMA	0.2	1.2	13.5

Anexo B-3
Distribución Lognormal 3 Parámetros

Media (Ln Q _o)	2.794	0.695
Des. Std (Ln Q _o)	2.958	0.786

# de orden	P _o (mm)	Ln (P _o)	P _{WEIBULL}	f(x)	P = 1 - P	T _r = 1/P (años)
1	14.69	2.687	0.0270		1.000	1.0000
2	11.30	2.425	0.0541		1.000	1.0000
3	7.91	2.068	0.0811		1.000	1.0000
4	6.78	1.914	0.1081		1.000	1.0000
5	3.50	1.254	0.1351		1.000	1.0000
6	3.39	1.221	0.1622		1.000	1.0000
7	3.39	1.221	0.1892		1.000	1.0000
8	3.28	1.187	0.2162		1.000	1.0000
9	2.94	1.078	0.2432		1.000	1.0000
10	2.94	1.078	0.2703		1.000	1.0000
11	2.60	0.955	0.2973		1.000	1.0000
12	2.49	0.911	0.3243		1.000	1.0000
13	2.49	0.911	0.3514		1.000	1.0000
14	2.26	0.815	0.3784		1.000	1.0000
15	2.26	0.815	0.4054		1.000	1.0000
16	2.15	0.764	0.4324		1.000	1.0000
17	1.81	0.592	0.4595		1.000	1.0000
18	1.81	0.592	0.4865		1.000	1.0000
19	1.70	0.528	0.5135		1.000	1.0000
20	1.70	0.528	0.5405		1.000	1.0000
21	1.70	0.528	0.5676		1.000	1.0000
22	1.70	0.528	0.5946		1.000	1.0000
23	1.70	0.528	0.6216		1.000	1.0000
24	1.58	0.459	0.6486		1.000	1.0000
25	1.58	0.459	0.6757		1.000	1.0000
26	1.47	0.385	0.7027		1.000	1.0000
27	1.24	0.218	0.7297		1.000	1.0000
28	1.24	0.218	0.7568		1.000	1.0000
29	1.13	0.122	0.7838		1.000	1.0000
30	1.13	0.122	0.8108		1.000	1.0000
31	1.13	0.122	0.8378		1.000	1.0000
32	1.02	0.017	0.8649		1.000	1.0000
33	0.90	-0.101	0.8919		1.000	1.0000
34	0.79	-0.234	0.9189		1.000	1.0000
35	0.68	-0.389	0.9459		1.000	1.0000
36	0.23	-1.487	0.9730		1.000	1.0000

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

T _r (AÑOS)	P _{TEÓRICA}	w	z	K _T	P _{MÁX} (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	0.000	2.00
5	0.800	1.7941	0.8415	0.841	3.00
10	0.900	2.1460	1.2817	1.282	5.00
50	0.980	2.7971	2.0542	2.054	10.00
100	0.990	3.0349	2.3268	2.327	12.00
200	0.995	3.2552	2.5762	2.576	15.00
500	0.998	3.5255	2.8785	2.879	19.00
1000	0.999	3.7169	3.0905	3.091	22.00

Anexo B-4
Distribución Pearson Tipo III

Media (Q_0)	2.794		
Des. Std (Q_0)	2.958		
Coef. asimetría	2.822	k	0.4703

# de orden	P_0 (mm)	K	P TEORICA	P NO EXCEDENCIA	T_r (AÑOS)
1	14.69	4.022	0.0098	0.9902	102.330
2	11.30	2.876	0.0258	0.9742	38.824
3	7.91	1.730	0.0706	0.9294	14.156
4	6.78	1.348	0.0921	0.9079	10.859
5	3.50	0.240	0.2770	0.7230	3.610
6	3.39	0.202	0.2906	0.7094	3.441
7	3.39	0.202	0.2906	0.7094	3.441
8	3.28	0.163	0.3042	0.6958	3.287
9	2.94	0.049	0.3451	0.6549	2.897
10	2.94	0.049	0.3451	0.6549	2.897
11	2.60	-0.066	0.3860	0.6140	2.591
12	2.49	-0.104	0.3996	0.6004	2.502
13	2.49	-0.104	0.3996	0.6004	2.502
14	2.26	-0.180	0.4269	0.5731	2.342
15	2.26	-0.180	0.4269	0.5731	2.342
16	2.15	-0.219	0.4405	0.5595	2.270
17	1.81	-0.333	0.4814	0.5186	2.077
18	1.81	-0.333	0.4814	0.5186	2.077
19	1.70	-0.371	0.4850	0.5150	2.062
20	1.70	-0.371	0.4850	0.5150	2.062
21	1.70	-0.371	0.4850	0.5150	2.062
22	1.70	-0.371	0.4850	0.5150	2.062
23	1.70	-0.371	0.4850	0.5150	2.062
24	1.58	-0.410	0.5263	0.4737	1.900
25	1.58	-0.410	0.5263	0.4737	1.900
26	1.47	-0.448	0.5676	0.4324	1.762
27	1.24	-0.524	0.6502	0.3498	1.538
28	1.24	-0.524	0.6502	0.3498	1.538
29	1.13	-0.562	0.6915	0.3085	1.446
30	1.13	-0.562	0.6915	0.3085	1.446
31	1.13	-0.562	0.6915	0.3085	1.446
32	1.02	-0.601	0.7328	0.2672	1.365
33	0.90	-0.639	0.7741	0.2259	1.292
34	0.79	-0.677	0.8589	0.1411	1.164
35	0.68	-0.715	1.0162	-0.0162	0.984
36	0.23	-0.868	1.6454	-0.6454	0.608

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

T_r (AÑOS)	P TEORICA	w	z	K_T	$P_{MÁX}$ (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.359	1
5	0.800	1.7941	0.8415	0.455	4
10	0.900	2.1460	1.2817	1.176	6
20	0.950	2.4477	1.6452	1.959	8
50	0.980	2.7971	2.0542	3.072	11
100	0.990	3.0349	2.3268	3.964	14
200	0.995	3.2552	2.5762	4.896	17
500	0.998	3.5255	2.8785	6.181	21
1000	0.999	3.7169	3.0905	7.191	24

Anexo B-5
Distribución LogPearson III

Media (Log Q_0)	0.302
Des. Std (Log Q_0)	0.341
Coef. asimetría	0.252

k 0.041994129

# de orden	p_0 (mm)	Log (Q_0)	K	P TEORICA	P NO EXCEDENCIA	Tr (AÑOS)
1	14.69	1.167	2.534	0.0096	0.9904	104.177
2	11.30	1.053	2.200	0.0196	0.9804	51.095
3	7.91	0.898	1.746	0.0500	0.9500	20.010
4	6.78	0.831	1.550	0.0722	0.9278	13.847
5	3.50	0.544	0.710	0.2403	0.7597	4.161
6	3.39	0.530	0.668	0.2547	0.7453	3.925
7	3.39	0.530	0.668	0.2547	0.7453	3.925
8	3.28	0.515	0.625	0.2696	0.7304	3.709
9	2.94	0.468	0.486	0.3176	0.6824	3.149
10	2.94	0.468	0.486	0.3176	0.6824	3.149
11	2.60	0.415	0.330	0.3715	0.6285	2.692
12	2.49	0.396	0.274	0.3910	0.6090	2.558
13	2.49	0.396	0.274	0.3910	0.6090	2.558
14	2.26	0.354	0.153	0.4329	0.5671	2.310
15	2.26	0.354	0.153	0.4329	0.5671	2.310
16	2.15	0.332	0.087	0.4554	0.5446	2.196
17	1.81	0.257	-0.131	0.5331	0.4669	1.876
18	1.81	0.257	-0.131	0.5331	0.4669	1.876
19	1.70	0.229	-0.213	0.5636	0.4364	1.774
20	1.70	0.229	-0.213	0.5636	0.4364	1.774
21	1.70	0.229	-0.213	0.5636	0.4364	1.774
22	1.70	0.229	-0.213	0.5636	0.4364	1.774
23	1.70	0.229	-0.213	0.5636	0.4364	1.774
24	1.58	0.199	-0.301	0.5961	0.4039	1.678
25	1.58	0.199	-0.301	0.5961	0.4039	1.678
26	1.47	0.167	-0.395	0.6310	0.3690	1.585
27	1.24	0.094	-0.608	0.7098	0.2902	1.409
28	1.24	0.094	-0.608	0.7098	0.2902	1.409
29	1.13	0.053	-0.729	0.7547	0.2453	1.325
30	1.13	0.053	-0.729	0.7547	0.2453	1.325
31	1.13	0.053	-0.729	0.7547	0.2453	1.325
32	1.02	0.007	-0.863	0.8018	0.1982	1.247
33	0.90	-0.044	-1.013	0.8239	0.1761	1.214
34	0.79	-0.102	-1.183	0.8489	0.1511	1.178
35	0.68	-0.169	-1.379	0.8778	0.1222	1.139
36	0.23	-0.646	-2.776	1.0840	-0.0840	0.923

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	P TEORICA	w	z	K_T	P_{MAX} (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.042	1
5	0.800	1.7941	0.8415	0.827	3
10	0.900	2.1460	1.2817	1.305	5
20	0.950	2.4477	1.6452	1.714	7
50	0.980	2.7971	2.0542	2.187	11
100	0.990	3.0349	2.3268	2.511	14
200	0.995	3.2552	2.5762	2.814	18
500	0.998	3.5255	2.8785	3.188	24
1000	0.999	3.7169	3.0905	3.455	30

Anexo B-6
Distribución Gumbel - Valor Extreme Tipo I

Media (Q_0)	2.79	y_n	0.5410
Des. Std (Q_0)	2.96	σ_n	1.1313

# de orden	P_0 (mm)	K	Y	$P_{TEÓRICA}$	$P_{OBSERVADA}$	Tr (AÑOS)
1	14.69	4.022	5.091	0.994	0.006	163.025
2	11.30	2.876	3.794	0.978	0.022	44.949
3	7.91	1.730	2.498	0.921	0.079	12.662
4	6.78	1.348	2.066	0.881	0.119	8.401
5	3.50	0.240	0.812	0.642	0.358	2.790
6	3.39	0.202	0.769	0.629	0.371	2.696
7	3.39	0.202	0.769	0.629	0.371	2.696
8	3.28	0.163	0.726	0.616	0.384	2.607
9	2.94	0.049	0.596	0.576	0.424	2.361
10	2.94	0.049	0.596	0.576	0.424	2.361
11	2.60	-0.066	0.467	0.534	0.466	2.146
12	2.49	-0.104	0.423	0.520	0.480	2.081
13	2.49	-0.104	0.423	0.520	0.480	2.081
14	2.26	-0.180	0.337	0.490	0.510	1.960
15	2.26	-0.180	0.337	0.490	0.510	1.960
16	2.15	-0.219	0.294	0.474	0.526	1.903
17	1.81	-0.333	0.164	0.428	0.572	1.748
18	1.81	-0.333	0.164	0.428	0.572	1.748
19	1.70	-0.371	0.121	0.412	0.588	1.701
20	1.70	-0.371	0.121	0.412	0.588	1.701
21	1.70	-0.371	0.121	0.412	0.588	1.701
22	1.70	-0.371	0.121	0.412	0.588	1.701
23	1.70	-0.371	0.121	0.412	0.588	1.701
24	1.58	-0.410	0.078	0.396	0.604	1.657
25	1.58	-0.410	0.078	0.396	0.604	1.657
26	1.47	-0.448	0.034	0.381	0.619	1.614
27	1.24	-0.524	-0.052	0.349	0.651	1.535
28	1.24	-0.524	-0.052	0.349	0.651	1.535
29	1.13	-0.562	-0.095	0.333	0.667	1.499
30	1.13	-0.562	-0.095	0.333	0.667	1.499
31	1.13	-0.562	-0.095	0.333	0.667	1.499
32	1.02	-0.601	-0.138	0.317	0.683	1.464
33	0.90	-0.639	-0.182	0.301	0.699	1.431
34	0.79	-0.677	-0.225	0.286	0.714	1.400
35	0.68	-0.715	-0.268	0.270	0.730	1.371
36	0.23	-0.868	-0.441	0.211	0.789	1.268

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	Probabilidad	Y GUMBEL	K GUMBEL	$P_{MÁX}$ (mm)
2	0.500	0.367	-0.164	2.3
5	0.800	1.500	0.719	4.9
10	0.900	2.250	1.305	6.7
20	0.950	2.970	1.866	8.3
50	0.980	3.902	2.592	10.5
100	0.990	4.600	3.137	12.1
200	0.995	5.296	3.679	13.7
500	0.998	6.214	4.395	15.8
1000	0.999	6.907	4.936	17.4

Anexo B-7
Prueba de bondad de ajuste - Kolmogorov - Smirnov

m de orden	P _o (m ³ /s)	P _{WEIBULL}	Lognor 2	Lognor 3	Pearson III	Log Pearson III	Gamma 2	Gumbel
1	14.69	0.0270	0.0214	0.0270	0.0173	0.0174	0.0199	0.0209
2	11.30	0.0541	0.0401	0.0541	0.0283	0.0345	0.0326	0.0318
3	7.91	0.0811	0.0407	0.0811	0.0104	0.0311	0.0159	0.0021
4	6.78	0.1081	0.0475	0.1081	0.0160	0.0359	0.0134	0.0109
5	3.50	0.1351	0.1037	0.1351	0.1419	0.1052	0.1480	0.2233
6	3.39	0.1622	0.0898	0.1622	0.1285	0.0926	0.1320	0.2087
7	3.39	0.1892	0.0628	0.1892	0.1014	0.0656	0.1050	0.1817
8	3.28	0.2162	0.0497	0.2162	0.0880	0.0534	0.0895	0.1674
9	2.94	0.2432	0.0701	0.2432	0.1019	0.0744	0.0998	0.1803
10	2.94	0.2703	0.0431	0.2703	0.0749	0.0473	0.0728	0.1533
11	2.60	0.2973	0.0733	0.2973	0.0887	0.0742	0.0879	0.1686
12	2.49	0.3243	0.0678	0.3243	0.0753	0.0667	0.0762	0.1562
13	2.49	0.3514	0.0408	0.3514	0.0483	0.0396	0.0491	0.1291
14	2.26	0.3784	0.0610	0.3784	0.0485	0.0545	0.0545	0.1319
15	2.26	0.4054	0.0340	0.4054	0.0215	0.0275	0.0275	0.1049
16	2.15	0.4324	0.0328	0.4324	0.0081	0.0230	0.0177	0.0931
17	1.81	0.4595	0.0928	0.4595	0.0220	0.0737	0.0470	0.1126
18	1.81	0.4865	0.0657	0.4865	0.0051	0.0467	0.0200	0.0855
19	1.70	0.5135	0.0710	0.5135	0.0286	0.0501	0.0134	0.0743
20	1.70	0.5405	0.0439	0.5405	0.0556	0.0230	0.0136	0.0472
21	1.70	0.5676	0.0169	0.5676	0.0826	0.0040	0.0407	0.0202
22	1.70	0.5946	0.0101	0.5946	0.1096	0.0310	0.0677	0.0068
23	1.70	0.6216	0.0371	0.6216	0.1367	0.0580	0.0947	0.0338
24	1.58	0.6486	0.0303	0.6486	0.1224	0.0525	0.1004	0.0451
25	1.58	0.6757	0.0573	0.6757	0.1494	0.0796	0.1274	0.0721
26	1.47	0.7027	0.0490	0.7027	0.1351	0.0717	0.1322	0.0832
27	1.24	0.7297	0.0014	0.7297	0.0795	0.0199	0.1115	0.0785
28	1.24	0.7568	0.0284	0.7568	0.1065	0.0470	0.1386	0.1055
29	1.13	0.7838	0.0167	0.7838	0.0923	0.0291	0.1401	0.1167
30	1.13	0.8108	0.0438	0.8108	0.1193	0.0561	0.1671	0.1437
31	1.13	0.8378	0.0708	0.8378	0.1463	0.0831	0.1941	0.1707
32	1.02	0.8649	0.0589	0.8649	0.1320	0.0631	0.1944	0.1820
33	0.90	0.8919	0.0474	0.8919	0.1177	0.0680	0.1934	0.1933
34	0.79	0.9189	0.0374	0.9189	0.0601	0.0700	0.1909	0.2048
35	0.68	0.9459	0.0299	0.9459	0.0702	0.0681	0.1869	0.2164
36	0.23	0.9730	0.0243	0.9730	0.6724	0.1110	0.0696	0.1843
			0.1037	0.9730	0.6724	0.1110	0.1944	0.2233

$$\Delta_{\text{máx}} = |P_{\text{EXP}} - P_{\text{TEO}}| = 0.1037$$

Δ_{tablas}	0.2267	;	$\alpha = 5\%$
Δ_{tablas}	0.1783	;	$\alpha = 20\%$



$$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tablas}}$$

OK

OK

Anexo B-8
Distribución Lognormal 3 Parámetros

Media (Ln Q _o)	4.068	1.177
Des. Std (Ln Q _o)	3.483	0.622

# de orden	P _o (m ³ /s)	Ln (P _o)	P WEIBULL	f(x)	P = 1 - P	T _r = 1/P (años)
1	14.69	2.687	0.0476		1.000	1.0000
2	11.30	2.425	0.0952		1.000	1.0000
3	7.91	2.068	0.1429		1.000	1.0000
4	6.78	1.914	0.1905		1.000	1.0000
5	3.50	1.254	0.2381		1.000	1.0000
6	3.39	1.221	0.2857		1.000	1.0000
7	3.39	1.221	0.3333		1.000	1.0000
8	3.28	1.187	0.3810		1.000	1.0000
9	2.94	1.078	0.4286		1.000	1.0000
10	2.94	1.078	0.4762		1.000	1.0000
11	2.60	0.955	0.5238		1.000	1.0000
12	2.49	0.911	0.5714		1.000	1.0000
13	2.49	0.911	0.6190		1.000	1.0000
14	2.26	0.815	0.6667		1.000	1.0000
15	2.26	0.815	0.7143		1.000	1.0000
16	2.15	0.764	0.7619		1.000	1.0000
17	1.81	0.592	0.8095		1.000	1.0000
18	1.81	0.592	0.8571		1.000	1.0000
19	1.70	0.528	0.9048		1.000	1.0000
20	1.70	0.528	0.9524		1.000	1.0000

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	P TEÓRICA	w	z	K _T	P max (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	0.000	3.00
5	0.800	1.7941	0.8415	0.841	5.00
10	0.900	2.1460	1.2817	1.282	7.00
50	0.980	2.7971	2.0542	2.054	11.00
100	0.990	3.0349	2.3268	2.327	13.00
200	0.995	3.2552	2.5762	2.576	16.00
500	0.998	3.5255	2.8785	2.879	19.00
1000	0.999	3.7169	3.0905	3.091	22.00

Anexo B-9 Distribución Pearson Tipo III

Media (Q_0)	4.978		
Des. Std (Q_0)	2.847		
Coef. asimetría	1.152	k	0.192077142

# de orden	Q_0 (m ³ /s)	K	$P_{TEORICA}$	$P_{NO EXCEDENCIA}$	Tr (AÑOS)
1	12.66	2.697	0.0142	0.9858	70.331
2	10.17	1.824	0.0496	0.9504	20.178
3	7.01	0.713	0.1512	0.8488	6.616
4	6.78	0.633	0.1576	0.8424	6.344
5	6.67	0.593	0.2469	0.7531	4.050
6	6.33	0.474	0.2855	0.7145	3.503
7	6.22	0.435	0.2983	0.7017	3.352
8	5.42	0.157	0.3883	0.6117	2.575
9	4.97	-0.002	0.4398	0.5602	2.274
10	4.29	-0.240	0.5169	0.4831	1.934
11	4.07	-0.320	0.5427	0.4573	1.843
12	3.96	-0.359	0.5555	0.4445	1.800
13	3.96	-0.359	0.5555	0.4445	1.800
14	3.73	-0.439	0.5812	0.4188	1.720
15	3.39	-0.558	0.6198	0.3802	1.613
16	2.94	-0.716	0.6712	0.3288	1.490
17	2.60	-0.836	0.7098	0.2902	1.409
18	1.70	-1.153	0.8127	0.1873	1.230
19	1.36	-1.272	0.9943	0.0057	1.006
20	1.36	-1.272	0.9943	0.0057	1.006

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	$P_{TEORICA}$	w	z	K_T	P_{max} (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.185	4
5	0.800	1.7941	0.8415	0.734	7
10	0.900	2.1460	1.2817	1.334	8
20	0.950	2.4477	1.6452	1.897	10
50	0.980	2.7971	2.0542	2.608	12
100	0.990	3.0349	2.3268	3.130	13
200	0.995	3.2552	2.5762	3.643	15
500	0.998	3.5255	2.8785	4.311	17
1000	0.999	3.7169	3.0905	4.812	18

Anexo B-10
Distribución LogPearson Tipo III

Media (Log Q_o)	0.511
Des. Std (Log Q_o)	0.270
Coef. asimetría	1.294

k 0.215675834

# de orden	Q_o (m ³ /s)	Log (Q_o)	K	$P_{TEORICA}$	$P_{NO EXCEDENCIA}$	Tr (AÑOS)
1	14.69	1.167	2.427	0.0285	0.9715	35.092
2	11.30	1.053	2.005	0.0479	0.9521	20.866
3	7.91	0.898	1.432	0.0927	0.9073	10.784
4	6.78	0.831	1.184	0.1250	0.8750	8.001
5	3.50	0.544	0.123	0.3928	0.6072	2.546
6	3.39	0.530	0.070	0.4098	0.5902	2.440
7	3.39	0.530	0.070	0.4098	0.5902	2.440
8	3.28	0.515	0.016	0.4274	0.5726	2.340
9	2.94	0.468	-0.160	0.4841	0.5159	2.066
10	2.94	0.468	-0.160	0.4841	0.5159	2.066
11	2.60	0.415	-0.357	0.5693	0.4307	1.757
12	2.49	0.396	-0.428	0.6027	0.3973	1.659
13	2.49	0.396	-0.428	0.6027	0.3973	1.659
14	2.26	0.354	-0.581	0.6746	0.3254	1.482
15	2.26	0.354	-0.581	0.6746	0.3254	1.482
16	2.15	0.332	-0.664	0.7132	0.2868	1.402
17	1.81	0.257	-0.940	0.8262	0.1738	1.210
18	1.81	0.257	-0.940	0.8262	0.1738	1.210
19	1.70	0.229	-1.044	0.8559	0.1441	1.168
20	1.70	0.229	-1.044	0.8559	0.1441	1.168

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	$P_{TEORICA}$	w	z	K_T	P_{max} (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.205	2
5	0.800	1.7941	0.8415	0.714	5
10	0.900	2.1460	1.2817	1.330	7
20	0.950	2.4477	1.6452	1.916	10
50	0.980	2.7971	2.0542	2.664	17
100	0.990	3.0349	2.3268	3.219	24
200	0.995	3.2552	2.5762	3.767	33
500	0.998	3.5255	2.8785	4.485	52
1000	0.999	3.7169	3.0905	5.026	74

Anexo B-11
Distribución Gumbel - Valor Extreme Tipo I

Media (Q_o)	4.98	y_n	0.5230
Des. Std (Q_o)	2.85	o_n	1.0628

# de orden	Q_o (m ³ /s)	K	Y	$P_{TEÓRICA}$	$P_{OBSERVADA}$	Tr (AÑOS)
1	12.66	2.697	3.390	0.967	0.033	30.156
2	10.17	1.824	2.461	0.918	0.082	12.229
3	7.01	0.713	1.280	0.757	0.243	4.121
4	6.78	0.633	1.196	0.739	0.261	3.832
5	6.67	0.593	1.154	0.729	0.271	3.696
6	6.33	0.474	1.027	0.699	0.301	3.323
7	6.22	0.435	0.985	0.688	0.312	3.209
8	5.42	0.157	0.690	0.605	0.395	2.535
9	4.97	-0.002	0.521	0.552	0.448	2.233
10	4.29	-0.240	0.268	0.465	0.535	1.870
11	4.07	-0.320	0.183	0.435	0.565	1.770
12	3.96	-0.359	0.141	0.420	0.580	1.723
13	3.96	-0.359	0.141	0.420	0.580	1.723
14	3.73	-0.439	0.057	0.389	0.611	1.636
15	3.39	-0.558	-0.070	0.342	0.658	1.520
16	2.94	-0.716	-0.238	0.281	0.719	1.391
17	2.60	-0.836	-0.365	0.237	0.763	1.310
18	1.70	-1.153	-0.703	0.133	0.867	1.153
19	1.36	-1.272	-0.829	0.101	0.899	1.113
20	1.36	-1.272	-0.829	0.101	0.899	1.113

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	Probabilidad	Y GUMBEL	K GUMBEL	P max (mm)
2	0.500	0.367	-0.164	4.5
5	0.800	1.500	0.719	7.0
10	0.900	2.250	1.305	8.7
20	0.950	2.970	1.866	10.0
50	0.980	3.902	2.592	12.0
100	0.990	4.600	3.137	13.9
200	0.995	5.296	3.679	15.5
500	0.998	6.214	4.395	17.5
1000	0.999	6.907	4.936	19.0

Anexo B-12
Prueba de bondad de ajuste - Kolmogorov - Smirnov

m de orden	P (mm)	P WEIBULL	Lognor 2	Lognor 3	Pearson III	Log Pearson III	Gamma 2	Gumbel
1	12.66	0.0476	0.0125	0.0476	0.0334	0.0191	0.0300	0.0145
2	10.17	0.0952	0.0215	0.0952	0.0457	0.0473	0.0401	0.0135
3	7.01	0.1429	0.0600	0.1429	0.0083	0.0501	0.0632	0.0998
4	6.78	0.1905	0.0281	0.1905	0.0329	0.0655	0.0342	0.0705
5	6.67	0.2381	0.0112	0.2381	0.0088	0.1547	0.0036	0.0325
6	6.33	0.2857	0.0319	0.2857	0.0002	0.1241	0.0198	0.0152
7	6.22	0.3333	0.0699	0.3333	0.0350	0.0765	0.0562	0.0217
8	5.42	0.3810	0.0391	0.3810	0.0074	0.0464	0.0151	0.0136
9	4.97	0.4286	0.0324	0.4286	0.0112	0.0555	0.0039	0.0193
10	4.29	0.4762	0.0157	0.4762	0.0407	0.0079	0.0470	0.0585
11	4.07	0.5238	0.0038	0.5238	0.0188	0.0454	0.0344	0.0412
12	3.96	0.5714	0.0253	0.5714	0.0159	0.0313	0.0047	0.0089
13	3.96	0.6190	0.0729	0.6190	0.0635	0.0163	0.0429	0.0387
14	3.73	0.6667	0.0822	0.6667	0.0854	0.0079	0.0542	0.0554
15	3.39	0.7143	0.0695	0.7143	0.0945	0.0397	0.0464	0.0565
16	2.94	0.7619	0.0334	0.7619	0.0907	0.0487	0.0203	0.0429
17	2.60	0.8095	0.0181	0.8095	0.0997	0.0166	0.0142	0.0463
18	1.70	0.8571	0.0785	0.8571	0.0444	0.0310	0.0611	0.0100
19	1.36	0.9048	0.0658	0.9048	0.0896	0.0488	0.0473	0.0059
20	1.36	0.9524	0.0182	0.9524	0.0420	0.0964	0.0003	0.0535
			0.0822	0.9524	0.0997	0.1547	0.0632	0.0998

$$\Delta_{\text{máx}} = |P_{\text{EXP}} - P_{\text{TEO}}| = 0.0632$$

Δ_{tablas} 0.2940 ; $\alpha = 5\%$
 Δ_{tablas} 0.2310 ; $\alpha = 20\%$



$$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tablas}}$$

OK
OK

Anexo B-13
Distribución Lognormal 3 Parámetros

Media (Ln Q _o)	19.896	2.974
Des. Std (Ln Q _c)	3.841	0.186

# de orden	P _o (mm)	Ln (P _o)	P WEIBULL	f(x)	P = 1 - P	T _r = 1/P (años)
1	27.57	3.317	0.0625		1.000	1.0000
2	25.54	3.240	0.1250		1.000	1.0000
3	24.41	3.195	0.1875		1.000	1.0000
4	23.62	3.162	0.2500		1.000	1.0000
5	21.81	3.082	0.3125		1.000	1.0000
6	20.34	3.013	0.3750		1.000	1.0000
7	18.98	2.944	0.4375		1.000	1.0000
8	18.76	2.932	0.5000		1.000	1.0000
9	18.08	2.895	0.5625		1.000	1.0000
10	18.08	2.895	0.6250		1.000	1.0000
11	17.06	2.837	0.6875		1.000	1.0000
12	17.06	2.837	0.7500		1.000	1.0000
13	15.93	2.768	0.8125		1.000	1.0000
14	15.93	2.768	0.8750		1.000	1.0000
15	15.26	2.725	0.9375		1.000	1.0000

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

T _r (AÑOS)	P _{TEÓRICA}	w	z	K _T	P _{MÁX} (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	0.000	19.00
5	0.800	1.7941	0.8415	0.841	22.00
10	0.900	2.1460	1.2817	1.282	24.00
50	0.980	2.7971	2.0542	2.054	28.00
100	0.990	3.0349	2.3268	2.327	30.00
200	0.995	3.2552	2.5762	2.576	31.00
500	0.998	3.5255	2.8785	2.879	33.00
1000	0.999	3.7169	3.0905	3.091	34.00

Anexo B-14
Distribución Pearson Tipo III

Media (Q_0)	19.896		
Des. Std (Q_0)	3.841		
Coef. asimetría	0.725	k	0.120844639

# de orden	P_0 (mm)	K	$P_{TEORICA}$	$P_{NO EXCEDENCIA}$	Tr (AÑOS)
1	27.57	1.999	0.0376	0.9624	26.562
2	25.54	1.469	0.0873	0.9127	11.453
3	24.41	1.175	0.1291	0.8709	7.746
4	23.62	0.969	0.1668	0.8332	5.996
5	21.81	0.498	0.2956	0.7044	3.382
6	20.34	0.116	0.4221	0.5779	2.369
7	18.98	-0.237	0.5478	0.4522	1.826
8	18.76	-0.296	0.5718	0.4282	1.749
9	18.08	-0.473	0.6437	0.3563	1.554
10	18.08	-0.473	0.6437	0.3563	1.554
11	17.06	-0.737	0.7516	0.2484	1.331
12	17.06	-0.737	0.7516	0.2484	1.331
13	15.93	-1.032	0.8357	0.1643	1.197
14	15.93	-1.032	0.8357	0.1643	1.197
15	15.26	-1.208	0.8717	0.1283	1.147

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	$P_{TEORICA}$	w	z	K_T	$PMAX$ (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.119	19
5	0.800	1.7941	0.8415	0.785	22
10	0.900	2.1460	1.2817	1.331	25
20	0.950	2.4477	1.6452	1.822	26
50	0.980	2.7971	2.0542	2.420	29
100	0.990	3.0349	2.3268	2.846	30
200	0.995	3.2552	2.5762	3.256	32
500	0.998	3.5255	2.8785	3.779	34
1000	0.999	3.7169	3.0905	4.163	35

Anexo B-15
Distribución LogPearson III

Media (Log Q _o)	1.292
Des. Std (Log Q _o)	0.081
Coef. asimetría	0.497

k 0.08280328

# de orden	P _o (mm)	Log (Q _o)	K	P TEORICA	P NO EXCEDENCIA	Tr (AÑOS)
1	27.57	1.440	1.842	0.0469	0.9531	21.329
2	25.54	1.407	1.430	0.0890	0.9110	11.234
3	24.41	1.388	1.187	0.1264	0.8736	7.912
4	23.62	1.373	1.010	0.1608	0.8392	6.220
5	21.81	1.339	0.582	0.2761	0.7239	3.621
6	20.34	1.308	0.208	0.4023	0.5977	2.486
7	18.98	1.278	-0.163	0.5271	0.4729	1.897
8	18.76	1.273	-0.227	0.5488	0.4512	1.822
9	18.08	1.257	-0.425	0.6154	0.3846	1.625
10	18.08	1.257	-0.425	0.6154	0.3846	1.625
11	17.06	1.232	-0.736	0.7201	0.2799	1.389
12	17.06	1.232	-0.736	0.7201	0.2799	1.389
13	15.93	1.202	-1.104	0.8428	0.1572	1.186
14	15.93	1.202	-1.104	0.8428	0.1572	1.186
15	15.26	1.183	-1.338	0.8832	0.1168	1.132

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	P TEÓRICA	w	z	K _T	P MÁX (mm)
2	0.500	1.1774	0.0000	-0.082	19
5	0.800	1.7941	0.8415	0.807	22
10	0.900	2.1460	1.2817	1.322	25
20	0.950	2.4477	1.6452	1.773	27
50	0.980	2.7971	2.0542	2.311	30
100	0.990	3.0349	2.3268	2.687	32
200	0.995	3.2552	2.5762	3.044	34
500	0.998	3.5255	2.8785	3.493	37
1000	0.999	3.7169	3.0905	3.819	39

Anexo B-16
Distribución Gumbel - Valor Extreme Tipo I

Media (Q_0)	19.90	y_n	0.5128
Des. Std (Q_0)	3.84	σ_n	1.0206

# de orden	P_0 (mm)	K	Y	$P_{TEÓRICA}$	$P_{OBSERVADA}$	Tr (AÑOS)
1	27.57	1.999	2.553	0.925	0.075	13.347
2	25.54	1.469	2.012	0.875	0.125	7.990
3	24.41	1.175	1.712	0.835	0.165	6.054
4	23.62	0.969	1.502	0.800	0.200	5.008
5	21.81	0.498	1.021	0.698	0.302	3.307
6	20.34	0.116	0.631	0.587	0.413	2.423
7	18.98	-0.237	0.271	0.466	0.534	1.874
8	18.76	-0.296	0.211	0.445	0.555	1.801
9	18.08	-0.473	0.030	0.379	0.621	1.610
10	18.08	-0.473	0.030	0.379	0.621	1.610
11	17.06	-0.737	-0.240	0.281	0.719	1.390
12	17.06	-0.737	-0.240	0.281	0.719	1.390
13	15.93	-1.032	-0.540	0.180	0.820	1.219
14	15.93	-1.032	-0.540	0.180	0.820	1.219
15	15.26	-1.208	-0.720	0.128	0.872	1.147

Precipitaciones para diferentes periodos de retorno

Tr (AÑOS)	Probabilidad	Y GUMBEL	K GUMBEL	$P_{MÁX}$ (mm)
2	0.500	0.367	-0.164	19.3
5	0.800	1.500	0.719	22.7
10	0.900	2.250	1.305	24.9
20	0.950	2.970	1.866	27.1
50	0.980	3.902	2.592	29.9
100	0.990	4.600	3.137	31.9
200	0.995	5.296	3.679	34.0
500	0.998	6.214	4.395	36.8
1000	0.999	6.907	4.936	38.9

Anexo B-17
Prueba de bondad de ajuste - Kolmogorov - Smirnov

m de orden	Po (mm)	P WEIBULL	Lognor 2	Lognor 3	Pearson III	Log Pearson III	Gamma 2	Gumbel
1	27.57	0.0625	0.0297	0.0625	0.0249	0.0156	0.0303	0.0124
2	25.54	0.1250	0.0487	0.1250	0.0377	0.0360	0.0461	0.0002
3	24.41	0.1875	0.0699	0.1875	0.0584	0.0611	0.0644	0.0223
4	23.62	0.2500	0.0938	0.2500	0.0832	0.0892	0.0859	0.0503
5	21.81	0.3125	0.0323	0.3125	0.0169	0.0364	0.0203	0.0101
6	20.34	0.3750	0.0428	0.3750	0.0471	0.0273	0.0539	0.0376
7	18.98	0.4375	0.1272	0.4375	0.1103	0.0896	0.1325	0.0962
8	18.76	0.5000	0.0899	0.5000	0.0718	0.0488	0.0938	0.0552
9	18.08	0.5625	0.1021	0.5625	0.0812	0.0529	0.1013	0.0584
10	18.08	0.6250	0.0396	0.6250	0.0187	0.0096	0.0388	0.0041
11	17.06	0.6875	0.0817	0.6875	0.0641	0.0326	0.0738	0.0320
12	17.06	0.7500	0.0192	0.7500	0.0016	0.0299	0.0113	0.0305
13	15.93	0.8125	0.0527	0.8125	0.0232	0.0303	0.0392	0.0078
14	15.93	0.8750	0.0098	0.8750	0.0393	0.0322	0.0233	0.0547
15	15.26	0.9375	0.0280	0.9375	0.0658	0.0543	0.0428	0.0656
			0.1272	0.9375	0.1103	0.0896	0.1325	0.0962

$$\Delta_{\text{máx}} = |P_{\text{EXP}} - P_{\text{TEO}}| = 0.0896$$

Δ_{tablas}	0.3380	;	$\alpha = 5\%$
Δ_{tablas}	0.2660	;	$\alpha = 20\%$



$$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tablas}}$$

OK
OK

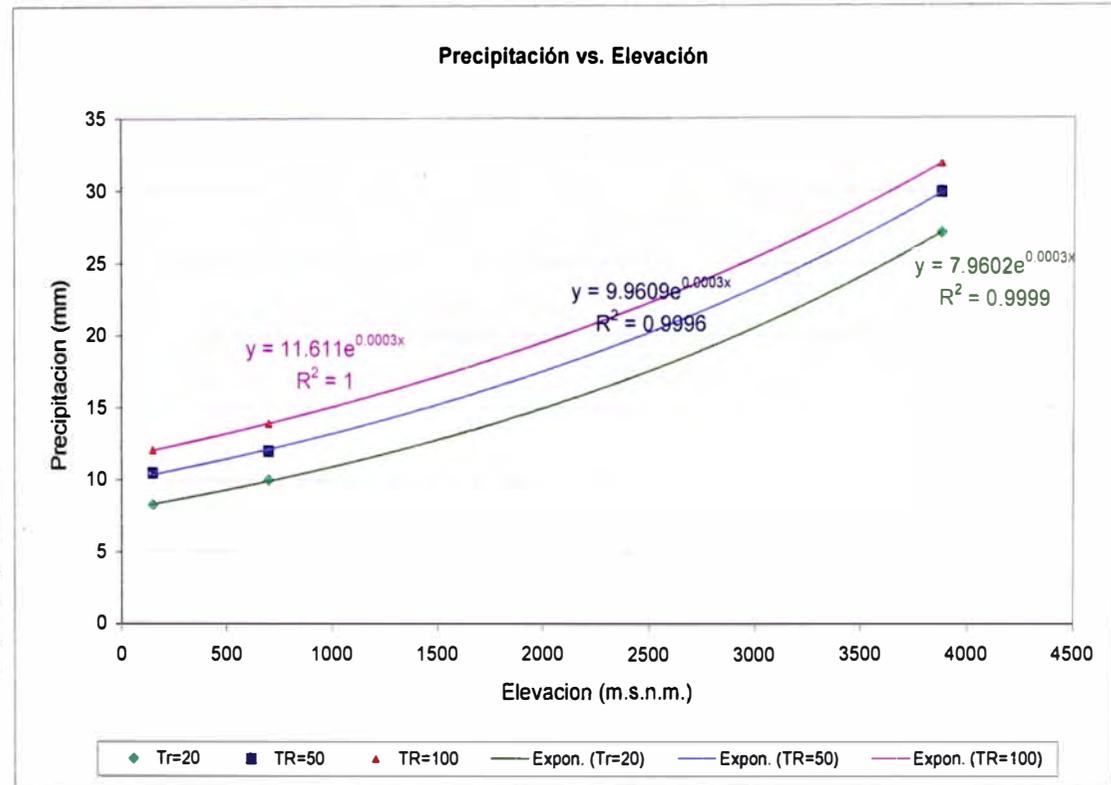
Anexo B-18
Precipitación máxima de 24 horas en la quebrada Machuranga

Precipitación máxima de 24 horas para diversos periodos de retorno

TR	Cañete	Pacarán	Carania
Elevacion	150	700	3875
2	2.3	4.5	19.3
5	4.9	7	22.7
10	6.7	8.7	24.9
20	8.3	10	27.1
50	10.5	12	29.9
100	12.1	13.9	31.9
200	13.7	15.5	34

Relación Precipitación-vs. Altitud media

Cuenca	Area (km2)	Elevacion Promedio	P ₂₀	P ₅₀	P ₁₀₀
Qm-1	14.6	2739.4	18.1	22.7	26.4
Qm-2	11.4	2677.7	17.8	22.2	25.9
Qm-3	15.7	1664.5	13.1	16.4	19.1
PMA			16.1	20.2	23.5



Anexo B-19
Hoja de cálculo de escurrimiento - Método de onda cinemática

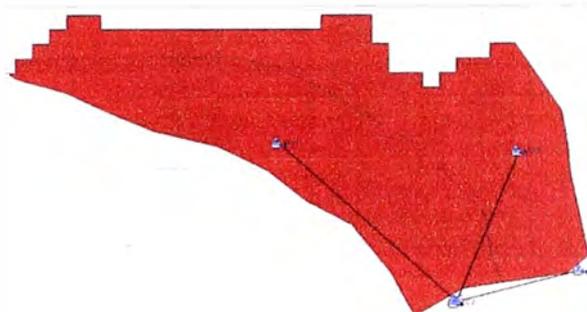
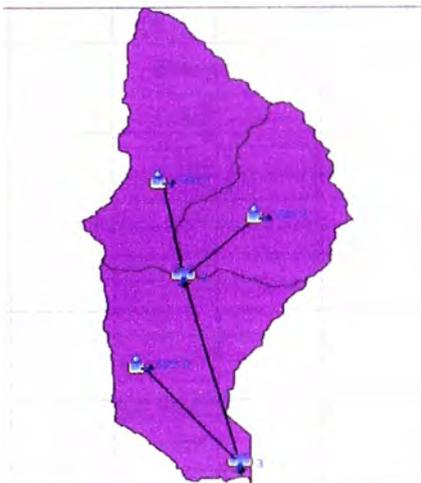
I.- Caracterización de planos:

Nombre de Sub-Cuenca	PLANO 1					PLANO 2			
	Area(km ²)	Longitud(m)	Pendiente	Rugosidad	% Area	Longitud(m)	Pendiente	Rugosidad	% Area
Qm-1	14.6	1999	0.35	0.15	43	2657	0.408	0.15	57
Qm-2	11.4	1882	0.36	0.15	33	2991	0.329	0.15	67
Qm-3	15.7	2360	0.24	0.15	43	3003	0.299	0.15	57
L-1	0.112	814.2	0.26	0.15	100				
L-2	0.109	935	0.22	0.15	100				
C-1	0.00036	3	0.02	0.15	100				
C-2	0.00036	3	0.02	0.15	100				

II.- Caracterización del canal principal

SUBCUENCA	METODO	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/m)	MANNING	FORMA	ANCHO (m)
Qm-1		7635.20	0.34	0.032		
Qm-2		6202.70	0.35	0.035		
Qm-3		7366.00	0.10	0.032		
L-1		144.00	0.08	0.032		
L-2		156.00	0.01	0.032		
C-1		160.00	0.01	0.032		
C-2		160.00	0.06	0.032		

III.- Esquema Hidrológico (Formato HMS)



Anexo B-19

Hoja de cálculo de escurrimiento - Método de onda cinemática (Continuación)

IV.- Datos de cobertura

Nombre de Subcuenca	SCS Numero de la Curva	Tipo de Cobertura	I (mm)
Qm-1	79	Tipo I	13.50
Qm-2	79	Tipo I	13.50
Qm-3	86	Tipo I	8.27
L-1	73	Tipo I	18.79
L-2	73	Tipo I	18.79
C1	98	Tipo I	1.04
C2	98	Tipo I	1.04

V.- Lluvia de diseño

Precipitación Máxima en 24 horas de la tormenta de:

20 años periodo de retorno	16.1 mm
50 años periodo de retorno	20.2 mm
100 años periodo de retorno	23.5 mm

Distribución Tipo I del Soil Conservation Service de los Estados Unidos

VI.- Resultados

TR=20 AÑOS

Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	0.017	22Nov2008, 00:05	0.119
3	41.7000	0.155	22Nov2008, 00:05	2.703
Qm-1	14.6000	0.010	22Nov2008, 00:05	0.069
Qm-2	11.4000	0.007	22Nov2008, 00:05	0.050
Qm-3	15.7000	0.138	22Nov2008, 00:05	2.585
1	0.2218	0.00081	21Nov2008, 10:10	0.009
c1	0.0005	0.00041	21Nov2008, 10:25	0.005
C2	0.0004	0.00047	21Nov2008, 10:05	0.004
L-1	0.1120	0.00000	21Nov2008, 00:00	0.000
L-2	0.1090	0.00000	21Nov2008, 00:00	0.000

TR = 50 AÑOS

Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	0.379	22Nov2008, 00:05	5.53
3	41.7000	0.866	22Nov2008, 00:05	17.06
Qm-1	14.6000	0.224	22Nov2008, 00:05	3.26
Qm-2	11.4000	0.155	22Nov2008, 00:05	2.27
Qm-3	15.7000	0.48790	21Nov2008, 23:55	11.53
1	0.2218	0.00122	21Nov2008, 10:05	0.01
c1	0.0005	0.00062	21Nov2008, 10:20	0.01
C2	0.0004	0.00070	21Nov2008, 10:05	0.01
L-1	0.1120	0.00001	22Nov2008, 00:05	0.00
L-2	0.1090	0.00000	22Nov2008, 00:05	0.00

TR = 100 AÑOS

Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	1.036	21Nov2008, 23:35	22.54
3	41.7	1.76351	21Nov2008, 22:45	46.30
Qm-1	14.6	0.61182	21Nov2008, 22:55	13.30
Qm-2	11.4	0.4437	22Nov2008, 00:05	9.24
Qm-3	15.7	0.8043	21Nov2008, 20:55	23.76

Anexo B-20

Hoja de cálculo de escurrimiento - Método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS)

I.- Tiempo de concentración:

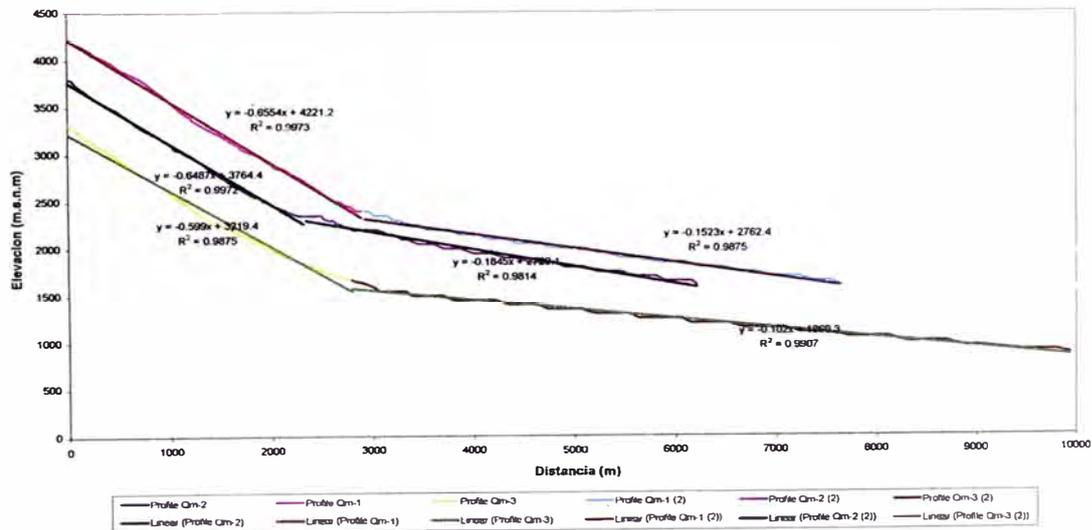
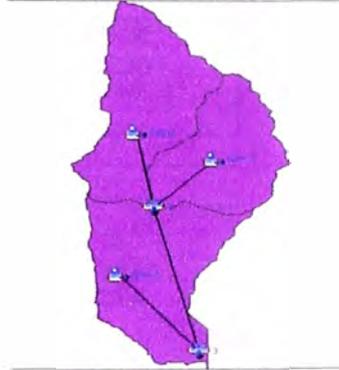
Cuenca	Área (Km ²)	Longitud (Km)	Pendiente	Elevación máxima	Elevación mínima	Diferencia de elevaciones	Tc Kirpich (horas)	US Army Corps (horas)	Tc Kirpich (min)	US Army Corps (min)	tlag (0.6xTc)
Qm-1	14.62	7.64	0.34074	4200.0	1603	2597	0.5	0.7	28.8	43.2	17.3
Qm-2	11.41	6.20	0.35504	3800.0	1608.00	2192	0.4	0.6	24.2	36.6	14.5
Qm-3	15.48	9.93	0.24190	3310.4	3124.71	869.86	1.0	0.9	59.5	56.3	35.7

II.- Intervalo de cálculo

$\Delta t =$	4.2	min
--------------	-----	-----

II.- Pendiente media del cauce principal

Quebradas	Longitudes			Pendientes		
	Tramo 1	Tramo 2	Total	S ₁ (m/m)	S ₂ (m/m)	S _{prom} (m/m)
Qm-1	2883.88	4751.35	7635.23	0.655	0.15	0.341
Qm-2	2314.95	3887.74	6202.69	0.649	0.18	0.355
Qm-3	2790.69	7143.07	9933.76	0.6	0.102	0.242



Anexo B-20

Hoja de cálculo de escurrimiento - Método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS) (Continuación)

IV.- Datos de cobertura

Nombre de Subcuenca	SCS Numero de la Curva	Tipo de Cobertura	I (mm)
Qm-1	79	Tipo I	13.50
Qm-2	79	Tipo I	13.50
Qm-3	86	Tipo I	8.27

V.- Lluvia de diseño

Precipitación Máxima en 24 horas de la tormenta de 20 period	16.1	mm
Precipitación Máxima en 24 horas de la tormenta de 50 period	20.2	mm
Precipitación Máxima en 24 horas de la tormenta de 100 perio	23.5	mm

Distribución Tipo I del Soil Conservation Service de los Estados Unidos

VI.- Resultados

TR=20 AÑOS

Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	0.188	21Nov2008, 22:40	3.823
3	41.7000	0.431	21Nov2008, 21:15	16.118
Qm-1	14.6000	0.106	21Nov2008, 22:40	2.137
Qm-2	11.4000	0.083	21Nov2008, 22:40	1.686
Qm-3	15.7000	0.291	21Nov2008, 13:25	12.295

TR = 50 AÑOS

Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	0.68	21Nov2008, 19:00	23.79
3	41.7000	1.19	21Nov2008, 18:15	51.06
Qm-1	14.6000	0.38	21Nov2008, 19:00	13.33
Qm-2	11.4000	0.30	21Nov2008, 18:55	10.46
Qm-3	15.7000	0.81	21Nov2008, 10:55	27.27

TR = 100 AÑOS

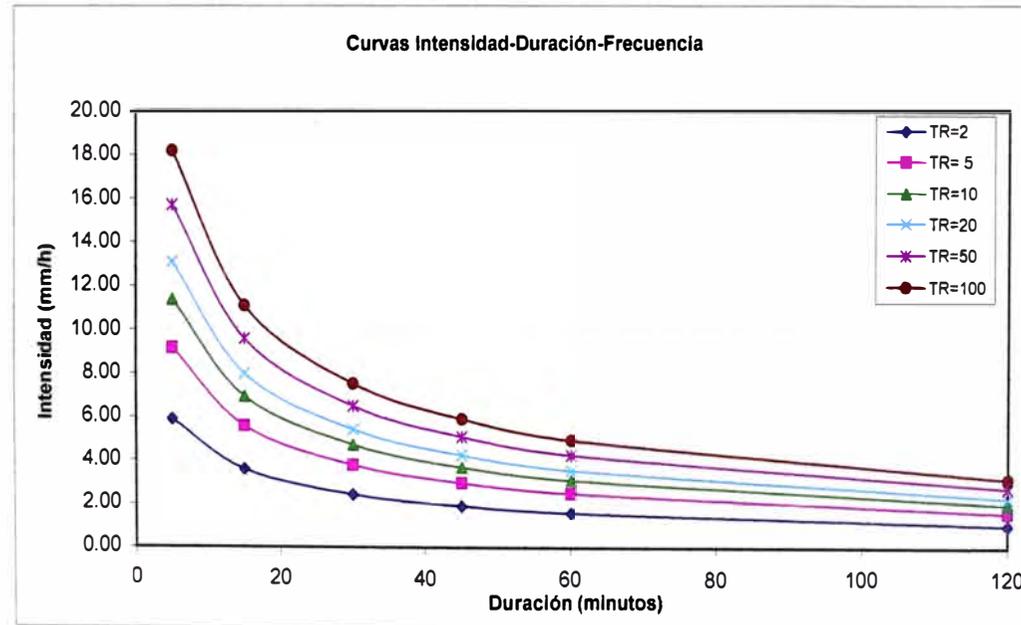
Elemento	Area de drenaje (km2)	Descarga Pico (m3/s)	Tiempo del pico	Volumen (1000 m3)
2	26.0000	1.193	21Nov2008, 17:30	49.84
3	41.7	2.18532	21Nov2008, 12:55	92.65
Qm-1	14.6	0.66999	21Nov2008, 17:30	27.94
Qm-2	11.4	0.52338	21Nov2008, 17:30	21.89
Qm-3	15.7	1.75936	21Nov2008, 10:45	42.82

Anexo B-21

Relación Intensidad - duración y periodo de retorno utilizando la ecuacion de Bells

$$P_i^T = (0.21 \ln(T) + 0.52) \times (0.54 t^{0.25} - 0.5) P_{10}^{60}$$

PERIODO DE RETORNO	P ₂₄	P ⁶⁰ ₁₀	Duracion (minutos)						
			5	15	30	45	60	120	1440
2	4.5	2.39	5.87	3.58	2.43	1.91	1.60	1.02	0.19
5	7.0	2.89	9.14	5.57	3.78	2.97	2.48	1.59	0.29
10	8.7	3.07	11.36	6.93	4.70	3.69	3.09	1.98	0.36
20	10.0	3.08	13.05	7.96	5.40	4.24	3.55	2.28	0.42
50	12.0	3.16	15.67	9.56	6.49	5.09	4.26	2.73	0.50
100	13.9	3.31	18.15	11.07	7.51	5.89	4.93	3.17	0.58



Anexo 22
Calculo de cunetas laterales

I. Características hidráulicas del canal:

Temperatura de agua: 20

v= 1.1E-06 m²/s

Estacion		Q	d	S	n	z	b	A	P	R	v	d _c	Fr	Re. x 10 ⁵	d/D50
Desde	Hasta	(m ³ /s)	(m)	(m/m)			(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m/s)	(m)			
59+400	59+560	0.050	0.100	0.010	0.019	2.00	0.01	0.021	0.457	0.046	0.675		0.95	0.07	1.33
59+560	59+720	0.050	0.100	0.080	0.084	2.00	0.01	0.021	0.457	0.046	0.432		0.61	0.57	0.44

II. Calculo del riprap del canal:

Esfuerzos cortantes actuantes en recta

Estacion		D ₅₀	γ _s	τ _c fondo	b/d	K _{side} *(d/R)	τ _c paredes
Desde	Hasta	(mm)	(kg/m ³)	(Kg/m ²)		Z=2	(Kg/m ²)
59+400	59+560	75	2650	1.000	0.100	1.409	0.647
59+560	59+720	225	2650	8.000	0.100	1.409	5.177

Esfuerzos cortantes actuantes en curva

Estacion		φ	K _B	τ _c fondo curva	τ _c paredes curva
Desde	Hasta	o		(Kg/m ²)	(Kg/m ²)
59+400	59+560	42.100	1.050	1.050	0.679
59+560	59+720	42.100	1.050	8.400	5.436

Esfuerzos cortantes resistentes

Estacion		θ	F*	τ _p fondo	τ _p paredes	SF fondo	SF fondo	SF paredes	SF paredes
Desde	Hasta	o		(Kg/m ²)	(Kg/m ²)	recto	curva	recto	curva
59+400	59+560	26.565	0.047	5.81625	4.333	5.816	5.53928571	6.70	6.38
59+560	59+720	26.565	0.047	17.44875	12.999	2.181	2.07723214	2.51	2.39

III. Borde Libre:

Estacion		Radio	Borde Libre	Sobre-elevación	Longitud de protección
Desde	Hasta	(m)	flow (m)	or curva (m)	(m)
59+400	59+560	150	0.20	0.00	1.06
59+560	59+720	150	0.20	0.00	0.24

IV. Dimensiones finales:

Estacion		Tipo de Revestimiento riprap	D ₅₀	T	B	H
Desde	Hasta		(mm)	(mm)	(cm)	(cm)
59+400	59+560	grouted	117	88	1	30
59+560	59+720	grouted	117	88	1	30

Anexo B-23
Cálculo de alcantarilla de cruce en quebrada Machuranga

I. Relaciones utilizadas

(HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAYS CULVERTS - HDS6 - FHWA)

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Donde:

HW_i : Carga aguas arriba (m)
D : diámetro de la tubería (pulg.)
S : pendiente de la tubería (m/m)
Y : constante (ver tabla 1)
c : constante (ver tabla 1)
M : constante (ver tabla 1)
K : constante (ver tabla 1)
K_u (S) : 1.811

Ecuación no sumergida aplicable a valores menores a $Q/AD^{0.5} = 1.93$.

$$\frac{H_w}{D} = c \left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S^2$$

Ecuación sumergida aplicable a valores mayores a $Q/AD^{0.5} = 2.21$.

II. Verificación del dimensionamiento de alcantarillas para un periodo de retorno de 50 años:

ALCANTARILLAS:

Alcantarilla	HW _i (m)	S _{PENDIENTE} (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor min. pared	K	M	K _u	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m ²)	Q/AD ^{0.5}	Q _{MAX} (m ³ /s)
Izquierda	0.19842463	0.02	36	0.07	0.034	1.5	1.811	0.91	0.654	1.902	1.189
Total											1.189 m ³ /s
Punto de Control	H (m)	S _{PENDIENTE} (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor min. pared	Y	c	K _u	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m ²)	Q/AD ^{0.5}	Q _{MAX} (m ³ /s)
Izquierda	1.06	0.020	36	0.06	0.5	0.0553	1.811	0.91	0.655	1.903	1.190
Total											1.190 m ³ /s

Notas:

Tipo de entrada y salida PROJECTING por tanto los coeficientes k, M, c, Y cambian a:

K=0.034

M=1.5

c=0.0553

Y=0.5

El caudal de entrada ha sido calculado para un TR de 5 años en la etapa de construcción de la fase A por ser la más crítica.

Anexo B-24
Cálculo de alcantarilla de colección de denaje superficial de cunetas

I. Relaciones utilizadas

(HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAYS CULVERTS - HDS5 - FHWA)

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Donde:

HW_i : Carga aguas arriba (m)
D : diámetro de la tubería (pulg.)
S : pendiente de la tubería (m/m)
Y : constante (ver tabla 1)
c : constante (ver tabla 1)
M : constante (ver tabla 1)
K : constante (ver tabla 1)
Ku (SI) : 1.811

Ecuación no sumergida aplicable a valores menores a $Q/AD^{0.5} = 1.93$.

$$\frac{H_{wt}}{D} = c \left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S^2$$

Ecuación sumergida aplicable a valores mayores a $Q/AD^{0.5} = 2.21$.

II. Verificación del dimensionamiento de alcantarillas para un periodo de retorno de 20 años:

ALCANTARILLAS:

Alcantarilla	HW _i (m)	SPENDIENTE (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor mín. pared	K	M	Ku	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m ²)	Q/AD ^{0.5}	Q _{MAX} (m ³ /s)
Izquierda	0.05	0.02	24	0.07	0.0078	2	1.811	0.61	0.290	1.793	0.406
Total											0.406 m ³ /s
Punto de Control	H _{BERMA} (m)	SPENDIENTE (m/m)	Diámetro (pulgadas)	Espesor mín. pared	Y	c	Ku	Diámetro interior (m)	Área de la tubería (m ²)	Q/AD ^{0.5}	Q _{MAX} (m ³ /s)
Izquierda	0.80	0.020	24	0.06	0.69	0.0379	1.811	0.61	0.290	2.244	0.508
Total											0.508 m ³ /s

Notas:

Tipo de entrada y salida HEADWALL por tanto los coeficientes k, M, c, Y cambian a:

K=0.0078

M=2

c=0.0379

Y=0.69

El caudal de entrada ha sido calculado para un TR de 5 años en la etapa de construcción de la fase A por ser la más crítica.

Anexo B-25
Diseño del subdrenaje

I. Estimación del caudal de diseño del subdrén longitudinal

1.1. Caudal por infiltración

$$Q_{inf} = I_R \cdot B \cdot L \cdot F_i \cdot F_R$$

Tramo 59+400 al 59+560 (subdren longitudinal)

$I_R = 1.6$	Intensidad (mm/h) para una lluvia de 2 años y una duracion de 60 o 120 minutos
$B = 3$	Semibanca de la via (m)
$L = 160$	Longitud del subdren (m)
$F_i = 0.4$	De tablas (valor referido a una carpeta asfaltica normalmente conservada)
$F_R = 0.5$	De tablas (valor correspondiente a bases bien gradadas en servicio 5 años o mas)

$$Q_{inf} = 0.0427 \text{ L/s}$$

1.2. Caudal por nivel freático

$$Q_{NF} = k \cdot i \cdot A$$

$k = 0.01$	Coefficiente de permeabilidad del suelo adyacente (valor estimado para una arena limosa con gravas)(m/s)
$A = 96$	Area efectiva para el abatimiento del nivel freatico (m ²)
$i = 0.0003$	

$$Q_{NF} = 0.3000 \text{ L/s}$$

$$Q_T = 0.643 \text{ L/s}$$

II. Dimensionamiento de la sección transversal

$$Q_T = V \cdot i \cdot A$$

$V = 0.1$	Velocidad de flujo que depende de la pendiente longitudinal y el tamaño del agregado usado en el subdren (cm/s)
$i = 1.0$	gradiente hidraulico para el caso de subdrenes
$A =$	Area de la seccion transversal del subdren (se fija la base y se calcula la altura)
$B = 1.0$	Ancho de la base del subdren (m)

$$H = 0.64 \text{ (m)}$$

III. Dimensionamiento de la tubería

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

$n = 0.013$	
$R = 0.05$	mm
$S = 0.08$	
$A = 0.031$	m ²

$$Q = 92.0 \text{ L/s}$$

Anexo B-26
Diseño del subdrenaje

I. Estimación del caudal de diseño del subdrén longitudinal

1.1. Caudal por infiltración

$$Q_{inf} = I_R \cdot B \cdot L \cdot F_i \cdot F_R$$

Tramo 59+560 al 59+720 (subdrén longitudinal)

$I_R =$	1.6	Intensidad (mm/h) para una lluvia de 2 años y una duración de 60 o 120 minutos
$B =$	140	Semibanca de la vía (m)
$L =$	8	Longitud del subdrén (m)
$F_i =$	0.4	De tablas (valor referido a una carpeta asfáltica normalmente conservada)
$F_R =$	0.5	De tablas (valor correspondiente a bases bien gradadas en servicio 5 años o más)

$$Q_{inf} = 0.0996 \text{ L/s}$$

1.2. Caudal por nivel freático

$$Q_{NF} = k \cdot i \cdot A$$

$k =$	0.01	Coefficiente de permeabilidad del suelo adyacente (valor estimado para una arena limosa con gravas)(m/s)
$A =$	4.8	Area efectiva para el abatimiento del nivel freático (m ²)
$i =$	0.0063	

$$Q_{NF} = 0.3000 \text{ L/s}$$

$$Q_T = 0.700 \text{ L/s}$$

II. Dimensionamiento de la sección transversal

$$Q_T = V \cdot i \cdot A$$

$V =$	0.1	Velocidad de flujo que depende de la pendiente longitudinal y el tamaño del agregado usado en el subdrén (cm/s)
$i =$	1.0	gradiente hidráulico para el caso de subdrenes
$A =$		Area de la sección transversal del subdrén (se fija la base y se calcula la altura)
$B =$	1	Ancho de la base del subdrén (m)

$$H = 0.70 \text{ (m)}$$

III. Dimensionamiento de la tubería

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

$n =$	0.013
$R =$	0.05 mm
$S =$	0.08
$A =$	0.031 m ²

$$Q = 92.0 \text{ L/s}$$

Anexo B-27
Análisis de riesgo

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

Vida útil (años)	Periodo de retorno (años)	Riesgo (%)
10	20	40.1
10	50	18.3

ANEXO C
ANÁLISIS DE COSTOS

Anexo C-1 Análisis de precios unitarios Partidas principales

Presupuesto **MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700**
 Subpresupuesto **MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700**
 Cliente **S10 S.A.**
 Lugar **LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA**

Item	Descripción	Und.
01	OBRAS PRELIMINARES	
01.01	ROCE Y LIMPIEZA	m2
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB
01.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	M2
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	m3
02.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3
02.03	ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE	m2
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3
02.05	PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE	m2
02.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM	m3k
02.07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM	m3k
02.08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM	m3k
03	PAVIMENTOS	
03.01	BASE GRANULAR E=0.15 M	m2
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2
03.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2"	m2
03.04	SELLO ASFALTICO	m2
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	
04.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3
04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2
04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm ²	kg
04.04	CONCRETO F' c = 210 kg/cm ²	m3
04.05	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA	m
04.06	GEOTEXTIL	m2
04.07	MATERIAL DE FILTRO	m3
04.08	ALCANTARILLA TMC D= 36"	m
04.09	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m
04.10	COLOCACION DE PROTECCION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m3
05	SEÑALIZACION	
05.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und
05.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und
05.03	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2
06	COSTOS AMBIENTALES	
06.01	COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION	GLB
06.02	COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO	GLB

Anexo C-1

Análisis de precios unitarios

510

Presupuesto		0483016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700		Fecha presupuesto		10/11/2008	
Subpresupuesto		001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida	01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO				Costo unitario directo por : GLB		3,500.00
Rendimiento	MO. 1.0000	EQ. 1.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0232970002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB		1.0000	3,500.00	3,500.00	3,500.00
Partida	01.02 CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA				Costo unitario directo por : GLB		3,500.00
Rendimiento	MO. 1.0000	EQ. 1.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Materiales						
0232970002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB		1.0000	3,500.00	3,500.00	3,500.00
Partida	01.03 TRAZO Y REPLANTEO				Costo unitario directo por : M2		1.16
Rendimiento	MO. 900.0000	EQ. 900.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0089	12.90	0.11	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0533	10.40	0.55	0.66
	Materiales						
0239060020	TIZA	BOL		0.0090	10.05	0.09	
0243010079	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.0200	2.22	0.04	
0254450099	PINTURA	gln		0.0100	21.16	0.21	0.34
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.66	0.02	
0349880001	EQUIPO TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0089	16.00	0.14	0.16
Partida	02.01 ROCE Y LIMPIEZA				Costo unitario directo por : m2		0.47
Rendimiento	MO. 1,250.0000	EQ. 1,250.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0064	10.40	0.07	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	0.0032	14.08	0.05	0.12
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.12	0.18	
0349040008	CARGADOR SALLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	0.2500	0.0016	114.10	0.17	0.35
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 MP	hm	0.2500	0.0016	107.58	0.17	0.35
Partida	02.02 CORTE DEL TERRENO NATURAL				Costo unitario directo por : m3		4.38
Rendimiento	MO. 340.0000	EQ. 340.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	11.0000	0.2588	10.40	2.69	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.0235	14.08	0.33	3.02
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.02	0.09	
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M³	hm	0.5000	0.0118	107.58	1.27	1.36
Partida	02.03 DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES				Costo unitario directo por : m3		19.68
Rendimiento	MO. 60.0000	EQ. 60.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	14.08	0.19	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	11.50	1.53	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2667	10.40	2.77	4.49
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.49	0.13	
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.1333	101.60	13.54	15.2
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg.	hm	1.0000	0.1333	11.41	1.52	15.19

Anexo C-1

S10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700		Fecha presupuesto		10/11/2009	
Subpresupuesto		001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida		02.04 ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE					
Rendimiento	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		3.47		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	11.50	0.12	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0300	10.40	0.31	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	0.0050	14.08	0.07	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.50	0.02	
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	1.0000	0.0100	80.00	0.80	
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0100	97.80	0.98	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	117.36	1.17	
						2.97	
Partida		02.05 CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3		11.28		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1280	10.40	1.33	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.0320	14.08	0.45	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.78	0.05	
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	1.0000	0.0320	80.00	2.56	
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0320	97.80	3.13	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0320	117.36	3.76	
						9.50	
Partida		02.06 PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		11.51		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	35.0000	0.8000	10.40	8.32	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.0229	14.08	0.32	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.64	0.26	
0349040008	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	1.0000	0.0229	114.10	2.61	
						2.87	
Partida		02.07 TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM					
Rendimiento	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3k		5.81		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	11.50	0.51	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.51	0.02	
0349040008	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	0.1000	0.0044	114.10	0.50	
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M ³	hm	1.0000	0.0444	107.58	4.78	
						5.30	
Partida		02.08 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM					
Rendimiento	MO. 185.0000	EQ. 185.0000	Costo unitario directo por : m3k		5.66		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0432	11.50	0.50	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.50	0.02	
0349040008	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	0.1000	0.0043	114.10	0.49	
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M ³	hm	1.0000	0.0432	107.58	4.65	
						5.16	
Partida		02.09 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM					
Rendimiento	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m3k		3.75		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010100	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	11.50	0.33	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.33	0.01	
0349040008	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	0.1000	0.0029	114.10	0.33	
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M ³	hm	1.0000	0.0286	107.58	3.08	
						3.42	

Anexo C-1

510

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700		Fecha presupuesto	10/11/2008		
Subpresupuesto	001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida	03.01 BASE GRANULAR E=0.15 M					
Rendimiento	MO. 550.0000	EQ. 550.0000	Costo unitario directo por : m2	9.15		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0145	11.50	0.17
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0582	10.40	0.61
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	0.0073	14.08	0.10
						0.88
Materiales						
0205320002	MATERIAL DE BASE	m3		0.1800	22.00	3.96
						3.96
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.88	0.03
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	1.0000	0.0145	80.00	1.16
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0145	97.80	1.42
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0145	117.36	1.70
						4.31
Partida	03.02 IMPRIMACION ASFALTICA					
Rendimiento	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2	3.62		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	12.29	0.05
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	11.50	0.05
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0080	10.40	0.08
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2500	0.0010	14.08	0.01
						0.19
Materiales						
0213000006	ASFALTO RC-250	g/n		0.2550	10.00	2.55
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	g/h		0.0600	10.00	0.60
						3.15
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	1.0000	0.0040	32.60	0.13
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	1.0000	0.0040	35.00	0.14
						0.28
Partida	03.03 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2"					
Rendimiento	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2	23.15		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	12.29	0.07
0147010003	OFICIAL	hh	5.0000	0.0267	11.50	0.31
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0160	10.40	0.17
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.0027	14.08	0.04
						0.59
Materiales						
0213000017	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0590	35.00	2.07
0213020002	MEZCLA ASFALTICA	m3		0.0800	250.00	20.00
						22.07
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.59	0.02
0349030022	RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON	hm	1.0000	0.0053	70.00	0.37
0349030040	RODILLO TANDEM ESTATICO AUT 58-70HP 5-8T	DIA	1.0000	0.0007	60.00	0.04
0349050009	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	DIA	1.0000	0.0007	80.00	0.06
						0.49
Partida	03.04 SELLO ASFALTICO					
Rendimiento	MO. 2,250.0000	EQ. 2,250.0000	Costo unitario directo por : m2	5.19		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0036	11.50	0.04
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.0356	10.40	0.37
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0036	14.08	0.05
						0.46
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0100	30.00	0.30
0205010033	GRAVILLA	m3		0.0120	45.00	0.54
0213000006	ASFALTO RC-250	g/n		0.3500	10.00	3.50
						4.34
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.46	0.01
0349030022	RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON	hm	1.0000	0.0036	70.00	0.25
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	1.0000	0.0036	35.00	0.13
						0.39

Anexo C-1

510

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0430016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700		Fecha presupuesto		10/11/2008	
Subpresupuesto		001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida		04.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO					
Rendimiento	MO. 150.0000	EQ. 150.0000		Costo unitario directo por : m3		9.54	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	12.0000	0.6400	10.40	6.66	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.0533	14.08	0.75	
						7.41	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.41	0.22	
0349040021	RETROEXCAVADOR SALLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0.5000	0.0267	71.72	1.91	
						2.13	
Partida		04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	MO. 24.0000	EQ. 24.0000		Costo unitario directo por : m2		30.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	12.29	4.10	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	11.50	3.83	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.6667	10.40	6.93	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.1000	0.0333	14.08	0.47	
						15.33	
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	3.06	0.61	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	3.06	0.61	
0243010079	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		6.2000	2.22	13.76	
						14.98	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.33	0.46	
						0.46	
Partida		04.03 ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm²					
Rendimiento	MO. 250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg		5.82	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	12.29	0.39	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	11.50	0.37	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	10.40	0.33	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	0.0160	14.08	0.23	
						1.32	
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.06	0.18	
0203310001	FIERRO CO. Fy = 4200 kg/cm²	kg		1.0700	4.00	4.28	
						4.46	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.32	0.04	
						0.04	
Partida		04.04 CONCRETO F' c = 210 kg/cm²					
Rendimiento	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m3		284.87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.5000	12.29	18.44	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	11.50	5.75	
0147010004	PEON	hh	6.0000	3.0000	10.40	31.20	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2000	0.1000	14.08	1.41	
						58.80	
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.6100	39.50	24.10	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4700	30.00	14.10	
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.5000	19.82	168.47	
0239050100	AGUA PARA CONSTRUCCION	m3		0.1890	5.00	0.95	
						207.62	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	56.80	1.70	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5000	11.41	5.71	
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.5000	26.08	13.04	
						20.45	
Partida		04.05 CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA					
Rendimiento	MO. 24.0000	EQ. 24.0000		Costo unitario directo por : m		44.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.0000	11.50	11.50	
0147010004	PEON	hh	3.0000	1.0000	10.40	10.40	
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	0.2000	0.0667	14.08	0.94	
						22.84	
Materiales							
0213520030	JUNTA ASFALTICA	m		0.8330	3.00	2.50	
0221990042	CONCRETO F'c=175KGCM2	m3		0.1000	179.00	17.90	
0243010079	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.0910	2.22	0.20	
						20.60	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.84	0.69	
						0.69	

Anexo C-1

Análisis de precios unitarios

S10

Presupuesto	0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700				Fecha presupuesto	10/11/2008
Subpresupuesto	001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida	04.06 GEOTEXTIL					
Rendimiento	MO. 850.0000	EQ. 850.0000			Costo unitario directo por : m2	2.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0094	11.50	0.11
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0094	10.40	0.10
0147010031	CAPATAZ *A*	hh	0.2000	0.0019	14.08	0.03
0.24						
Materiales						
0230930001	GEOTEXTIL	m2		1.0500	2.20	2.31
2.31						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.24	0.01
0.01						
Partida	04.07 MATERIAL DE FILTRO					
Rendimiento	MO. 18.0000	EQ. 18.0000			Costo unitario directo por : m3	36.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	1.3333	10.40	13.87
0147010021	CAPATAZ *B*	hh	0.5000	0.2222	14.08	3.13
17.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.00	0.51
0.51						
Subpartidas						
930101911301	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3		1.0000	3.10	3.10
930101912601	TRANSPORTE A ZARANDA MECANICA DM = 0.5 KM	m3		1.0000	1.58	1.58
930101913901	ZARANDEO DE MATERIAL DE FILTRO / MATERIAL GR/	m3		1.0000	10.51	10.51
930101914803	TRANSPORTE DE MATERIAL DE FILTRO DM =4.3 KM	m3		1.0000	4.21	4.21
19.40						
Partida	04.08 TUBERÍA DE PVC PARA DRENAJE DE MUROS D= 4"					
Rendimiento	MO. 85.0000	EQ. 85.0000			Costo unitario directo por : m	8.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0941	11.50	1.08
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1882	10.40	1.96
0147010031	CAPATAZ *A*	hh	0.2000	0.0188	14.08	0.26
3.30						
Materiales						
0230460035	PEGAMENTO PARA PVC 1/4 GLN	und		0.0180	29.11	0.52
0272130011	TUB. PVC SAL PIDESAGUE DE 4"	m		1.0000	5.03	5.03
5.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.30	0.10
0.10						
Partida	04.09 ALCANTARILLA TMC D= 48"					
Rendimiento	MO. 8.0000	EQ. 8.0000			Costo unitario directo por : m	466.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	11.50	11.50
0147010004	PEON	hh	4.0000	4.0000	10.40	41.60
0147010021	CAPATAZ *B*	hh	1.0000	1.0000	14.08	14.08
67.18						
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.1800	30.00	5.40
0209120048	ALCANTARILLA METALICA 0=48" C=12	m		1.1000	353.29	388.62
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0.3000	10.00	3.00
397.02						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	67.18	2.02
2.02						
Partida	04.10 ALCANTARILLA TMC D= 24"					
Rendimiento	MO. 8.0000	EQ. 8.0000			Costo unitario directo por : m	341.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	11.50	11.50
0147010004	PEON	hh	4.0000	4.0000	10.40	41.60
0147010021	CAPATAZ *B*	hh	1.0000	1.0000	14.08	14.08
67.18						
Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.1800	30.00	5.40
0209140024	ALCANTARILLA METALICA 0=24" C=14	m		1.1000	240.00	264.00
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0.3000	10.00	3.00
272.40						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	67.18	2.02
2.02						

Anexo C-1

S10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700		Fecha presupuesto		10/11/2008	
Subpresupuesto		001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYS DEL KM 59+400 AL 59+700					
Partida		05.01 SEÑALES REGLAMENTARIAS					
Rendimiento	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : und		142.39		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	10.0000	4.4444	10.40	46.22	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.4444	14.08	6.26	
52.48							
Materiales							
0202510027	PERNOS DE 3/8"X7"	und		4.0000	2.50	10.00	
0230150041	LAMINA REFLECTIVA BLANCA GRADO ALTA INTENSIC	p2		9.2800	3.29	30.53	
0230320007	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM	m2		0.8600	41.01	35.27	
0230670013	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gln		0.0060	116.48	0.70	
0230670014	TINTA SERIGRAFICA ROJA	und		0.0030	1,000.00	3.00	
0253030027	THINER	gln		0.0100	10.63	0.11	
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0400	21.16	0.85	
0256960001	PLATINA DE ACERO DE 2"X1/8"X6M	und		0.4500	17.51	7.88	
88.34							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.48	1.57	
1.57							
Partida		05.02 SEÑALES PREVENTIVAS					
Rendimiento	MO. 26.0000	EQ. 26.0000	Costo unitario directo por : und		103.60		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	10.0000	3.0769	10.40	32.00	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.3077	14.08	4.33	
36.33							
Materiales							
0202510027	PERNOS DE 3/8"X7"	und		2.0000	2.50	5.00	
0230030004	LAMINA REFLECTIVA AMARILLA GRADO ALTA INTENS	p2		6.0500	3.29	19.90	
0230320007	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM	m2		0.5600	41.01	22.97	
0230670013	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gln		0.0030	116.48	0.35	
0251040055	PLATINA DE FIERRO 3/8" x 2" x 6m	pza		0.2500	68.00	17.00	
0253030027	THINER	gln		0.0100	10.63	0.11	
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0400	21.16	0.85	
66.18							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	36.33	1.09	
1.09							
Partida		05.03 MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO					
Rendimiento	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2		7.80		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0640	12.29	0.79	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	11.50	0.74	
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	0.0160	14.08	0.23	
1.76							
Materiales							
0239060020	TIZA	BOL		0.0010	10.05	0.01	
0243010079	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.2000	2.22	0.44	
0253030025	SOLVENTE XILOL	gln		0.0350	20.00	0.70	
0254450002	PINTURA PARA TRAFICO BLANCA	gln		0.0750	33.77	2.53	
0279000048	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.2800	1.04	0.29	
3.97							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.76	0.05	
0349050032	EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	2.0000	0.0640	16.30	1.04	
0349120000	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON.	hm	1.0000	0.0320	30.52	0.98	
2.07							
Partida		06.01 COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION					
Rendimiento	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB		19,599.24		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0401010002	COSTO DE EXPROPIACION Y COMPENSACION	GLB		1.0000	19,599.24	19,599.24	
19,599.24							
Partida		06.02 COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO					
Rendimiento	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB		17,366.86		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Subcontratos							
0401010003	COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO	GLB		1.0000	17,366.86	17,366.86	
17,366.86							

Anexo C-2
Análisis de Gastos Generales

OBRA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YALUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
 CLIENTE GRUPO 09
 Dpto : LIMA Provincia : CAÑETE Costo al 10/11/2008
 Distrito ZUÑIGA

A: CARACTERISTICAS

Costo Directo		S/.	270,006.04
Gastos Generales (8%)	(8%)	S/.	18,699.31
Utilidad (7%)	(7%)	S/.	18,900.42
Subtotal			307,605.77
IGV (19% del Subtotal)			58,445.10

Monto estimado de obra S/ 366,050.87
 Plazo de ejecución 1 meses

B: GASTOS GENERALES VARIABLES (Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de Obra)

**** 1.00.- Administración y Generales de Obra ****					
1.01 Gastos de Personal en Obra (Incluye Leyes Sociales)					
a) Personal Necesario en Obra	Tiempo	Costo	Participacion	Parcial	Total
Residente de Obra	1.00	3,500.00	100.00%	3,500.00	8,150.00
Asistente de Obra	1.00	2,000.00	100.00%	2,000.00	
Almacenero	1.00	1,200.00	100.00%	1,200.00	
Chofer	1.00	850.00	100.00%	850.00	
Guardianes	1.00	600.00	100.00%	600.00	
b) Leyes Sociales (Planilla sin oficina)		Costo	Participacion	Parcial	
		8,150.00	75.00%	6,112.50	6,112.50
SUB TOTAL (1.01)					14,262.50
Total 1.00 Administración y Generales de Obra S/.					14,262.50
**** 2.00.- Generales Varios ****					
2.01 Gastos de Oficina					
a) Varios	Tiempo	Costo	Participacion	Parcial	Total
Útiles de oficina y dibujo	1.00	250.00	100.00%	250.00	628.75
Alquiler de sede central	1.00	150.00	20.00%	30.00	
Telefono - telefax (inc. coord Serv. Bas.)	1.00	50.00	50.00%	25.00	
Movilidad local, otros (est)	1.00	75.00	100.00%	75.00	
Equipo de radio	1.00	82.00	25.00%	20.50	
Computadora e Impresora	1.00	115.00	25.00%	28.75	
Fotocopia de Planos y otros	3.00	90.00	25.00%	67.50	
Poliza de seguros	1.00	132.00	100.00%	132.00	
SUB TOTAL (2.01)					628.75
Total 2.00 Generales Varios S/.					628.75
**** 3.00.- Gastos Financieros ****					
3.01 Gastos de Carta Fianza					
a) Gastos de Carta Fianza	Tiempo	Costo	Participacion	Parcial	Total
a). Carta Fianza por Adel. Directo (20.00%)	1.00	73,210.17	0.20%	146.42	380.69
b). Carta Fianza por Adel. Materiales (30.00%)	1.00	109,815.26	0.20%	219.63	
a) Garantía seriedad de la propuesta (2.00%)	1.00	7,321.02	0.20%	14.64	
SUB TOTAL (2.01)					380.69
Total 3.00 Generales Varios S/.					380.69
Total Gastos Generales Variables					
Total 1.00 Administración y Generales de Obra		S/.		14,262.50	
Total 2.00 Generales Varios		S/.		628.75	
Total 3.00 Gastos Financieros		S/.		380.69	
Total		S/.		15,271.94	

**Anexo C-2
Análisis de Gastos Generales**

OBRA	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700	Costo al	10/11/2008
CLIENTE	GRUPO 09	Distrito	ZUÑIGA
Dpto	: LIMA	Provincia	: CAÑETE

C: GASTOS GENERALES FIJOS (No Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de Obra)

**** Gastos de Licitación - Contratación y Otros ****

Descripción	Und.	Parcial	
1.00 Gastos Varios			
a). Documentación de Presentación	est.	27.88	
b). Gastos por Elaboración de Propuesta	est.	105.00	
c). Gastos Legales y Notariales de Organización	est.	92.50	
Sub-Total (1.00)			225.38

**** Pruebas y Ensayos ****

Descripción	Und.	Cantidad	Costo	Parcial	
2.00 Pruebas y Ensayos					
a). CBR	est.	1.00	150.00	150.00	
a). Análisis Granulométrico	est.	1.00	50.00	50.00	
b). Proctor Modificado	est.	1.00	50.00	50.00	
c). Densidad de Campo	est.	1.00	125.00	125.00	
d). Ensayos para Pavimentación	est.	1.00	250.00	250.00	
Sub-Total (2.00)					625.00

**** Gastos de Oficina ****

3.00 Gastos de Oficina					
a) Personal Oficina Central		Costo	Participacion	Parcial	Total
Gerente de Obra		5,000.00	20.00%	1,000.00	1,500.00
Contador		1,500.00	20.00%	300.00	
Secretaria		1,000.00	20.00%	200.00	
b) Leyes Sociales		Costo	Participacion	Parcial	
		1,500.00	75.00%	1,125.00	1,125.00
Sub-Total (3.00)					2,625.00

Total Gastos Generales Fijos				
Total 1.00 Gastos de Licitación - Contratación y Otros	SI.		225.38	
Total 2.00 Pruebas y Ensayos	SI.		625.00	
Total 3.00 Gastos de Oficina	SI.		2,625.00	
Total	SI.		3,475.38	

C: RESUMFN GENERAL

INCIDENCIA DE GASTOS GENERALES	Monto	Porcentaje
VARIABLES:	15,271.94	6.52%
FIJOS:	3,475.38	1.48%
TOTAL:	18,747.32	8.00%

Anexo C-3

S10

Valor Referencial

Presupuesto 0493016 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Subpresupuesto 001 MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Cliente S10 S.A. Costo al 10/11/2008
Lugar LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				10,667.50
01.01	ROCE Y LIMPIEZA	m2	2,250.00	0.47	1,057.50
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
01.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00
01.04	TRAZO Y REPLANTEO	M2	2,250.00	1.16	2,610.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				64,165.49
02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	m3	2,500.00	4.38	10,950.00
02.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	m3	20.00	19.68	393.60
02.03	ESCARIFICADO Y CONFORMACION DE LA SUB-RASANTE	m2	2,250.00	3.47	7,807.50
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	2,200.00	11.28	24,816.00
02.05	PROTECCION DE TALUDES CON MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	11.51	11.51
02.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR <1KM	m3k	300.00	5.81	1,743.00
02.07	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <1KM	m3k	468.00	5.66	2,648.88
02.08	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1KM	m3k	4,212.00	3.75	15,795.00
03	PAVIMENTOS				79,817.40
03.01	BASE GRANULAR E=0.15 M	m2	2,436.00	9.15	22,289.40
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1,800.00	3.62	6,516.00
03.03	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E = 2"	m2	1,800.00	23.15	41,670.00
03.04	SELLO ASFALTICO	m2	1,800.00	5.19	9,342.00
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				86,799.96
04.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	6.52	9.54	62.20
04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	10.93	30.77	336.32
04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 kg/cm²	kg	220.50	5.82	1,283.31
04.04	CONCRETO F'c = 210 kg/cm²	m3	2.45	284.87	697.93
04.05	CUNETAS TRIANGULAR REVESTIDA	m	640.00	44.13	28,243.20
04.06	GEOTEXTIL	m2	1,482.00	2.56	3,793.92
04.07	MATERIAL DE FILTRO	m3	266.00	36.91	9,818.06
04.08	ALCANTARILLA TMC O= 36"	m	18.00	8.95	161.10
04.09	ALCANTARILLA TMC D= 24"	m	36.00	466.22	16,783.92
04.10	COLOCACION DE PROTECCION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	m3	75.00	341.60	25,620.00
05	SEÑALIZACION				1,543.57
05.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	3.00	142.39	427.17
05.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	4.00	103.60	414.40
05.03	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2	90.00	7.80	702.00
06	COSTOS AMBIENTALES				27,012.12
06.01	COSTOS DE EXPROPIACION Y COMPENSACION	GLB	1.00	14,321.69	14,321.69
06.02	COSTOS DE MITIGACION E IMPACTO	GLB	1.00	12,690.43	12,690.43
	COSTO DIRECTO				270,006.04
	GASTOS GENERALES (7%)				18,699.31
	UTILIDAD (7%)				18,900.42
	SUB TOTAL				307,605.77
	IGV (19%)				58,445.10
	TOTAL PRESUPUESTO				366,050.87

SON: TRESCIENTOS DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS SETENTICINCO Y 07/100 NUEVOS SOLES

Anexo C-4

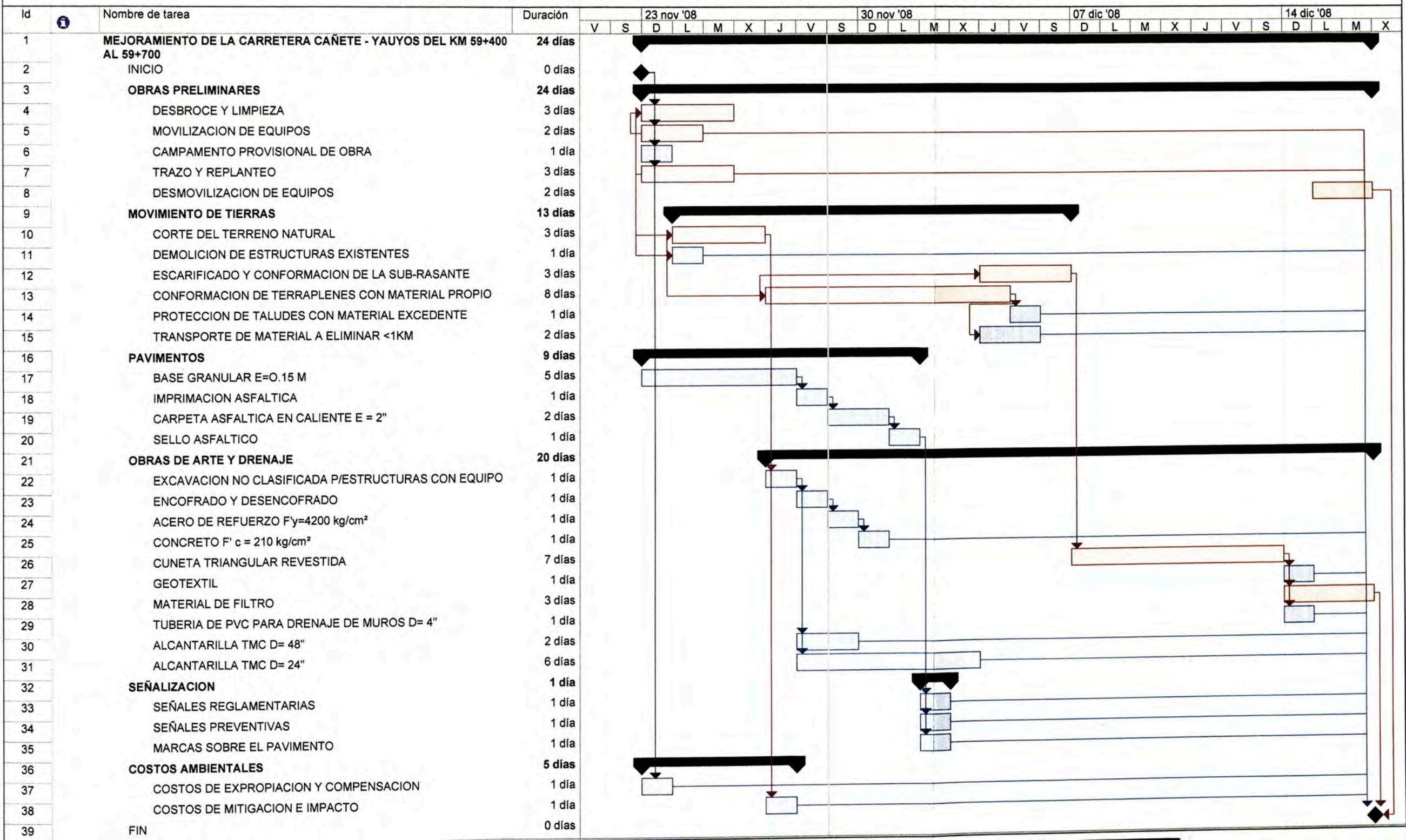
S10

Relacion de equipo minimo

Obra	0493016	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Subpresupuesto	001	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700
Fecha	10/11/2008	
Lugar	150516	LIMA - CAÑETE - ZUÑIGA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	128.2220
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	2.6660
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	128.2220
0349030022	RODILLO NEUMATICO AUTOP 60-80 HP 3-5 TON	hm	16.0200
0349030040	RODILLO TANDEM ESTATICO AUT 58-70HP 5-8T	DIA	1.2600
0349040008	CARGADOR S/LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 YD3	hm	20.1973
0349040021	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	0.1802
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.7536
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	7.2000
0349050009	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	DIA	1.2600
0349050032	EQUIPO PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	5.7600
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 Kg.	hm	2.6660
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.8100
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	hm	3.2016
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	128.2220
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	0.8100
0349120000	CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON.	hm	2.8800
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	13.6800
0349130010	CAMION VOLQUETE 6X4 DE 15 M ³	hm	189.0544
0349150000	GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW	hm	3.2016
0349180002	FAJA TRANSPORT 18"x5' M.E. 3KW 150 TON/H	hm	3.2016
0349880001	EQUIPO TOPOGRAFICO	hm	20.0250

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700



Proyecto: Mejoramiento Carretera Cañete-Yauyos del Km 59+400 al 59+700 Fecha: sáb 29/11/08	Tarea	[Barra azul]	Resumen	[Barra gruesa negra]	Progreso resumido	[Barra gruesa negra]	Agrupar por síntesis	[Barra gruesa negra]
	Tarea crítica	[Barra roja]	Tarea resumida	[Barra azul]	División	[Barra azul]	Fecha límite	[Flecha hacia abajo]
	Progreso	[Barra gruesa negra]	Tarea crítica resumida	[Barra roja]	Tareas externas	[Barra amarilla]		
	Hito	[Diamante negro]	Hito resumido	[Diamante azul]	Resumen del proyecto	[Barra gruesa negra]		

ANEXO D
FIGURAS

CORREDORES VIALES NACIONALES PROYECTO PERU



Fuente: Proyecto Perú - Ministerio de economía y finanzas

LEYENDA

- PERÚ
- ~ LÍMITE NACIONAL
- ~ CONCESIONES OTORGADAS
- ~ INTEGRANDO NUESTRO PAÍS
- ~ RÍOS NAVEGABLES
- ~ INTEGRANDO NUESTRO PAÍS
CORREDOR 13
CAÑETE-YAUYOS-CHUPACA



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

**TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL KM 59+400 AL 59+700
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO**

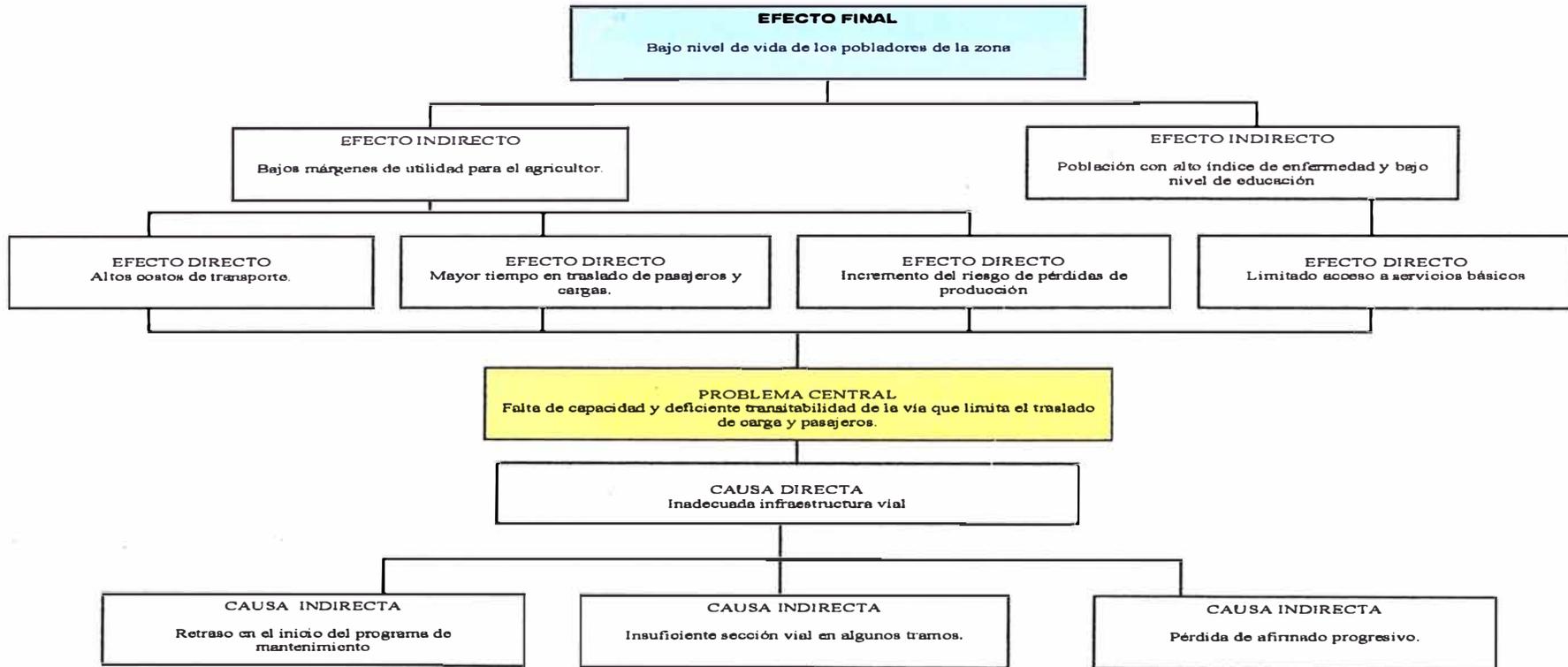
CORREDORES VIALES NACIONALES

Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA

FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008

FIGURA 01

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL TRAMO DEL KM 59+400 AL 59+700
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRAULICO

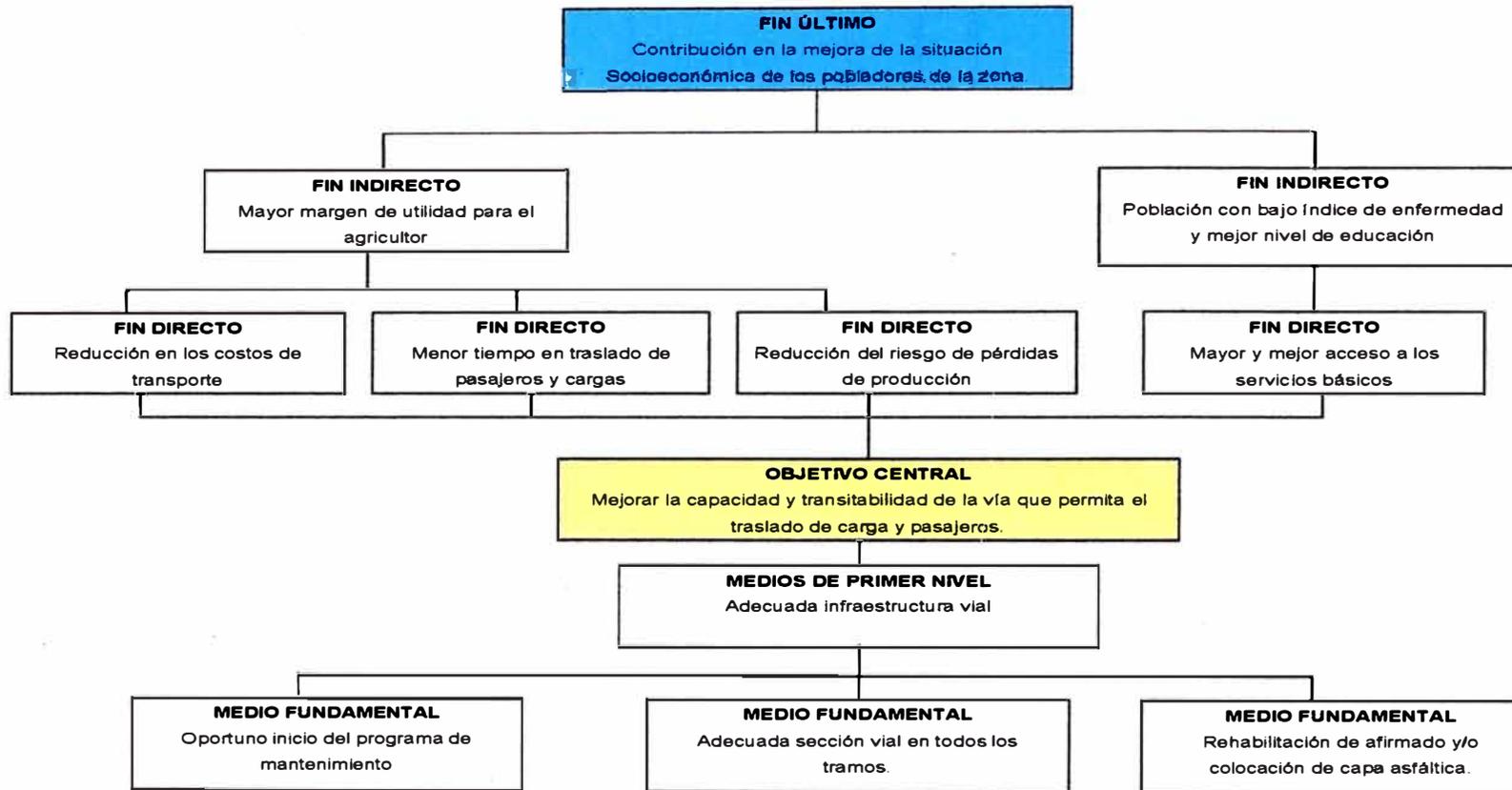
ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS

Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA

FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008

FIGURA 02

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL TRAMO DEL KM 59+400 AL 59+700
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRAULICO

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES

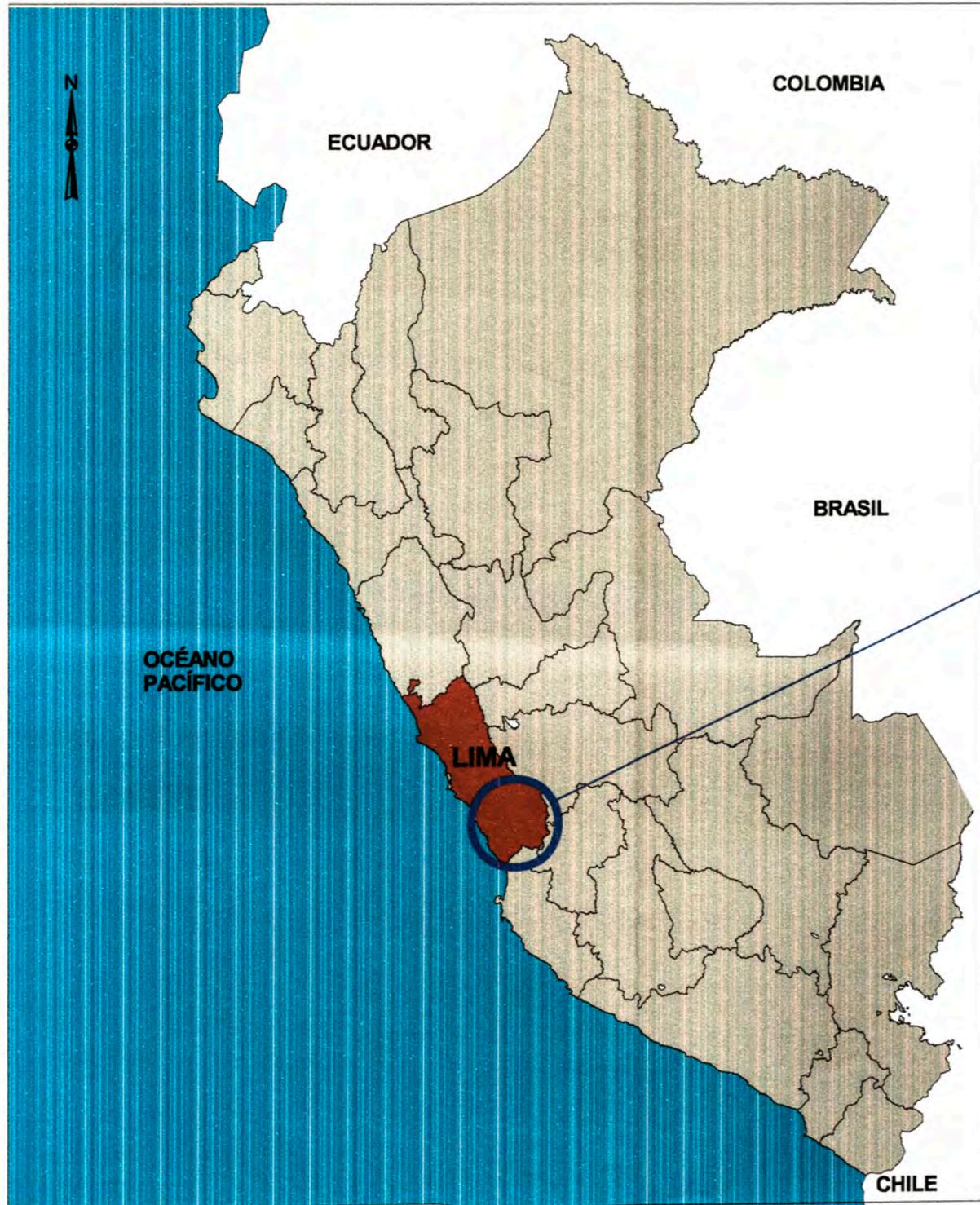
Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA

FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008

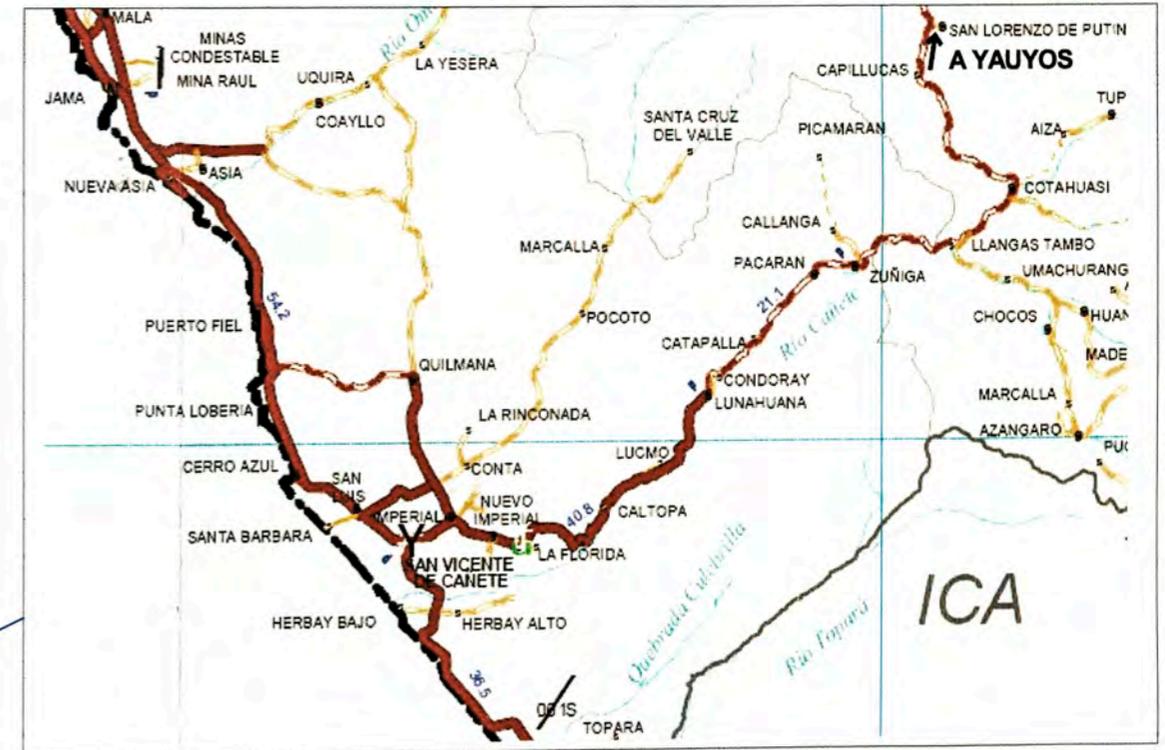
FIGURA 03

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN PROVINCIAL



LEYENDA

-  Ubicación departamental
-  Límite departamental



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

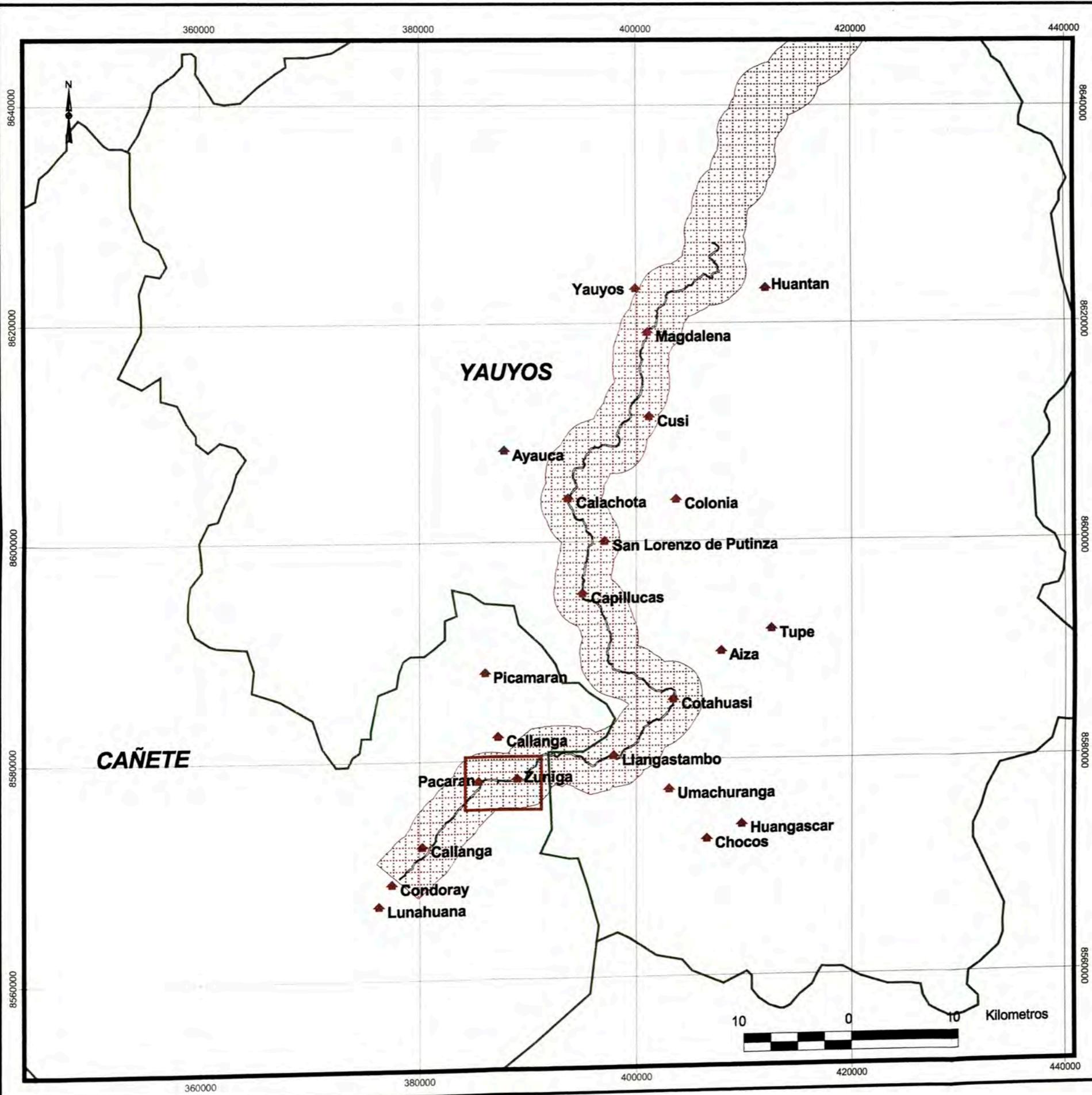
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYS
DEL KM 59+400 AL 59+700
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO

MAPA DE UBICACIÓN

Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA

FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008

FIGURA 04



LEYENDA

- ◆ Centros poblados
- ∩ Carretera Cañete - Yauyos
- ▨ Franja del área de influencia (Ancho total 5 Km)
- Límite provincial
- Área del proyecto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

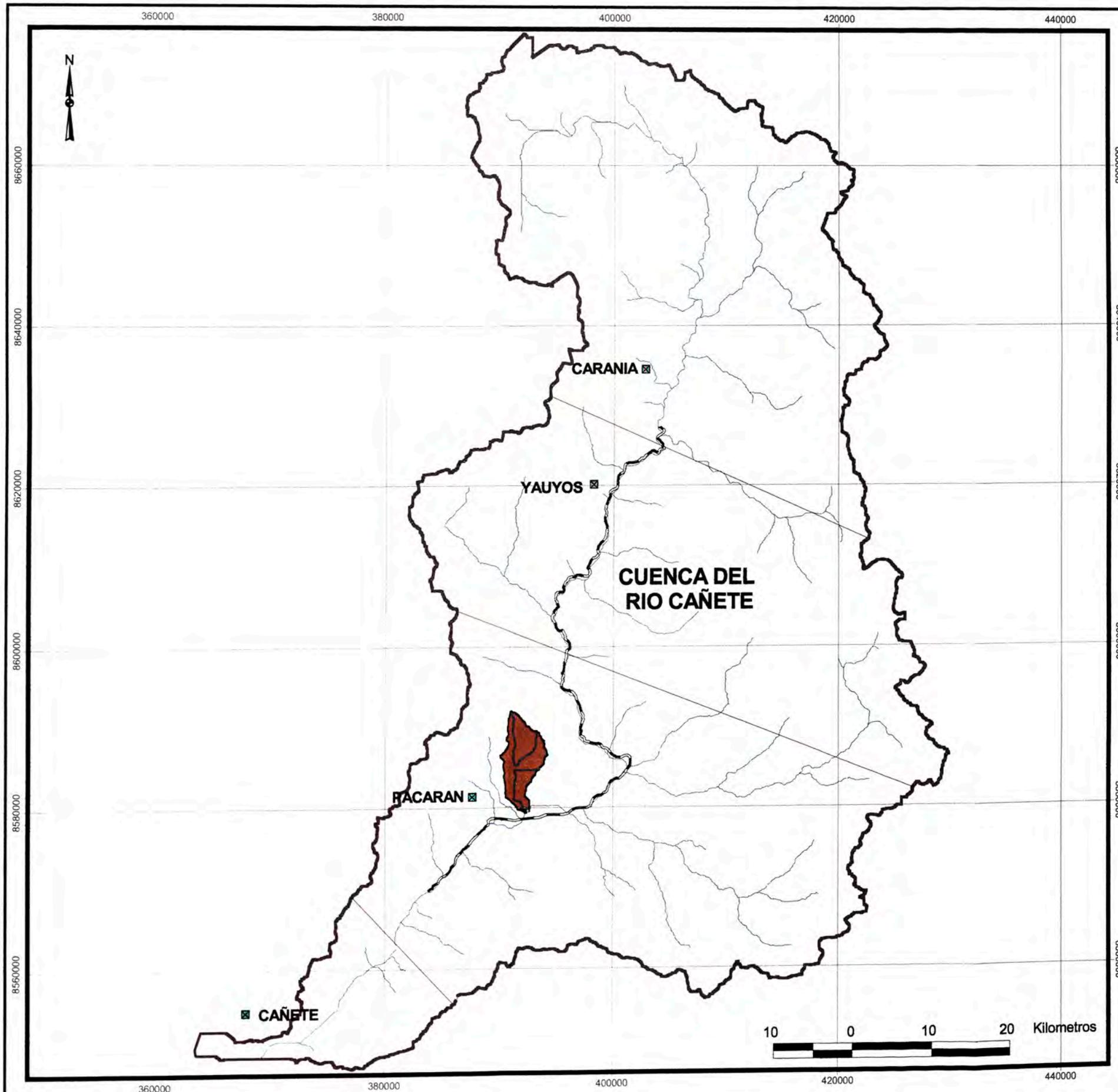
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL KM 59+400 AL 59+700
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO

ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA

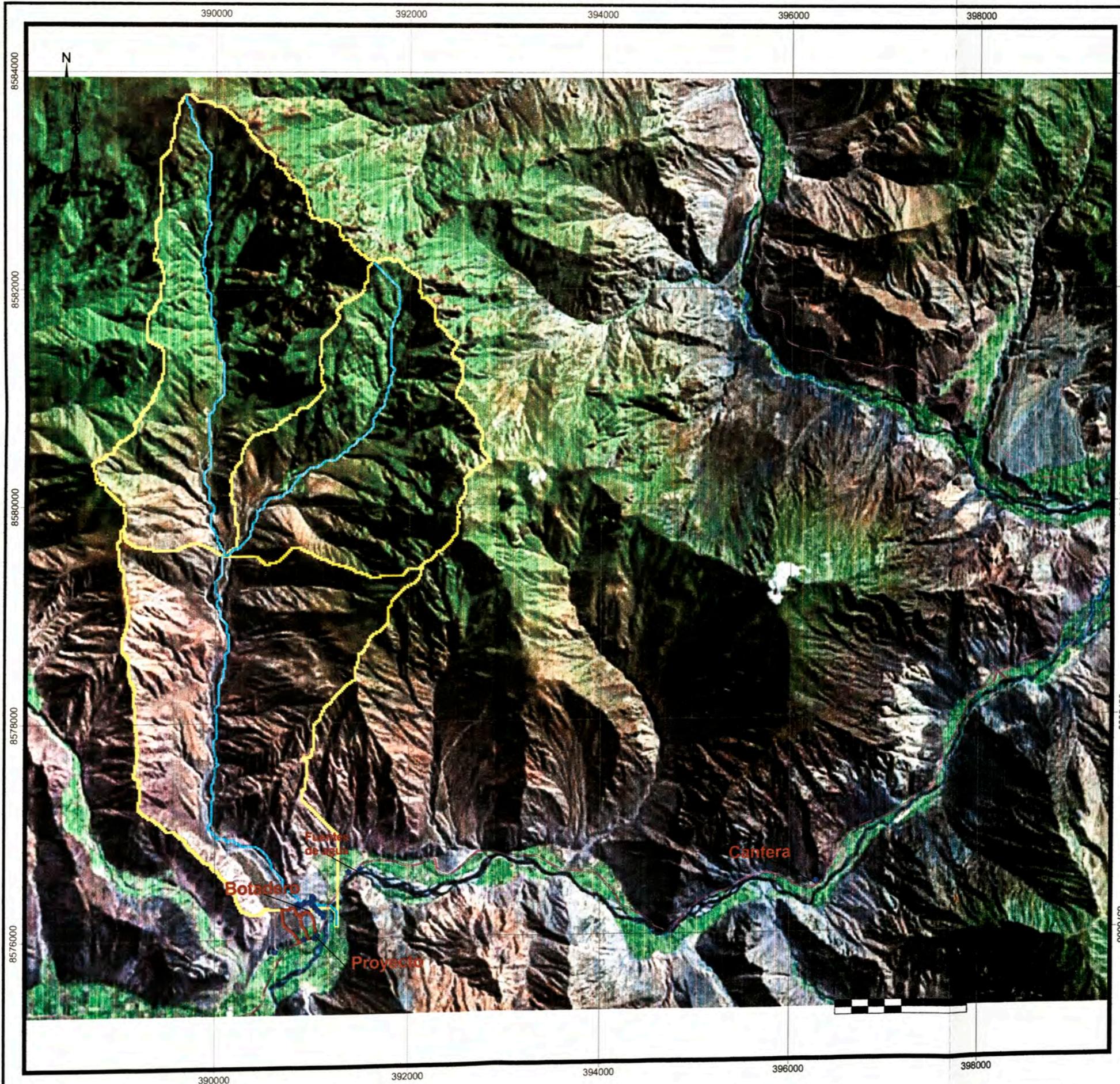
FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008

FIGURA 05



- LEYENDA**
- Estaciones pluviométricas
 - ∟ Quebrada Machuranga
 - Cuenca de quebrada Machuranga
 - ∟ Rios principales
 - Cuenca del río Cañete
 - Polígonos de thiesen
 - ∟ Carretera Cañete - Yauyos

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL TRAMO DEL KM 59+400 AL 59+700 ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO	
UBICACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	
Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA	
FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008	FIGURA 06



LEYENDA

- Laderas
- Subcuencas de la quebrada Machuranga
- Puntos de campo
- ^ Carretera Cañete - Yauyos
- ^ Tramo 59+400 al 59+700
- ^ Cursos principales

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUUYOS DEL KM 59+400 AL 59+700 ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO	
MAPA DE CUENCAS	
Bach. ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA	
FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008	FIGURA 07

ANEXO E
FOTOGRAFÍAS

Fotografía 01

Falta de visibilidad en la curva horizontal debido a un inadecuado diseño geométrico



Fotografía 02

Encalaminado de la vía debido a falta de mantenimiento y desgaste de la superficie de rodadura



Fotografía 03

Alcantarillas construidas de forma artesanal con fines agrícolas



Fotografía 04

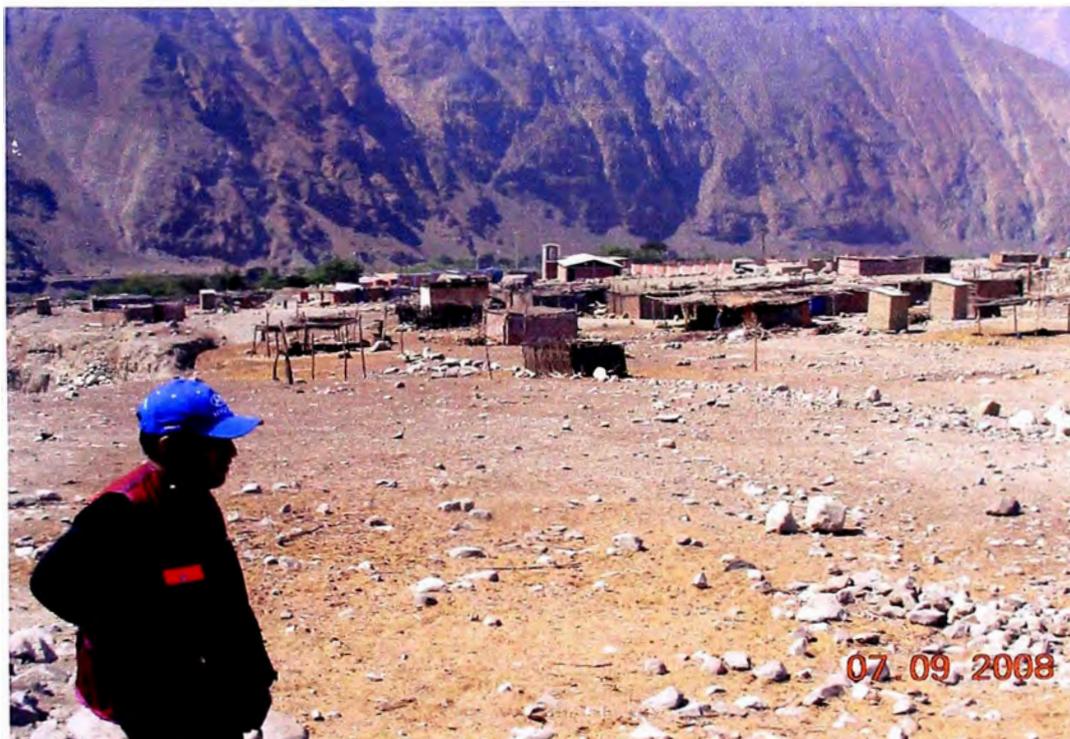
Calicata realizada en el tramo de estudio para estudio de suelos.



Fotografía 05
Zona de botadero de material excedente



Fotografía 06
Bajo nivel de vida de la población



Fotografía 07

Punto de abastecimiento de agua para el proyecto



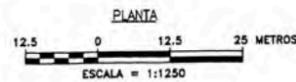
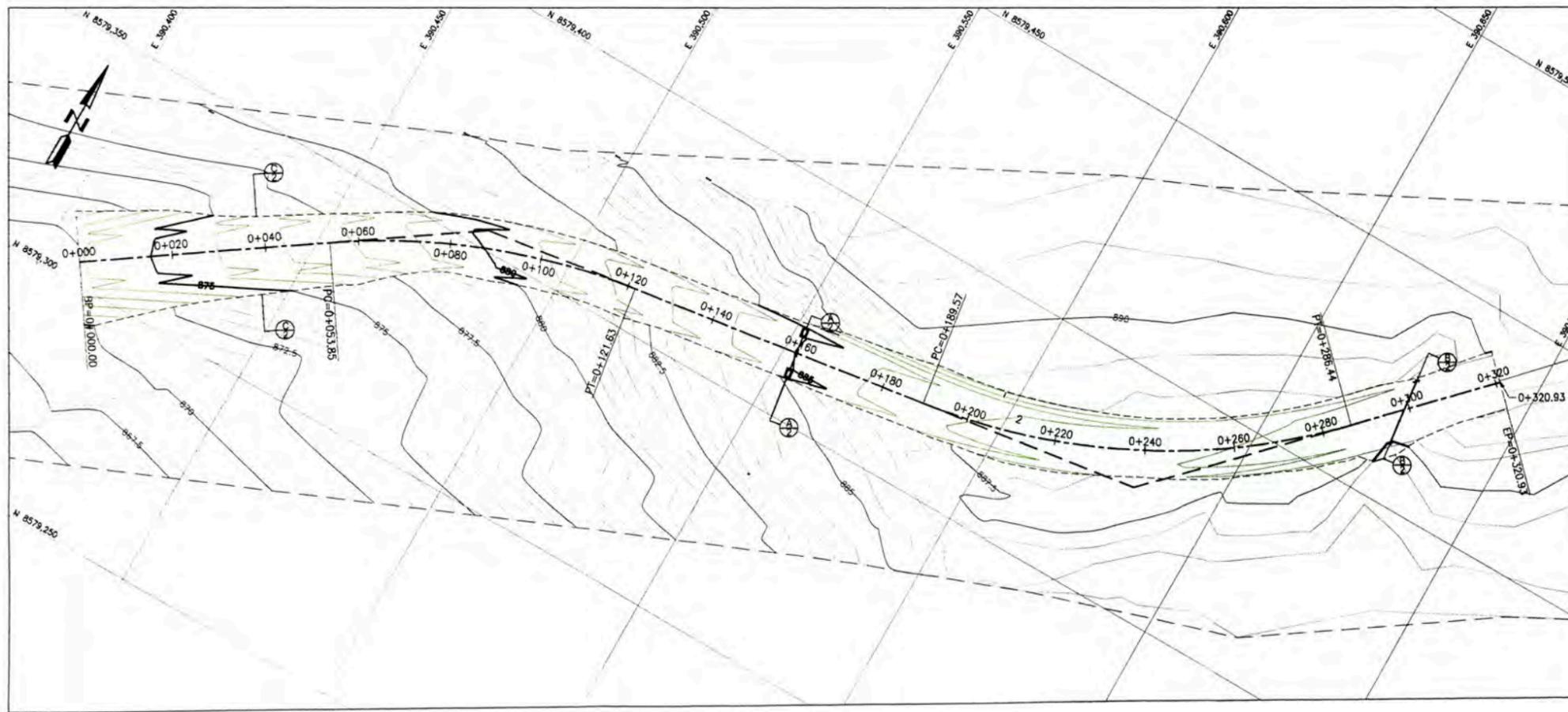
Fotografía 08

Cantera de obtención de material de afirmado



ANEXO F

PLANOS



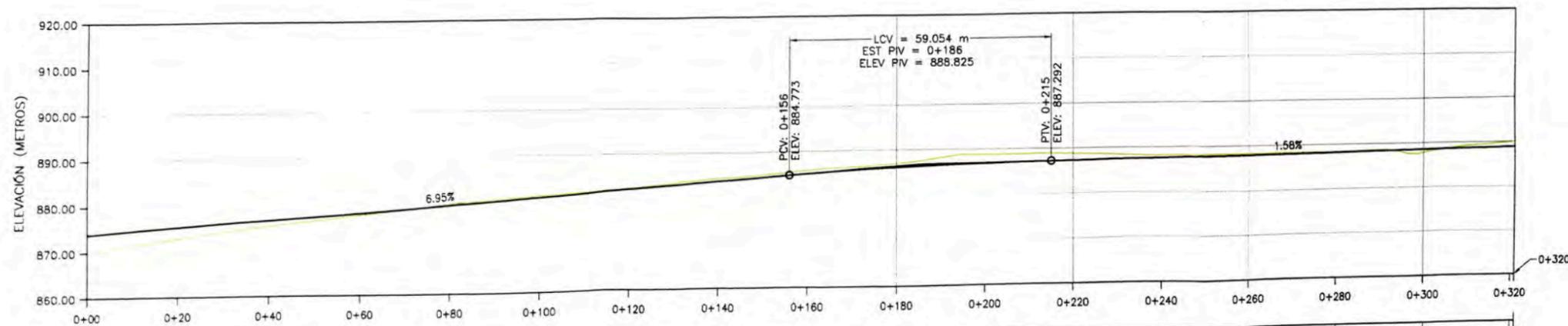
- LEYENDA:**
- CURVAS DE NIVEL Y ELEVACIÓN EN METROS DE LA SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
 - CURVAS DE NIVEL Y ELEVACIÓN EN METROS DE LA SUPERFICIE DE DISEÑO DEL ACCESO
 - LÍMITE DE CONSTRUCCIÓN
 - LINEA DE CONTROL Y ESTACIÓN DEL ACCESO

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

No.	TIPO	LONGITUD	DIRECCIÓN	INICIO	FIN	PUNTO DE INICIO	PUNTO DE FIN	RADIO	DELTA
1	Line	53.9m	N55°49'26"E	0+00.00m	0+53.85m	390407.8m 8579304.5m	390452.4m 8579334.8m		
2	Curve	67.8m		0+53.85m	1+21.63m	390452.4m 8579334.8m	390515.0 8579359.1m	150m	25.9
3	Line	67.9m	N81°42'40"E	1+21.63m	1+89.57m	390515.0m 8579359.1m	390582.3m 8579368.9m		
4	Curve	96.9m		1+89.57m	2+86.44m	390582.3m 8579368.9m	390667.3m 8579411.8m	150m	37.0
5	Line	34.5m	N44°42'38"E	2+86.44m	3+20.93m	390667.3m 8579411.8m	390691.5m 8579436.3m		

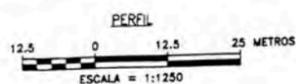
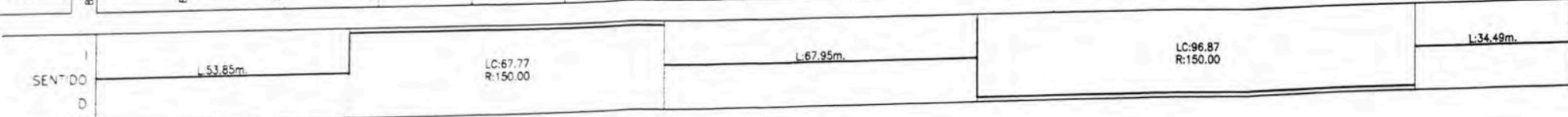
TABLA 2
PUNTOS DE REPLANTEO

PROGRESIVA	COORDENADAS		DIRECCIÓN DE LA TANGENTE
	NORTE	ESTE	
0+00.00	8579304.5m	390407.8m	N55° 49'
0+20.00	8579315.7m	390424.4m	N55° 49'
0+40.00	8579327.0m	390440.9m	N55° 49'
0+53.86	8579334.8m	390452.4m	N55° 49'
0+60.00	8579338.1m	390457.6m	N58° 10'
0+70.00	8579343.1m	390466.2m	N61° 59'
0+80.00	8579347.5m	390475.2m	N65° 48'
0+90.00	8579351.3m	390484.5m	N69° 37'
1+00.00	8579354.5m	390493.9m	N73° 27'
1+10.00	8579357.0m	390503.6m	N77° 16'
1+20.00	8579358.9m	390513.4m	N81° 05'
1+21.63	8579359.105	390515.0m	N81° 42'
1+40.00	8579361.8m	390533.2m	N81° 42'
1+60.00	8579364.6m	390553.0m	N81° 42'
1+80.00	8579367.5m	390572.8m	N81° 42'
1+89.57	8579368.9m	390582.3m	N81° 42'
1+90.00	8579367.0m	390582.7m	N81° 35'
2+00.00	8579370.8m	390592.5m	N77° 43'
2+10.00	8579373.2m	390602.2m	N73° 54'
2+20.00	8579376.3m	390611.7m	N70° 05'
2+30.00	8579380.0m	390621.0m	N66° 18'
2+40.00	8579384.3m	390630.0m	N62° 27'
2+50.00	8579389.3m	390638.7m	N58° 37'
2+60.00	8579394.7m	390647.1m	N54° 46'
2+70.00	8579400.8m	390655.1m	N50° 59'
2+80.00	8579407.3m	390662.6m	N47° 10'
2+86.44	8579411.8m	390667.3m	N44° 42'
3+00.00	8579421.4m	390676.8m	N44° 42'
3+20.00	8579435.7m	390690.9m	N44° 42'



COTA TERRENO	869.95	872.70	875.39	877.57	879.67	881.19	882.35	884.14	885.70	886.92	888.83	888.82	888.15	888.27	888.40	887.82	889.91	889.94
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

COTA SLB-RASANTE	873.93	875.32	876.71	878.10	879.49	880.88	882.27	883.66	885.04	886.18	886.95	887.37	887.69	888.00	888.32	888.63	888.95	888.97
------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

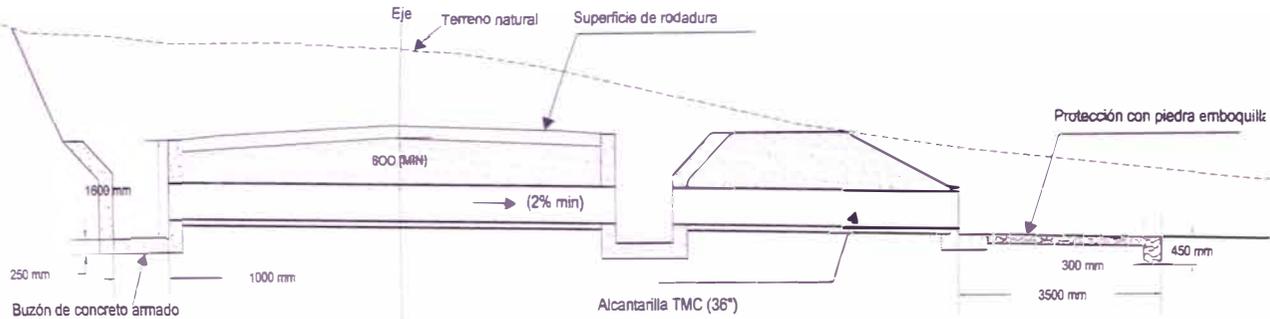
TITULACIÓN PROFESIONAL POR
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS
DEL KM 59+400 AL 59+700

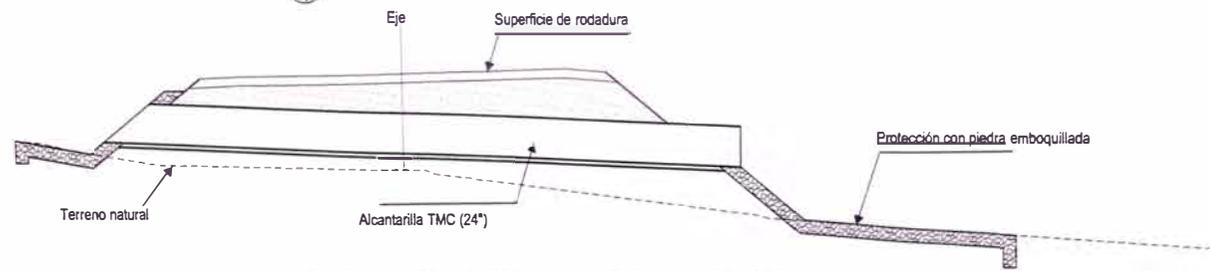
**DISEÑO GEOMÉTRICO
PLANTA Y PERFIL**

Bach. **ÁNGELA GISELA GÁLVEZ MEZA**

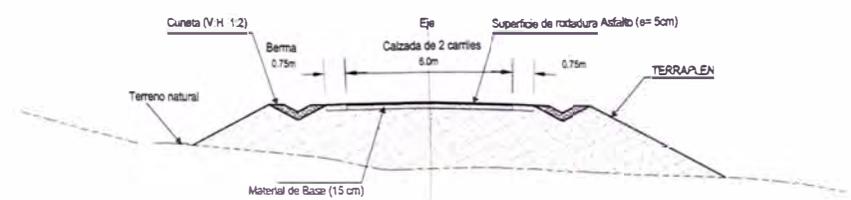
FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008 PLANO 1



A SECCION TRANSVERSAL ALCANTARILLA 1 - PROGRESIVA 0+160.0



B SECCION TRANSVERSAL ALCANTARILLA 2 - PROGRESIVA 0+300.0



C SECCION TIPICA - PROGRESIVA 0+038.0

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
	TITULACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUJOS DEL KM 59+400 AL 59+700
DISEÑO HIDRAULICO SECCIONES TRANSVERSALES	
Bach. ANGELA GISELA GALVEZ MEZA	
FECHA: 14 DE DICIEMBRE DEL 2008	PLANO 2