

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



**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL KM. 165+900 AL KM.
166+200**

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MARTIN ESPINOZA CELADITA

Lima- Perú

2009

PARA MI PEQUEÑA MARIA JULIA QUE VIGILA MI CAMINO DESDE EL CIELO, PARA MI ENGREIDA MARIA VICTORIA QUE LE DEVOLVIO ALEGRIA A MI VIDA, PARA MI ESPOSA VICTORIA POR SU PACIENCIA Y APOYO CONSTANTE QUE HICIERON POSIBLE CUMPLIR CON ESTE OBJETIVO.

PARA MIS PADRES PORQUE EN ELLOS TUVE LA FUERZA PARA INICIARME EN ESTA PROFESION Y PORQUE EN LOS MOMENTOS MAS DIFICILES SUPIERON APOYARME PARA CONTINUAR Y CULMINAR MIS ESTUDIOS.

INDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I: RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL.....	10
1.1 Aspectos Generales	10
1.1.1 Nombre del Proyecto	10
1.1.2 Unidad Formuladora y Ejecutora	10
1.1.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios	10
1.1.4 Marco de Referencia	11
1.1.5 Ubicación del Proyecto.....	11
1.2 Identificación	12
1.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual	12
1.2.2 Descripción del problema y sus Causas	13
1.2.3 Árbol de Causas y Efectos	14
1.2.4 Objetivos del Proyecto	14
1.2.5 Árbol de Medios y Fines.....	15
1.2.6 Alternativas de Solución.....	16
1.3 Formulación	16
1.3.1 Horizonte del Proyecto	16
1.3.2 Área de Influencia	17
1.3.3 Análisis de la Demanda.....	18
1.3.4 Análisis de la Oferta	20
1.3.5 Balance Oferta - Demanda.....	21
1.3.6 Costos Estimados	22
1.3.7 Beneficios	24
1.4 Evaluación	26
1.4.1 Evaluación Social.....	26
1.4.2 Análisis de Sensibilidad.....	29
1.4.3 Análisis de Sostenibilidad.....	30
1.4.4 Selección de Alternativa	31

1.4.5 Matriz de Marco Lógico para la Alternativa Seleccionada	32
CAPITULO II: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	33
2.1 Generalidades.....	33
2.2 Objetivo.....	33
2.3 Fundamento Teórico	33
2.4 Hidrología.....	36
2.4.1 Información y Estudio de Campo	36
2.4.2 Cálculos Hidrológicos.....	37
2.4.3 Método de Cálculo para el Caudal de Diseño	41
2.5 Dimensionamiento de los Sistemas de Drenaje	45
2.5.1 Drenaje Transversal.....	45
2.5.2 Drenaje Longitudinal	46
CAPITULO III:EXPEDIENTE TECNICO	499
3.1 Memoria Descriptiva	499
3.1.1 Antecedentes	499
3.1.2 Objetivos	499
3.1.3 Ubicación del Proyecto.....	50
3.1.4 Estado Actual de la Carretera	50
3.1.5 Descripción del proyecto.....	50
3.2 Especificaciones Técnicas	51
3.2.1 Consideraciones Generales	51
3.2.2 Especificaciones Técnicas para Estructuras de Drenaje	51
3.3 Metrados	522
CONCLUSIONES	533
RECOMENDACIONES	544
BIBLIOGRAFIA.....	555
ANEXOS.....	566

RESUMEN

El presente estudio está enfocado a plantear alternativas de solución desde el punto de vista académico para la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, tramo del Km. 165+900 al Km. 166+200.

Para su desarrollo se tomó como base el estudio a nivel de perfil realizado para el mejoramiento de la carretera en mención. El estudio de perfil se realizó siguiendo el estándar de elaboración del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). El horizonte de evaluación del proyecto es de veinte (20) años, período para el cual se proyectó la demanda de tráfico, costos y beneficios, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

Para el estudio se recopiló información de la vía, la cual se encuentra con deficiente diseño geométrico para el tráfico actual, siendo su superficie de rodadura una trocha en mal estado de conservación, y en ciertos tramos se encuentra en condiciones críticas. Se realizó un análisis de causa efecto y con ello se determinó los fines fundamentales y los medios adecuados para concretarlos.

Dentro de las alternativas que se plantearon, se determinó que para mejorar la transitabilidad de la vía se requiere de un mejor diseño geométrico acorde con las necesidades o tránsito vehicular y con la normativa vigente. De las alternativas propuestas, el mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica resultó ser la de mayor rentabilidad y menor costo, por lo que se concluye que el proyecto es socialmente rentable.

Además se plantea la construcción de estructuras de protección y un adecuado sistema de drenaje que constan de alcantarilla tipo MCA, cunetas de sección triangular, sistema de subdrenajes. En el capítulo I se presenta el resumen del desarrollo del perfil.

El presente informe está enfocado al diseño de estructuras de drenaje de la carretera, para su elaboración se recopiló información de campo, meteorológico y cartográfica, para el trabajo en gabinete se tomó en consideración las normas vigentes como es el manual de diseño de carretera de bajo volumen de tránsito.

Se realizó un estudio hidrológico, aplicando los métodos estadísticos conocidos para determinar la precipitación y caudal de diseño para diversos periodos de retorno. En base a los resultados obtenidos se dimensionaron y diseñaron las estructuras de drenaje transversal y longitudinal. La alcantarilla se diseño para un periodo de retorno de 20 años, las cunetas para 10 años, asimismo, se propone un sistema de subdrenaje y la reconstrucción del canal de riego existente debido a las condiciones en deterioro que se encuentra.

Finalmente se elaboró el expediente técnico del proyecto, dicho expediente incluye memoria descriptiva del proyecto, especificaciones técnicas y metrados para las partidas propuestas para la construcción de las estructuras de drenaje.

Las especificaciones técnicas se elaboraron de acuerdo a las “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000”.

El informe incluye adicionalmente las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y una sección para los anexos de cada capítulo donde se detallan las memorias de cálculos y los planos de las diversas estructuras de drenaje propuestas.

LISTA DE CUADROS

Cuadro I-01	Ubicación del Proyecto	12
Cuadro I-02	Población Indirectamente Beneficiada	17
Cuadro I-03	Tráfico por Tipo de Vehículo	19
Cuadro I-04	Alternativas Propuestas	21
Cuadro I-05	Costo de Inversión Alternativa con Carpeta Asfáltica	22
Cuadro I-06	Costos Económicos Modulares de Inversión	23
Cuadro I-07	COV Económicos	23
Cuadro I-08	Costos de Inversión y Mantenimiento	24
Cuadro I-09	Beneficios Reducción del COV	25
Cuadro I-10	Evaluación Social por Tramo	26
Cuadro I-11	Evaluación Social Alternativa 1	27
Cuadro I-12	Evaluación Social Alternativa 2	28
Cuadro I-13	Evaluación Social Alternativa 3	29
Cuadro I-14	Análisis de Sensibilidad	30
Cuadro I-15	Matriz de Marco Lógico	32
Cuadro II-01	Ubicación Estación Pluviométrica	37
Cuadro II-02	Descripción Carta Nacional	37
Cuadro II-03	Serie histórica Precipitaciones Máximas en 24 horas	38
Cuadro II-04	Pruebas de Smirnov – Kolgomorov	40
Cuadro II-05	Precipitación Máxima Diversos Periodos de Retorno	41
Cuadro II-06	Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca	42
Cuadro II-07	Parámetros Rectángulo Equivalente de la Cuenca	43
Cuadro II-08	Tiempo de Concentración para la Cuenca	44
Cuadro II-09	Caudal Diseño para Periodo de Retorno de 20 años	45
Cuadro III-01	Resumen de Metrados por Partida	51

LISTA DE FIGURAS

Figura I-01	Esquema de la Carretera	10
Figura I-02	Área de Influencia Indirecta	17
Figura I-03	Área de Influencia Directa	18

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A	Área de la Cuenca
C	Coefficiente de Escorrentía
COV	Costo de Operación Vehicular
I	Intensidad de Precipitación
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IMD	Índice Medio Diario
Kc	Coefficiente de Compacidad
MCA	Marco de Concreto Armado
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MTC	Ministerio de Transportes Comunicaciones
P	Precipitación
Q	Caudal de Diseño
S	Pendiente de Cuenca
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
Tc	Tiempo de Concentración
TIR	Tasa Interna de Retorno
Tr	Tiempo de Retorno
VAN	Valor Actual Neto

INTRODUCCIÓN

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

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

Dentro del marco del Proyecto Perú, se encuentra el mejoramiento de la vía alterna Corredor Vial N° 13 que consta de los siguientes tramos; Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca. Actualmente esta vía se encuentra sujeta a un contrato de mantenimiento y transitabilidad vehicular pero sin mejora en la geometría de la vía; sin embargo, esta vía no se encuentra en condiciones de soportar el volumen de tráfico que significaría el convertirse en una alternativa viable de la Carretera Central la cual está permanentemente congestionada, y en algunas épocas del año sufre de interrupciones importantes debido a deslizamientos del talud.

Es por esta razón que se tiene la necesidad de mejorar prioritariamente esta vía como un factor indispensable para dinamizar la economía y mejorar las condiciones de seguridad del tránsito.

El tramo motivo de este estudio se desarrolla entre las progresivas Km. 165+900 al Km. 166+200 y responde al estudio de hidrología e hidráulica para el diseño de obras de drenaje como parte de una propuesta de mejoramiento del sistema de drenaje actual.

Con el propósito de explicar el tema ordenadamente se ha dividido el informe en tres capítulos. El primer capítulo se presenta un resumen del estudio de perfil,

donde se detallan las tres alternativas propuestas y se selecciona la alternativa de mayor rentabilidad mediante los indicadores económicos VAN, TIR y B/C.

En la primera parte del segundo capítulo se desarrollaron y sustentaron los estudios básicos de hidrología para determinar los caudales de diseño de las estructuras de drenaje superficial y subsuperficial. En la segunda parte de este capítulo se presentaron los análisis y cálculos hidráulicos para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje.

Finalmente el tercer capítulo consiste en el desarrollo del expediente técnico, objetivo de este informe. Se ha seguido los requerimientos mínimos de presentación de expediente técnico según el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001”. También se incluye en este capítulo memoria descriptiva, especificaciones técnicas y metrados.

CAPITULO I: RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL

1.1 Aspectos Generales

1.1.1 Nombre del Proyecto

“Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, Tramo: Lunahuaná - Chupaca”. La Figura N° I-01 ilustra el tramo total de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo.

FIGURA N° I-01: Esquema de la carretera



1.1.2 Unidad Formuladora y Ejecutora

Nombre : Universidad Nacional de Ingeniería

Responsable : Facultad de Ingeniería Civil

1.1.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios

- Participación de las autoridades de los centros poblados de la zona de influencia del proyecto.
- Participación de PROVIAS NACIONAL, se da por Resolución Directoral N°697-2003-MTC/20, mediante la cual asume el Programa Rehabilitación de la carretera.
- Participación de comerciantes y asociaciones (sector privado).

- d) Participación de los pobladores beneficiados de la zona comprendida desde la provincia de Cañete hasta la provincia de Chupaca.

1.1.4 Marco de Referencia

Antecedentes

La rehabilitación de la carretera en estudio se crea mediante el “Proyecto Perú”, un programa bajo responsabilidad de PROVIAS NACIONAL, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

La carretera Cañete-Yauyos-Huancayo se proyecta como una ruta alterna, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, disminuyendo el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo y permitiendo el transporte continuo de vehículos durante la temporada de máximas avenidas.

Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la ampliación y mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, para el tramo comprendido entre los poblados de Lunahuaná y Chupaca, de aproximadamente 230.78 Km de longitud. El proyecto comprende el ensanchamiento de la calzada a dos carriles, construcción de obras de drenaje, estabilización de taludes, señalización y demás obras que permitan una mejor transitabilidad en la vía.

Compatibilidad del Proyecto con el Plan de Desarrollo

Dentro del contexto regional, se impulsará el desarrollo de los productores agrícolas y mineros, permitiendo la salida de sus productos hacia Lima o Huancayo, disminuyendo los costos de operación vehicular y generando polos de desarrollo a lo largo de la carretera.

1.1.5 Ubicación del Proyecto

El proyecto en estudio, se encuentra ubicado entre las provincias de Cañete y Yauyos en el departamento de Lima, y Concepción y Chupaca en el

departamento de Junín, se inicia en la progresiva del Km 42+755 y finaliza en el Km 273+531, como se aprecia en Cuadro N°01. Tiene un ámbito de influencia que abarca diversos distritos y poblados como se observa en el Anexo N° I-01.

CUADRO N° I-01: Ubicación del proyecto

Ubicación Geográfica	
Departamento	Lima – Junín
Provincia	Cañete, Yauyos, Concepción, Chupaca
Región Geográfica	Costa y Sierra
Coordenadas Geográficas	
Inicio (Lunahuaná)	13°04'37" S – 76°23'16" O
Fin (Chupaca)	12°04'28" S – 75°12'39" O
Altitud	
Entre 523 y 4,800 msnm	

1.2 Identificación

1.2.1 Diagnóstico de la Situación Actual

Antecedentes y Motivos del Proyecto

Actualmente esta vía se encuentra sujeta a un contrato de mantenimiento y transitabilidad vehicular pero sin mejora en la geometría de la vía; sin embargo, esta vía no se encuentra en condiciones de soportar el volumen de tráfico que significaría el convertirse en una alternativa viable de la Carretera Central la cual está permanentemente congestionada, y en algunas épocas del año sufre de interrupciones importantes debido a deslizamientos del talud.

Es por esta razón que se tiene la necesidad de mejorar prioritariamente esta vía como un factor indispensable para dinamizar la economía y mejorar las condiciones de seguridad del tránsito.

Características de la Situación Negativa

Las condiciones actuales del sistema vial se limitan a caminos afirmados de tramos angostos y de regulares condiciones, en los cuales, al haberse mejorado la transitabilidad, los vehículos recorren la vía a mayor velocidad, pero por las deficientes condiciones geométricas la vía es propensa a accidentes.

La transitabilidad es difícil para camiones ligeros y casi imposible para vehículos mayores, por lo que no es capaz de atender la demanda actual ni la proyección de la demanda.

Esta situación se transmite a los usuarios, elevando los costos de transporte y encareciendo el costo de vida en la zona, pérdida de productos por llegada inoportuna a los mercados, etc.

Interés de la Comunidad

Las localidades dentro del área de influencia utilizarán esta vía como nexo para el intercambio de la producción que, por su naturaleza, es complementaria a la existencia de la vía.

Responsabilidad del Estado

Dentro de las funciones y competencias de los Gobiernos Locales, Regionales y del Estado, está la de fomentar la interconexión entre las localidades zonales, sectoriales y aledañas y dar oportunidades en igualdad de condiciones a todo el país, integrándolas a una economía compartida.

Zonas y Poblaciones Beneficiadas

Las zonas y las poblaciones beneficiadas por el proyecto en los departamentos de Lima y Junín se detallan en el Anexo N° I-02.

1.2.2 Descripción del Problema y sus Causas

Problema Central

La actual vía se encuentra con deficiente diseño geométrico para el tráfico actual, siendo su superficie de rodadura una trocha en mal estado de conservación, y en ciertos tramos se encuentra en condiciones críticas.

El deficiente diseño geométrico (ancho de la vía, radios de giro, distancia de visibilidad, etc.) ocasiona en el usuario una percepción de peligro e incomodidad que conlleva a mayores tiempos de transporte, elevados costos de operación vehicular, falta de comunicación, entre otros.

El estado de la vía ocasiona en el poblador rural, en su condición de agricultor, dificultades para el traslado de sus productos prolongando el tiempo de viaje y

elevando el costo de transporte, colocando al agricultor en desventaja, ya que los precios de sus productos no compensan el incremento de los costos operativos, ocasionando un bajo nivel de vida de los pobladores.

Análisis de las Causas y Efectos

Las causas principales que han identificado el problema son:

- a) Causas directas
 - Vía en malas condiciones de transitabilidad con deficiente diseño geométrico.
- b) Causas indirectas
 - Insuficiente sección vial para el tráfico actual.
 - Carencia de obras de infraestructura vial.
 - Carencia de políticas de apoyo y fortalecimiento institucional.
 - Drenaje deficiente.

Se han identificado los siguientes efectos:

- a) Efectos Directos
 - Aumento de los costos de operación vehicular.
 - Peligro de accidentes de tránsito.
- b) Efectos Indirectos
 - Flujo vehicular restringido.
 - Acceso inoportuno de los productos a los mercados locales.
 - Reducción y pérdida de la producción.
 - Aumento en los tiempos de viaje.

1.2.3 Árbol de Causas y Efectos

En el Anexo N° I-03 se detalla el árbol de causas y efectos.

1.2.4 Objetivos del Proyecto

El objetivo del proyecto es alcanzar un nivel adecuado de transitabilidad para esta vía, a través del mejoramiento de la superficie de rodadura.

Problema Central

Deficiente diseño geométrico y perjuicio en el acceso a la producción agrícola y minera entre los mercados locales y regionales



Objetivo Central

Mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular

Los medios de primer nivel son:

- Vía en buena condición de transitabilidad con adecuado diseño geométrico.

Los medios fundamentales del proyecto son:

- Adecuada sección vial para el tráfico actual y proyectado.
- Ejecución de obras de infraestructura vial adecuadas.
- Fortalecimiento institucional.
- Obras de drenaje adecuadas.

Los fines inmediatos a la solución del problema central son:

- Disminución de los costos de operación vehicular.
- Disminución de accidentes de tránsito.

Los fines complementarios son:

- Flujo vehicular sin restricciones.
- Acceso oportuno a los mercados locales.
- Aumento de la producción en las zonas de influencia.
- Disminución de los tiempos de viaje.

Todos estos fines contribuyen a una meta final expresada como mejora del nivel de vida e incremento socioeconómico entre las poblaciones dentro del área de influencia.

1.2.5 Árbol de Medios y Fines

En el Anexo N° I-04 se detalla el árbol de medios y fines.

1.2.6 Alternativas de Solución

Planteamiento de Acciones

De acuerdo al análisis efectuado, se han planteado acciones relacionados con cada uno de los medios fundamentales, así se tienen:

- a) Existencia de obras de mantenimiento de la infraestructura vial:
 - Programa de mantenimiento vial durante el horizonte del proyecto (20 años).
- b) Obras de infraestructura vial:
 - Ampliación y mejoramiento de la carretera, a nivel de afirmado.
 - Ampliación y mejoramiento de la carretera, a nivel de tratamiento superficial bicapa.
 - Ampliación y mejoramiento de la carretera, a nivel de carpeta asfáltica.
- c) Fortalecimiento institucional:
 - Capacitación a las autoridades en aspectos de preservación ecológica, medio ambiental y mantenimiento y conservación de vías.
 - Acciones de mitigación ambiental.

Planteamiento de Alternativas

Luego del análisis de las acciones planteadas, se establece que la solución está en el desarrollo de un proyecto basado fundamentalmente en la accesibilidad a los centros de producción, así como también garantizar la transitabilidad permanente de los vehículos de transporte de carga y pasajeros de modo que esta vía se convierta efectivamente en una vía alterna de la Carretera Central. Para ello se plantea, las siguientes alternativas:

- a) Ampliación y mejoramiento a nivel de afirmado.
- b) Ampliación y mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa (TSB).
- c) Ampliación y Mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica.

1.3 Formulación

1.3.1 Horizonte del Proyecto

Se considera un horizonte de evaluación del proyecto de veinte (20) años, período para el cual se proyectará la demanda de tráfico, costos y beneficios, con el fin de determinar los indicadores de rentabilidad.

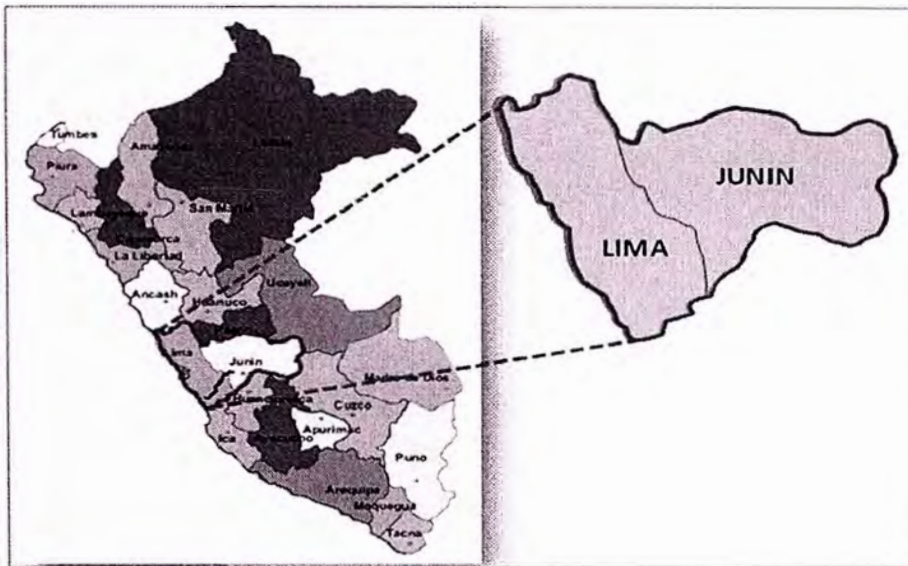
1.3.2 Área de Influencia

Para definir el área de influencia del proyecto, se ha tomado el criterio de accesibilidad vial, identificando especialmente los centros poblados que delimitan a cada lado de la vía aproximadamente en 5 Km.

Área de Influencia Indirecta

Se define a nivel departamental. La Figura N° I-02 y el Cuadro N° I-02 muestran el área de influencia indirecta y la población beneficiada con el proyecto respectivamente.

FIGURA N° I-02: Área de influencia indirecta



CUADRO N° I-02: Población indirectamente beneficiada

Departamento	Población 2007
Lima	8'445,211
Junín	1'225,474
Total	9'670,685

Fuente: XI Censo Nacional de Población – INEI, 2007

Área de Influencia Directa

Se define hasta el nivel distrital. La Figura N° I-03 y el Anexo N° I-02 listan las cinco (05) provincias y los treinta y dos (32) distritos ubicados dentro del área de influencia directa.

FIGURA N° I-03: Área de influencia directa



1.3.3 Análisis de la Demanda

Este análisis comprende la demanda de transporte que atenderá el proyecto, que servirá de base para estimar los beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y beneficios por ahorro en tiempo; así como beneficios por presencia del tráfico generado durante el primer año de apertura y por tráfico desviado.

Demanda Actual

Los resultados del estudio del tráfico actual se reflejan en términos del Índice Medio Diario (IMD) los cuales se han identificado por el nivel de tráfico existente en la vía. Se debe tener en cuenta que los datos son solo representativos de los días en los que fueron realizados, además están influenciados por la construcción de la Central Hidroeléctrica el Platanal. Cabe señalar que durante el año, el tráfico de una carretera varía constantemente dependiendo del ciclo de actividades y de producción de la zona de influencia del proyecto.

El Cuadro N° I-03 presenta el resumen del conteo del tráfico para las diferentes estaciones de conteo.

CUADRO N° I-03: Tráfico por tipo de vehículo

Tipo Vehículo	Lunahuaná		Pacarán		Zúñiga		Dv. Yauyos		Ronchas	
	Veh	%	Veh	%	Veh	%	Veh	%	Veh	%
Automóvil	79	19	127	30	3	6	186	54	310	68
Cmta. Pick Up	131	31	96	23	18	34	31	9	26	6
Cmta. Rural	120	29	105	25	4	8	37	11	33	7
Micro	12	3	17	4	0	0	5	1	5	1
Ómnibus ≥ 2 ejes	10	2	8	2	8	15	8	2	9	2
Camión ≥ 2 ejes	49	12	46	11	20	38	44	13	41	9
Semitrayler	16	4	19	5	0	0	36	10	30	7
TOTAL	417	100	418	100	53	100	347	100	454	100

Fuente: Conteo realizado por Consorcio Gestión de Carreteras CGC. Abril, 2008 (se adjunta en el Anexo N° I-05 los cuadros de conteo de las 5 estaciones analizadas).

Proyección de Tráfico Normal

La tasa de crecimiento asumida para la proyección del tráfico (periodo 2009-2029), se ha diferenciado para vehículos livianos respecto de los vehículos de transporte de pasajeros, transporte pesados o de carga. Para el caso de la proyección del tráfico normal se ha considerado una tasa de crecimiento poblacional promedio de 1.15% anual para vehículos de pasajeros, estimada de las proyecciones de la tasa de crecimiento poblacional en el área de influencia del proyecto, y para el crecimiento del transporte público y transporte pesado se ha considerado una tasa de crecimiento proporcional al PBI estimado en 4.28% (Fuente: Estudio MEF 2003-2020, PBI escenario optimista).

El tráfico proyectado para el horizonte de análisis se obtuvo aplicando las tasas correspondientes al IMD anual por tipo de vehículo del año base (2009). En el Anexo N° I-06 se resumen los índices de crecimiento del tráfico para el horizonte del proyecto tomados en cuenta en el estudio. El Anexo N° I-07 resume los valores del tráfico normal durante todo el horizonte del proyecto (20 años).

Proyección del Tráfico Generado

Se estima que el tráfico generado para el primer de año de operación de la carretera será un volumen igual a 20% del tráfico normal (Fuente: SNIP). En el Anexo N° I-08 se muestra el crecimiento del tráfico generado.

Proyección del Tráfico Desviado

Como consecuencia del proyecto, existirá también un tráfico desviado debido a la mejora en el tiempo de viaje de los usuarios. Si bien es cierto que la distancia de recorrido entre las ciudades de Lima y Huancayo es menor por la Carretera Central, el usuario, al usar la vía Cañete-Yauyos-Huancayo, se verá beneficiado por una menor congestión vehicular a lo largo del año y un menor peligro de interrupciones de tránsito durante la época de máximas avenidas.

Según el Plan Intermodal de Transportes para el periodo 2004-2023, la demanda promedio (en todo el tramo) de vehículos que circula por la Carretera Central es de 2,112 vehículos/día (ver Anexo N° I-09).

Se estima que el 5% del total de vehículos (106 vehículos) que utilizan la Carretera Central se desviará por la vía Cañete-Yauyos-Huancayo una vez puesta en operación debido a las mejoras planteadas en el proyecto. El Anexo N° I-10 muestra el crecimiento del tráfico desviado.

1.3.4 Análisis de la Oferta

La carretera tiene una topografía bastante sinuosa transformándose en agreste a medida que se interna en la Cordillera de los Andes; volviéndose a ampliar, ya en la cima. El ancho de la actual plataforma vial varía entre 3 m y 6 m.

La vía se desarrolla en gran parte, a media ladera, desde Zúñiga (Km.58+405) hasta las inmediaciones de Chaquicocha (Km 239+600); encontrándose rodeada por áreas de cultivo entre los Km. 57+450 – Km. 66+600, Km. 157+500 – Km. 158+500, Km. 241+000 – Km. 243+000 y Km. 246+000 – Km 247+000, lo que ocasiona que, en varias oportunidades, las aguas de regadío inunden la plataforma con el consiguiente perjuicio para la vía. Así también, el agua de regadío que filtra por debajo de la subrasante asciende por capilaridad y debilita la plataforma vial.

La carencia de mantenimiento periódico y rutinario tiene como consecuencia el origen de baches, ahuellamientos, grietas, erosión y pérdida de finos en la superficie de rodadura; mientras que la deficiencia de los sistemas de drenaje y la sección vial inadecuada, no permiten la evacuación inmediata del agua (proveniente de las lluvias y de regadío); por el contrario, se acumulan en los baches existentes en la plataforma produciendo y agravando las fallas antes señaladas y perdiendo la serviciabilidad deseada.

1.3.5 Balance Oferta - Demanda

Frente a la demanda descrita y la oferta vial existente, se plantea mejorar la carretera en base a las características principales de proyecto. El Cuadro N° I-04 detalla las características de la vía planteada en cada una de las alternativas.

CUADRO N° I-04: Alternativas propuestas

Descripción	Estado actual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1. Características de la Vía				
Longitud (Km)	230.78	230.78	230.78	230.78
Tipo de superficie	Afirmado	Afirmado	TSB	CA
Velocidad de diseño	30 Km/h	40 Km/h	60 Km/h	60 Km/h
Radio mínimo (m)	-----	45	105	105
Ancho de calzada (m)	3 - 6 m	6.6	6.6	6.6
Estado de conservación	Regular	-----	-----	-----
Tipo de daño	Erosión lateral	-----	-----	-----
Pendiente (%)	10%	8% máx.	8% máx.	8% máx.
Bombeo (%)	-----	2.50%	2.50%	2.50%
Muros de sostenimiento	-----	Si	Si	Si
2. Drenaje				
Alcantarillas MCA	Si*	Si	Si	Si
Alcantarillas TMC	Si**	Si	Si	Si
Estado de conservación	Regular - Malo	-----	-----	-----
Cunetas revestidas	-----	Si	Si	Si
Subdrenaje	-----	Si	Si	Si
Zanjas de drenaje	-----	Si	Si	Si
Puentes y Pontones	Si***	Si	Si	Si
3. Impacto Ambiental				
Zona de botaderos	-----	Si	Si	Si

(*) En el tramo existen 208

(**) En el tramo existen 53

(***) Existen 24 dentro del tramo de los cuales 17 presentan problemas estructurales

1.3.6 Costos Estimados

El costo de inversión para la Alternativa N°3 (carpeta asfáltica) ha sido estimado con información histórica de montos contractuales de carreteras similares a las del proyecto en estudio de los últimos dos años, con los cuales se obtuvo un costo de inversión en dólares por kilómetro (tipo de cambio referencial 3.10 nuevos soles por US\$). El Cuadro N° I-05 muestra el resultado de dicha estimación.

CUADRO N° I-05: Costo de inversión alternativa con carpeta asfáltica

Item	Proyecto	Año	Long. (Km)	Monto (S/.)	Costo/Km (US\$/Km)
1	Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Dv. Tocache - Tocache, Tramo Dv. Tocache - Pte. Pucayacu	2009	61.17	101,246,163	533,887.80
2	Carretera Empalme 1B - Buenos Aires-Canchaque	2009	76.93	125,391,741	525,789.01
3	Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Patahuasi - Yauri - Sicuani, Tramo San Genaro - El Descanso	2008	31.76	47,839,313	485,834.17
4	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Quinoa - San Francisco	2008	146.26	272,197,735	600,323.53
5	Obra Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Casma - Yautan - Huaraz, Tramo: Yupash - Huaraz, Sub Tramo 1: Yupash (Km. 95+400) - Km. 120+000 y Sub Tramo 2: Km. 140+000 - Huaraz (Km. 145+960).	2008	31.00	64,450,460	670,660.36
6	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Chongoyape - Cochabamba - Cajamarca	2007	308.00	589,731,791	617,649.55
7	Obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Trujillo - Shiran - Huamachuco, Tramo: Alto Chicama (Callacuyan) - Huamachuco	2007	37.04	67,976,923	592,009.71

PROMEDIO SIN IGV		575,164.88
IGV	19.00%	109,281.33
SUBTOTAL		684,446.20

Estudio definitivo	2.00%	13,688.92
Supervisión	7.00%	47,911.23
TOTAL INVERSIÓN		746,046.36

Los costos de inversión de la con afirmado y con TSB se estimaron en un 75% y 85% del costo de inversión de la Alternativa N°3 respectivamente, costos de inversión son consideraciones usuales en la elaboración de estudios a nivel de perfil en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los costos de mantenimiento rutinario de la vía se han considerado invariables con el incremento del tráfico, teniendo en cuenta el nivel de análisis en que se encuentra el estudio y los niveles de tráfico de los tramos de este proyecto. La estimación de estos costos son consideraciones usuales de estudios a nivel de perfil y de factibilidad en el MTC. El Cuadro N° I-06 resume los costos de inversión y mantenimiento por alternativa de solución.

CUADRO N° I-06: Costos económicos modulares de Inversión y mantenimiento de las alternativas

Alternativa de Proyecto	Long. (km)	Costo de Inversión (US\$/km)	Costo de Mantenimiento (US\$/km)
Situación sin proyecto	230.78	-----	15,000
Nivel de afirmado	230.78	559,535	11,000
Tratamiento Superficial Bicapa	230.78	634,139	8,000
Carpeta Asfáltica	230.78	746,046	5,000

Los costos de operación vehiculares (COV) se han basado en los costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC basados en el programa HDM. El Cuadro N° I-07 indica los Costos Operativos Vehiculares de los usuarios para las diferentes alternativas y para la situación sin proyecto.

CUADRO N° I-07: COV Económicos de las Alternativas del Proyecto

Alternativa de Proyecto	Long. (km)	Costos Operativos Vehiculares COV (US\$/Veh/día)						
		Automóvil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Micro	Ómnibus ≥ 2 ejes	Camión ≥ 2 ejes	Semitrayler
Situación sin proyecto	230.78	0.53	0.70	0.70	1.09	1.48	2.95	3.29
Nivel de afirmado	230.78	0.32	0.53	0.53	0.71	1.12	1.99	2.41
Tratamiento Superficial Bicapa	230.78	0.27	0.50	0.50	0.63	1.06	1.77	2.21
Carpeta Asfáltica	230.78	0.26	0.48	0.48	0.58	1.01	1.60	2.05

Para el cálculo de los precios sociales se aplica una corrección a precios de mercado, tomando los factores de conversión de 0.80 para la inversión y 0.75 para los costos de mantenimiento. El Cuadro N° I-08 resume los costos de inversión y mantenimiento a lo largo del horizonte de 20 años planteado.

CUADRO N° I-08: Costos de Inversión y Mantenimiento según Alternativas
(En Miles US\$)

Año	Sin Proyecto		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Inv.	Manten.	Inv.	Manten.	Inv.	Manten.	Inv.	Manten.
2009	-----		103,302		117,075		137,736	
2010		2,596		1,904		1,385		865
2011		2,596		1,904		1,385		865
2012		2,596		1,904		1,385		865
2013		2,596		1,904		1,385		865
2014		2,596		1,904		1,385		865
2015		2,596		1,904		1,385		865
2016		2,596		1,904		1,385		865
2017		2,596		1,904		1,385		865
2018		2,596		1,904		1,385		865
2019		2,596		1,904		1,385		865
2020		2,596		1,904		1,385		865
2021		2,596		1,904		1,385		865
2022		2,596		1,904		1,385		865
2023		2,596		1,904		1,385		865
2024		2,596		1,904		1,385		865
2025		2,596		1,904		1,385		865
2026		2,596		1,904		1,385		865
2027		2,596		1,904		1,385		865
2028		2,596		1,904		1,385		865
2029		2,596		1,904		1,385		865

1.3.7 Beneficios

Los beneficios del proyecto se estiman directamente por los ahorros en los costos de operación vehicular, ahorros en los costos de mantenimiento y ahorro por tráfico desviado en el horizonte del análisis del proyecto (20 años). Adicionalmente se toma en cuenta un 20% de la inversión inicial como concepto de valor de rescate de la vía en el último año de análisis, lo cual se traduce como los beneficios futuros que conserva la vía.

Beneficios en la Situación sin Proyecto

En la situación sin Proyecto no existe beneficio alguno para los usuarios de la vía en estudio.

Beneficios en la Situación con Proyecto

La construcción de la carretera generará los siguientes beneficios a la población involucrada:

- Reducirá los tiempos y costos operativos del transporte.
- Mejorará la calidad de vida de la población en área de influencia.
- Permitirá el acceso a mejoras tecnológicas e insumos para mejorar la productividad de los sembríos.
- Mejorar la red vial de los departamentos de Lima y Junín.

El Cuadro N° I-09 resume los beneficios en la situación con proyecto.

CUADRO N° I-09: Beneficios reducción del COV, ahorro por Mantenimiento y ahorro por tráfico desviado (En Miles US\$)

Año	Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3		
	Mant.	COV	T.Des	Mant.	COV	T.Des	Mant.	COV	T.Des
2009									
2010	692	9,255	-815	1,212	11,361	932	1,731	12,578	2,098
2011	692	9,534	-840	1,212	11,704	969	1,731	12,964	2,181
2012	692	9,822	-866	1,212	12,059	1,008	1,731	13,365	2,267
2013	692	10,122	-893	1,212	12,428	1,049	1,731	13,781	2,356
2014	692	10,433	-921	1,212	12,811	1,091	1,731	14,214	2,450
2015	692	10,756	-950	1,212	13,208	1,136	1,731	14,663	2,547
2016	692	11,092	-981	1,212	13,621	1,182	1,731	15,129	2,649
2017	692	11,440	-1,012	1,212	14,050	1,230	1,731	15,614	2,754
2018	692	11,802	-1,045	1,212	14,495	1,280	1,731	16,117	2,864
2019	692	12,178	-1,079	1,212	14,958	1,332	1,731	16,640	2,979
2020	692	12,568	-1,114	1,212	15,439	1,387	1,731	17,183	3,099
2021	692	12,974	-1,151	1,212	15,938	1,444	1,731	17,748	3,223
2022	692	13,395	-1,189	1,212	16,457	1,503	1,731	18,335	3,353
2023	692	13,833	-1,228	1,212	16,996	1,564	1,731	18,945	3,488
2024	692	14,288	-1,269	1,212	17,557	1,629	1,731	19,580	3,629
2025	692	14,761	-1,312	1,212	18,139	1,696	1,731	20,239	3,776
2026	692	15,253	-1,356	1,212	18,744	1,765	1,731	20,924	3,930
2027	692	15,764	-1,403	1,212	19,374	1,838	1,731	21,637	4,089
2028	692	16,296	-1,451	1,212	20,028	1,914	1,731	22,379	4,255
2029	692	16,848	-1,501	1,212	20,709	1,993	1,731	23,149	4,429

1.4 Evaluación

1.4.1 Evaluación Social

Debido a que los beneficios han podido ser cuantificados monetariamente, se ha establecido la Metodología Beneficio/Costo para la evaluación social del proyecto.

El Cuadro N° I-10 resume el resultado de la evaluación social por tramo analizado. El análisis por tramo no incluye el beneficio obtenido por tráfico desviado de la Carretera Central aunque sí lo incluye el total.

CUADRO N° I-10: Evaluación social por tramo

Tramo	Indicador	1ª Alternativa (Afirmado)	2ª Alternativa (TSB)	3ª Alternativa (Carpeta asf.)	Propuesta de Inv.
Tramo 1	VAN (US\$)	1,016,197	1,825,540	1,829,605	Carpeta asfáltica
	TIR (%)	13.47%	14.86%	14.30%	
Tramo 2	VAN (US\$)	351,475	618,492	615,462	TSB
	TIR (%)	13.71%	15.15%	14.53%	
Tramo 3	VAN (US\$)	-21,288,491	-22,407,571	-26,043,480	N/A
	TIR (%)	0.27%	1.20%	1.31%	
Tramo 4	VAN (US\$)	12,735,829	22,647,547	22,680,070	Carpeta asfáltica
	TIR (%)	13.83%	15.38%	14.75%	
Tramo 5	VAN (US\$)	2,486,221	3,974,331	3,937,842	TSB
	TIR (%)	15.27%	16.95%	16.04%	
TOTAL	VAN (US\$)	-12,708,147	16,393,257	24,817,999	Carpeta asfáltica
	TIR (%)	9.34%	12.81%	13.31%	

Los Cuadros N° I-11, N° I-12 y N° I-13 muestran los resultados de la evaluación social obtenidos para las tres alternativas propuestas con una Tasa Social de Descuento de 11%.

CUADRO N° I-11: Evaluación social de la Alternativa N°01
(En Miles US\$)

Año	Costo de inversión	Beneficio por reducción de mantenimiento	Beneficio por reducción de COV	Beneficio por tráfico desviado	Flujo neto del proyecto
2009	-103,302				-103,302
2010		692	9,255	-815	9,132
2011		692	9,534	-840	9,386
2012		692	9,822	-866	9,648
2013		692	10,122	-893	9,921
2014		692	10,433	-921	10,204
2015		692	10,756	-950	10,498
2016		692	11,092	-981	10,803
2017		692	11,440	-1,012	11,120
2018		692	11,802	-1,045	11,449
2019		692	12,178	-1,079	11,791
2020		692	12,568	-1,114	12,146
2021		692	12,974	-1,151	12,515
2022		692	13,395	-1,189	12,898
2023		692	13,833	-1,228	13,297
2024		692	14,288	-1,269	13,711
2025		692	14,761	-1,312	14,141
2026		692	15,253	-1,356	14,589
2027		692	15,764	-1,403	15,053
2028		692	16,296	-1,451	15,537
2029	20,660	692	16,848	-1,501	36,699

VAN	-12,708
TIR	9.34%
B/C	0.88

CUADRO N° I-12: Evaluación social de la Alternativa N°02
(En Miles US\$)

Año	Costo de inversión	Beneficio por reducción de mantenimiento	Beneficio por reducción de COV	Beneficio por tráfico desviado	Flujo neto del proyecto
2009	-117,075				-117,075
2010		1,212	11,361	932	13,505
2011		1,212	11,704	969	13,885
2012		1,212	12,059	1,008	14,279
2013		1,212	12,428	1,049	14,689
2014		1,212	12,811	1,091	15,114
2015		1,212	13,208	1,136	15,556
2016		1,212	13,621	1,182	16,015
2017		1,212	14,050	1,230	16,492
2018		1,212	14,495	1,280	16,987
2019		1,212	14,958	1,332	17,502
2020		1,212	15,439	1,387	18,038
2021		1,212	15,938	1,444	18,594
2022		1,212	16,457	1,503	19,172
2023		1,212	16,996	1,564	19,772
2024		1,212	17,557	1,629	20,398
2025		1,212	18,139	1,696	21,047
2026		1,212	18,744	1,765	21,721
2027		1,212	19,374	1,838	22,424
2028		1,212	20,028	1,914	23,154
2029	23,415	1,212	20,709	1,993	47,329

VAN	16,393
TIR	12.81%
B/C	1.14

CUADRO N° I-13: Evaluación social de la Alternativa N°03
(En Miles US\$)

Año	Costo de inversión	Beneficio por reducción de mantenimiento	Beneficio por reducción de COV	Beneficio por tráfico desviado	Flujo neto del proyecto
2009	-137,736				-137,736
2010		1,731	12,578	2,098	16,407
2011		1,731	12,964	2,181	16,876
2012		1,731	13,365	2,267	17,363
2013		1,731	13,781	2,356	17,868
2014		1,731	14,214	2,450	18,395
2015		1,731	14,663	2,547	18,941
2016		1,731	15,129	2,649	19,509
2017		1,731	15,614	2,754	20,099
2018		1,731	16,117	2,864	20,712
2019		1,731	16,640	2,979	21,350
2020		1,731	17,183	3,099	22,013
2021		1,731	17,748	3,223	22,702
2022		1,731	18,335	3,353	23,419
2023		1,731	18,945	3,488	24,164
2024		1,731	19,580	3,629	24,940
2025		1,731	20,239	3,776	25,746
2026		1,731	20,924	3,930	26,585
2027		1,731	21,637	4,089	27,457
2028		1,731	22,379	4,255	28,365
2029	27,547	1,731	23,149	4,429	56,856

VAN	24,818
TIR	13.31%
B/C	1.18

1.4.2 Análisis de Sensibilidad

El objetivo de este análisis de sensibilidad es evaluar la rentabilidad del proyecto en condiciones adversas y favorables tales como un mayor o menor costo de inversión y mantenimiento, un estimado erróneo del tráfico generado, un crecimiento del tráfico diferente, etc.

Para ello se han ensayado 9 escenarios distintos de variación de costos y/o beneficios para cada alternativa planteada. Todos los escenarios han sido evaluados con la tasa social de descuento fijada en 11%.

Las variables del análisis son los costos de inversión y los beneficios totales (COV, mantenimiento y tráfico desviado). El Cuadro N° I-14 resume los valores obtenidos en los escenarios supuestos.

CUADRO N° I-14: Análisis de sensibilidad

Alternativa	% Variación Inversión	% Variación Beneficios	VAN (x10 ³ US\$)	TIR (%)	Beneficio / Costo
Alternativa N°01	30%	0%	-42,930	6.48%	0.68
	30%	-20%	-60,536	4.38%	0.55
	0%	-20%	-30,314	6.88%	0.71
	10%	0%	-22,782	8.24%	0.80
	10%	-10%	-31,585	7.11%	0.72
	0%	-10%	-21,511	8.13%	0.79
	-15%	0%	2,403	11.36%	1.03
	-15%	15%	15,607	13.29%	1.18
	0%	15%	497	11.06%	1.00
Alternativa N°02	30%	0%	-17,858	9.42%	0.88
	30%	-20%	-60,536	4.38%	0.55
	0%	-20%	-9,720	9.89%	0.92
	10%	0%	4,976	11.51%	1.04
	10%	-10%	-8,080	10.16%	0.94
	0%	-10%	3,337	11.37%	1.03
	-15%	0%	33,519	15.23%	1.34
	-15%	15%	53,104	17.56%	1.53
	0%	15%	35,978	14.88%	1.31
Alternativa N°03	30%	0%	-15,478	9.84%	0.91
	30%	-20%	-60,536	4.38%	0.55
	0%	-20%	-7,009	10.32%	0.95
	10%	0%	11,386	11.98%	1.08
	10%	-10%	-4,528	10.60%	0.97
	0%	-10%	8,904	11.84%	1.06
	-15%	0%	44,966	15.79%	1.38
	-15%	15%	68,836	18.18%	1.59
	0%	15%	48,689	15.43%	1.35

1.4.3 Análisis de Sostenibilidad

El Gobierno Central a través de su programa de desarrollo vial “Proyecto Perú”, considera dentro de su programa de inversión el costo del mejoramiento de esta carretera, además de contemplar los costos de mantenimiento y operación durante la vida útil del proyecto.

En el análisis de sostenibilidad se han tomado en cuenta las siguientes variables:

Disponibilidad de Financiamiento

Financiamiento tanto para la etapa de inversión como para la operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto a cargo de Provias Nacional del MTC.

Factores externos que podrían poner en riesgo la inversión y la operación del proyecto

Ejecución de la obra se realice en época de lluvias, lo que dilataría el tiempo de ejecución de la obra. En cuanto a la operación del proyecto, el riesgo se daría en caso que por alguna circunstancia no se disponga de los recursos necesarios para realizar el mantenimiento del proyecto en forma oportuna, así como por una inadecuada programación presupuestal.

Aspectos o elementos críticos del proyecto para su adecuada ejecución y operación

- Supervisión adecuada de la ejecución de la obra.
- Disponibilidad de recursos financieros para el mantenimiento de la vía.
- Adecuada programación de mantenimiento vial.
- Personal capacitado para mantenimiento vial.

Recomendaciones o mecanismos principales y complementarios para asegurar la sostenibilidad del proyecto

- Disponibilidad de recursos financieros para el mantenimiento vial.
- Personal capacitado para efectuar dicho mantenimiento.
- Adecuada programación de mantenimiento vial.

1.4.4 Selección de Alternativa

Los resultados obtenidos en la evaluación económica efectuada indican que la Alternativa N° 3 es la **más rentable** socialmente, demostrado esto en los valores de VAN de US\$ 24'817,999.20, un TIR de 13.31% y una relación B/C de 1.18.

Si bien es cierto, el análisis por tramos planteada en el estudio no refleja al 100% la rentabilidad de la Alternativa N°03 (ver Cuadro N° I-10), se considera que esta

es la más adecuada tomando en cuenta la importancia proyectada de la vía, la cual soportará un volumen de vehículos ligeros y pesados considerable de la Carretera Central.

1.4.5 Matriz de Marco Lógico para la Alternativa Seleccionada

Con todo el análisis realizado tanto del problema como de las soluciones alternativas, es posible determinar el marco lógico del proyecto, el cual se presenta a continuación en el Cuadro N° I-15

CUADRO N° I-15: Matriz de Marco Lógico del Proyecto

	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Elevar el nivel de vida de la población: Cañete - Lunahuana - Pacaran - Zuñiga - Yauyos - Chupaca	Ingreso Per-cápita, Reducción de costos de tarifas/fletes, Disminución de las necesidades básicas insatisfechas	Censos nacionales, Encuestas a hogares, PBI, Estudio de velocidades, Reportes de emergencias	El gobierno central apoya la ejecución de proyectos
Propósito	Adecuadas condiciones de transitabilidad de la carretera	Empresa de trasportes de carga y pasajeros, Ahorro COV, Verificación IRI	Conteo de tráfico, Estudio de tiempos de viajes, Encuesta de pasajeros y usuarios	Se continua con las actividades de ampliación y mejoramiento de la carretera: Cañete - Lunahuana - Pacaran - Zuñiga - Yauyos -Chupaca
Componentes	Mejoramiento de la carretera, Mantenimiento rutinario y periódico	230.78 Km. de vía mejorada, 230.78 Km. De vía mantenida por año	Inventario vial, Informes de obra, Valorizaciones de obra, Costo de mantenimiento por kilometro	Financiamiento apropiado y oportuno del gobierno central, Gestión de mantenimiento
Acciones	Elaboración del perfil, Elaboración de estudio definitivo, Ejecución de obra, Ejecución de mantenimiento, Mitigación de impacto ambiental	01 Perfil, 01 Expediente técnico, Horizonte de proyecto 10 años	Cuaderno de obra, Informe de supervisión, Monitoreo de la unidad ejecutora, Liquidación de obra	Financiamiento del gobierno central, disponibilidad de contratistas y consultores con experiencia necesaria, Participación de la población, No se producirá desastre natural que dañe la vía a construir

CAPITULO II: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

2.1 Generalidades

El propósito del estudio de Hidrología e Hidráulica de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, tramo Km. 165+900 al km. 166+200, es la determinación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos que permitan el dimensionamiento de las estructuras de drenaje.

Para ello se ha efectuado los estudios de campo sobre el eje de la vía proyectada; con la finalidad de obtener información actualizada de las quebradas que cruzan la carretera en dicho tramo.

2.2 Objetivo

El objetivo principal del presente estudio es:

- Evaluar las características hidrológicas de las quebradas y laderas que interceptan la vía en el tramo Km. 165+900 al Km. 166+200, analizando las cuencas cuyos afluentes interceptan y drenan paralelo a la vía y determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos que permitan el dimensionamiento de las estructuras de drenaje. En el anexo, en el plano de cuencas hidrológicas CH-01 se localiza el trazo del tramo en estudio.

Los objetivos específicos principales son:

- Proponer diversas obras de drenaje que requieran ser proyectadas de acuerdo a las exigencias hidrológicas y/o hidrodinámicas del área del proyecto vial.
- Elaboración del expediente técnico que incluye especificaciones técnicas y plano de ingeniería.

2.3 Fundamento Teórico

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.

Morfología de la Cuenca

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

Longitud de Cauce Principal

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

Tiempo de Concentración

Es el tiempo para el cual toda la cuenca comienza a contribuir. 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.

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

Un evento de lluvias 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.

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.

Frecuencia de 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.

Escorrentía

Se refiere a todo el agua fluyente 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 se expresa en volúmenes o tasa de flujo. La escorrentía tiene tres componentes; el flujo superficial, el interflujo y el flujo de aguas subterráneas.

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.

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.

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.

2.4 Hidrología

2.4.1 Información y Estudio de Campo

Estudio de Campo

La carretera tiene una topografía bastante sinuosa, se desarrolla en gran parte a media ladera. La vía es afirmada con ancho promedio de 4.50 m, en algunos tramos se nota que el agua de las precipitaciones ha lavado la capa de rodadura, dejando al descubierto los sólidos de mayor diámetro.

La carencia de mantenimiento periódico y rutinario tiene como consecuencia baches, ahuellamientos, erosión y pérdida de finos; mientras que la deficiencia de los sistemas de drenaje y la sección vial inadecuada no permiten la evacuación inmediata de las aguas de las lluvias y de regadío; por el contrario, se acumulan en los baches existentes en la plataforma produciendo y agravando las fallas antes señaladas.

El proyecto requiere del diseño de un sistema de drenaje, cuyo funcionamiento sea integral y eficiente, considerando las obras requeridas para el tramo, como cunetas, alcantarillas, drenes, bordillos. Dicho sistema de drenaje será determinado de manera que se proteja adecuadamente la plataforma de la estructura del pavimento a emplazar y cumpla con la vida útil proyectada para la obra.

Información Meteorológica

El Estudio Hidrológico desarrollado tiene como objetivo evaluar y determinar el comportamiento, en condiciones extremas del aporte del pluviómetro y su traducción a escorrentía superficial en las áreas de drenaje de los cauces de quebradas que cruzan la carretera Lunahuana – Huancayo, margen izquierdo, en el tramo del Km. 165+900 al Km. 166+200.

A partir de las lluvias medidas en los pluviómetros se determinara la precipitación media sobre el área en estudio, para ello se calculara la lamina o altura de agua que cae en promedio en una región utilizando dos de los métodos disponibles; el polígono de Thiessen y las curvas Isoyetas.

En los Anexos N° II-01 y N° II-02 se presenta el trazo de ambos métodos y de los cuales se determina que la precipitación media registrada en la estación Carania es la que en promedio cae sobre el tramo en estudio.

Se recopiló y adquirió información hidrometeorológica de la estación Carania de 43 años de registro histórico, principalmente de precipitación máxima en 24 horas que se utiliza para determinar los máximos caudales y que se emplean en el diseño de las estructuras de drenaje.

CUADRO N° II-01: Ubicación Estación Pluviométrica

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Periodo de Registro	Años
Carania	12° 21' S	75° 52' W	3850 msnm	1966 - 2008	43

Fuente: SENAMHI

Información Cartografía

La información se obtiene de las cartas nacionales, que en el presente caso se requirió de una de ellas a la escala 1:100,000, donde se ubicó el trazo o ruta de la carretera en el tramo en estudio, además en esa carta se ubican las fuentes de agua o cursos principales, que inciden en el tramo en estudio y las respectivas sub-cuencas hidrográficas que permitirán determinar los parámetros físicos correspondientes, como área, longitud del curso principal, pendiente, cobertura vegetal, esta información física se contrastó con los trabajos de campo que se ejecutó en la zona del proyecto.

La carta nacional requerida es la siguiente:

CUADRO N° II-02: Descripción Carta Nacional

Carta Nacional	Nombre	Escala
25-m	Huancayo	1/100,000

Fuente: IGN

2.4.2 Cálculos Hidrológicos

Para realizar los cálculos correspondientes que permitan obtener como resultados finales los caudales de diseño se ha recurrido a la información pluviométrica de la estación Carania, la cual tiene buen período de registro.

El parámetro elegido para obtener los resultados adecuados es la precipitación máxima en 24 horas cuyos datos son los que se analizan.

Precipitación Máxima en 24 horas

La estación Carania tiene registros de datos de 43 años, desde 1966 hasta 2008, y se ha tomado específicamente las lluvias máximas en 24 horas, el Cuadro N° II-03 detalla las precipitaciones máximas anuales.

De los datos registrados en la estación Carania se puede determinar que el periodo de mayor precipitación es entre los meses de diciembre a marzo, ello significa que hay presencia de agua de lluvias durante cuatro meses en esa zona, lo cual de cierta manera es perjudicial para la carretera porque la expone a procesos de erosión que se deberá tener presente cuando se diseñen las obras de arte en función a los caudales generados en esta parte de la carretera, los meses de menor precipitación son de abril a setiembre, existiendo eventualmente en algunos años precipitación nula entre junio y agosto.

CUADRO N° II-03

Serie Histórica de Precipitación Máxima en 24 Horas

Año	Pmax (mm)	Año	Pmax (mm)
1966	25.0	1988	33.1
1967	18.6	1989	24.4
1968	14.1	1990	26.0
1969	29.3	1991	12.4
1970	16.6	1992	15.1
1971	18.0	1993	16.0
1972	20.1	1994	14.1
1973	22.6	1995	13.5
1974	16.8	1996	16.1
1975	16.0	1997	14.6
1976	19.3	1998	14.1
1977	17.4	1999	15.6
1978	16.1	2000	27.0
1979	15.1	2001	14.9
1980	17.1	2002	17.7
1981	17.5	2003	18.9
1982	15.9	2004	21.4
1983	16.6	2005	20.5
1984	14.2	2006	30.1
1985	12.9	2007	23.4
1986	20.0	2008	21.9
1987	20.9		

Fuente: SENAMHI

Análisis de la Frecuencia

Con el fin de ajustar la serie anual de precipitación máxima diaria de la estación Carania a una función de distribución probabilística se efectuó el análisis de frecuencias empleando para ello las siguientes funciones:

- Normal
- Log Normal
- Log Pearson III
- Gumbel

Para confirmar la consistencia de la información pluviométrica, estas serán sometidas a una prueba de bondad de ajuste, consistente en comprobar gráfica y estadísticamente si la frecuencia empírica de la serie analizada se ajusta a una determinada función de probabilidad teórica.

Prueba de Ajuste de Smirnov - Kolmogorov

El método de Smirnov - Kolmogorov es un modelo no-paramétrico de bondad de ajuste, que no tiene una distribución original específica, aplicándose a distribuciones con datos de tipo ordinal y discretas. El método se puede resumir en los siguientes conceptos:

1. Se aplica a datos no agrupados, siendo indiferente hacer o no intervalos de clase.
2. No necesita conocimiento a priori de una distribución técnica.
3. Es aplicable a cualquier distribución aleatoria.
4. Es un modelo no – paramétrico que requiere comparar más distribuciones para determinar la consistencia de la información.

La prueba de ajuste consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad de los datos agrupados y la probabilidad ajustada, tomando la distancia más grande entre el valor observado y la recta del modelo.

$$D = \max |F_{(x)} - P_{(x)}|$$

Donde:

D : Es el estadístico, diferencia máxima entre probabilidad ajustada y empírica

$F_{(x)}$: Probabilidad de la bondad de ajuste

$P_{(x)}$: Probabilidad de los datos no agrupados

Con un valor crítico “d” que depende de un número de datos y del nivel de significancia seleccionado.

Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula

Los valores del nivel de significación α que se usan normalmente son del 10%, 5% y 1%. Para un nivel de significación de 5%, y para una muestra de $n=44$, el valor de “d” crítico es 0.206.

En el Cuadro N° II-04 se muestran los resultados en resumen de la prueba de ajuste de las distribuciones para las precipitaciones máximas en 24 hrs.

CUADRO N° II-04
Resumen de la Prueba de Smirnov – Kolgomorov

Estadístico K-S	Función de Distribución			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
$D_{(N)}$	0.1385	0.1009	0.964	0.081

De acuerdo a esta prueba de ajuste es la distribución Gumbel la que se ajusta mejor por tener el menor valor de D. El Anexo N° II-03 muestra el detalle de la prueba de ajuste.

Determinación del Tiempo de Retorno (T_r)

Por tratarse de una zona eminentemente pluvial, con presencia de quebradas que se activan cada año y por las versiones de los pobladores, hemos optado por considerar que el tiempo de retorno para el diseño de las estructuras de drenaje transversal, debe ser de veinte años para las alcantarillas y los badenes y cien años para pontones y/o puentes. Para el caso del drenaje longitudinal, cunetas, debe ser de 10 años.

Cálculo de la Precipitación de Diseño (P)

Para la estimación de la precipitación de Diseño, nos apoyaremos en la función de distribución estadística Gumbel por ser esta la de mejor ajuste, el Anexo N° II-04 detalla el cálculo de la precipitación para diversos periodos de retorno.

CUADRO N° II-05
Precipitación Máxima en 24 hrs para
Diversos Periodo de Retorno

Tr (años)	Pmax (mm)	Prob.
2	18.09	0.5
5	22.95	0.8
10	26.17	0.9
20	29.25	0.95
50	33.24	0.98
100	36.24	0.99
200	39.22	0.995
500	43.15	0.998

2.4.3 Método de Cálculo para el Caudal de Diseño

Método Racional

Una avenida, en una cuenca natural, es proporcional a la intensidad de precipitación (I), según su tiempo de concentración (T_c), al área de drenaje (A) y al coeficiente de escorrentía (C).

Se asumirá la ecuación que define la publicación Modern Sewer Design, publicado por American Iron Steel Institute, limitado a áreas de cuencas no mayores a 10 km^2 , siendo su formulación:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

- Q : Caudal de diseño (m^3/s)
- C : Coeficiente de escorrentía
- I : Intensidad de lluvia (mm/hr)
- A : Área de Cuenca (km^2)

Determinación de los Parámetros Geomorfológicos

Los parámetros geomorfológicos necesarios para el cálculo del caudal de diseño son:

- Longitud del Cauce Mayor (l)
- Perímetro de la Cuenca (p)
- Pendiente de la Cuenca (S)
- Área de la Cuenca (A)

Estos parámetros han sido obtenidos para la cuenca de la quebrada Suchoc y se midieron directamente sobre el plano digital con ayuda del programa Auto Cad y se expresa en kilómetros. En el anexo, en el plano de cuencas hidrológicas CH-01 se localiza la quebrada Suchoc.

CUADRO N° II-06
Parámetros Geomorfológicos para la
Cuenca de la Quebrada Suchoc

Longitud Cauce Lc (Km)	Longitud C. G. Cuenca Lcg (Km)	Perímetro Cuenca P (Km)	Área Cuenca A (Km²)
5.55	3.45	15.60	9.50

Pendiente de la Cuenca (S)

La pendiente de la cuenca se hallará aplicando el criterio del Rectángulo Equivalente.

Para ello es necesario encontrar dos parámetros; el coeficiente de compacidad de Gravellius K_C y el rectángulo equivalente.

El K_C o coeficiente de compacidad se define como el cociente que existe entre el perímetro p de la cuenca entre el perímetro de un círculo que tenga la misma área de una cuenca.

$$K_C = \frac{0.2821p}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K_C : Coeficiente de Compacidad de Gravellius

p : Perímetro de la Cuenca (Km)

A : Área de la Cuenca. (Km²)

El K_C es un coeficiente adimensional que si es igual a la unidad la cuenca sería circular.

El parámetro de rectángulo equivalente, es estimado bajo la condición que éste sea de la misma área y perímetro de la cuenca bajo estas condiciones tendría el mismo K_C . Para hallarlo será necesario encontrar los lados aplicando las formulaciones siguientes:

Lado Mayor (LM):

$$LM = \frac{\sqrt{\pi A}}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\pi K_c^2}} \right)$$

Lado Menor (Lm):

$$Lm = \frac{\sqrt{\pi A}}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\pi K_c^2}} \right)$$

Por último se encuentra la Pendiente de la Cuenca (S), empleando:

$$S = \frac{\Delta C}{LM}$$

Donde:

ΔC = Cota mayor - Cota menor (de la cuenca en estudio)

CUADRO N° II-07
Parámetros del Rectángulo Equivalente para la
Cuenca de la Quebrada Suchoc

Coef. de Compacidad K_c	Lado Mayor L (m)	Lado Menor l (m)	Cota Mayor H (msnm)	Cota Menor h (msnm)	Pendiente Cuenca S_c (m / m)
1.4278	6,289.76	1,510.39	3,583	3,305	0.0442

Cálculo del Tiempo de Concentración (T_c)

Como se desprende de la formulación teórica el método racional, tiene su sustento en el tiempo de concentración, por lo que hemos prestado especial atención en su determinación. Por esta razón hemos seleccionado tres de las formulaciones más representativas que nos dan una estimación del T_c . Estas fueron planteadas por Kirpich, U.S. Corps of Engineers y Hathaway.

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

L : Longitud del cauce (m)

S : Pendiente de la Cuenca (m/m)

Fórmula de U.S. Corps of Engineers:

$$T_C = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Donde:

L : Longitud del cauce (Km)

S : Pendiente de la Cuenca (m/m)

Fórmula de Hathaway:

$$T_C = 0.286 \frac{L^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Donde:

L : Longitud del cauce (Km)

S : Pendiente de la Cuenca (m/m)

Los valores de tiempo de concentración obtenidos de estas tres formulaciones tienen como promedio 1.38 hr., para la determinar la intensidad de lluvia adoptaremos, siendo conservadores, el tiempo de concentración de 1.32 hr. obtenido de la formula de Hathaway.

La justificación de esta elección se ha tomado como consecuencia de los últimos eventos de precipitaciones causadas por el fenómeno "El Niño".

CUADRO N° II-08
Tiempo de Concentración para la
Cuenca de la Quebrada Suchoc

Kirpich	U.S. Corps of Engineers	Hathaway	Tc Elegido (hr)
0.83	2.00	1.32	1.32

Cálculo de la Intensidad de Lluvia (I)

La intensidad de lluvia o de precipitación resulta de dividir el valor de la precipitación seleccionada para la función de distribución escogida y un tiempo de retorno establecido, entre el valor del tiempo de concentración afectado de un exponente.

La intensidad de lluvia queda expresada como:

$$I = \frac{0.451733P}{T_C^{0.4998}}$$

Donde:

P : Es la precipitación estimada para un tiempo de retorno o frecuencia considerada (mm)

T_C : Tiempo de Concentración (hr)

Estimación del Caudal de Diseño (Q)

Se aplicó la ecuación del método racional tal como se discutió líneas arriba.

CUADRO N° II-09
Caudal de Diseño para un Periodo de
Retorno de Veinte años

Tr (Años)	A (km2)	Tc (hrs)	P (mm)	I (mm/hr)	C	Q (m3/seg)
20	9.5	1.32	29.25	11.50	0.46	13.97

2.5 Dimensionamiento de los Sistemas de Drenaje

El objetivo del estudio de Drenaje de la Carretera Lunahuaná – Huancayo, tramo Km. 165+900 al Km. 166+200, es el de controlar el problema que generaría la escorrentía superficial y sub-superficial al sistema vial, proporcionando un diseño adecuado de las obras de drenaje, el tramo en estudio se desarrolla paralelo al río Alis.

La evaluación de campo realizada nos proporciona información del sistema de drenaje, el cual es prácticamente inexistente, observando solamente la presencia del canal de riego que se desarrolla al lado izquierdo de todo el tramo.

2.5.1 Drenaje Transversal

Alcantarilla Tipo MCA

Según la evaluación de campo efectuada, en el tramo en estudio no existe ninguna quebrada que requiera de paso para el flujo de agua.

Para cumplir con el alcance del informe de suficiencia se considera una quebrada con los mismos parámetros geomorfológicos que la quebrada Suchoc, localizada en el Km. 166+800, y que discurre por el tramo en estudio en el Km. 166+130 LI.

Para controlar el flujo de agua que discurre de esta quebrada se plantea como solución una alcantarilla tipo MCA. Para el dimensionamiento de la sección hidráulica de dicha alcantarilla se ha tenido en consideración los caudales estimados en el estudio de hidrología (parámetros estadísticos). Además, se considera que tenga una medida adecuada para las actividades de limpieza y pueda absorber las alturas del material de sedimentación.

En el Anexo N° II-05 se detalla el cálculo del dimensionamiento de la alcantarillas tipo MCA que cumple con la sección hidráulica requerida para el caudal de diseño, una MCA de 2.50 m x 2.50 m, para el cálculo del perfil de flujo se utilizó el programa HY8 versión 7.1.0.

En el Anexo correspondiente a los planos, el plano OD-01 detalla la ubicación, dimensiones, reforzamiento, niveles y detalles constructivos de dicha alcantarilla.

2.5.2 Drenaje Longitudinal

Cuneta Sección Triangular

El régimen pluviométrico de la carretera Lunahuaná – Huancayo se caracteriza por ser cíclico y de alta intensidad, provocando una fuerte escorrentía y a su vez el deslizamiento de aquellos taludes de material deleznable.

El control de las aguas superficiales que discurren por la superficie de rodadura así como por los taludes de los cerros que bordean la carretera; se controlarán con estructuras como las cunetas, las cuales captarán las aguas de escorrentía superficial y las conducirán hasta las estructuras de evacuación para finalmente entregarlas al dren natural, que para el tramo en estudio lo constituye río Alis.

La mayor longitud de cuneta proyectada es de 115 m comprendida entre los Km. 165+900 al Km. 166+015 y para el cual se estima un área de escurrimiento de 15,217.95 m² y la aplicación de la fórmula racional para el cálculo del caudal.

Se adoptó como diseño una cuneta revestida de concreto de 0.30 m de profundidad con talud interno 3.0 V: 5.0 H y el talud externo de la cuneta con talud 3.0 V: 2.0 H.

En general la pendiente mínima del fondo de la cuneta es la misma que la pendiente longitudinal de la carretera, se ha solucionado el problema de

descarga de la cuneta a través del ingreso tipo caja toma de la alcantarilla MCA del Km. 166+130 y de la caja de registro del subdren ubicado en el Km. 165+900.55

En el Anexo N° II-06 se detalla el cálculo del dimensionamiento de la sección de cuneta que cumple con el requerimiento hidráulico, además de cumplir con la sección mínima para cunetas.

En el Anexo correspondiente a los planos, el plano OD-02 detalla la ubicación, dimensiones y detalles constructivos de las cunetas propuestas.

Subdrenaje

De la evaluación de campo se ha ubicado el tramo Km. 165+900.55 al Km. 165+945 LI en los cuales se ha observado humedad en el talud y la plataforma producto de la filtración de agua desde el talud.

El sistema propuesto consiste en un subdren longitudinal, el cual permitirá captar el flujo de las aguas que filtran en forma transversal a la plataforma de la carretera.

El subdren se ubica longitudinalmente en el lado izquierdo de la carretera, consiste en una zanja de 0.60 m de ancho y una profundidad de 1.50. Esta medida se toma por debajo del nivel de la subrasante desde el eje de la vía. Dicha zanja internamente estará rellena con una primera capa de arena de 0.075 metros, encima de ella se colocará un geotextil el cual envolverá al material granular tipo filtro cuyo D_{mín} será de ¾" pulgada. Para la captación se ha previsto un tubo PVC ϕ 6" perforado.

Respecto a la descarga del subdren, se ha determinado que descargará al talud del lado externo de la carretera. El tubo de descarga será de PVC ϕ 6", no perforado.

En el Anexo N° II-07 se detalla el cálculo del dimensionamiento de la tubería PVC que cumple con el requerimiento hidráulico.

En el Anexo correspondiente a los planos, el plano OD-03 detalla la ubicación, dimensiones, refuerzos, niveles y detalles constructivos del subdrenaje.

Canales de Riego

Del trabajo de campo realizado se observó la existencia de canales del tipo "lateral", algunos son de tierra, mampostería de piedra o revestidos de concreto en estado deteriorado, la sección promedio corresponde a una sección seudo rectangular de 0.60 m por 0.40 m, llegando a presentar secciones hasta de 0.80 m x 0.50. Se ha realizado mediciones, en el tramo de canal revestido, del tirante máximo que en promedio alcanza 0.30 m.

Debido a las condiciones en que se encuentra el canal se recomienda demoler la totalidad del canal existente y construir uno nuevo manteniendo la sección y pendiente actual.

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO

3.1 Memoria Descriptiva

3.1.1 Antecedentes

La carretera central, pese a ser una importante vía de comunicación desde Lima hacia la zona central del país, se encuentra actualmente colapsada por el alto nivel de tráfico que ha experimentado en los últimos años. Por ello se han buscado alternativas de alivio a este problema tales como el mejoramiento de las carreteras paralelas que existe actualmente, Cañete – Yauyos – Huancayo, por medio de servicios de conservación vial.

En respuesta a esta acción el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) ha creado el programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y vecinal. Sin embargo, este programa no contempla cambios en el diseño geométrico de la carretera dentro de sus alcances.

Dentro de este contexto, el tramo en estudio, es una vía sin asfaltar, posee un diseño geométrico deficiente, carece de una sección adecuada para el paso de camiones pesados; y finalmente presenta problemas de erosión y sub-drenaje debido principalmente a su cercanía al río Cañete y a diversos terrenos de cultivo de la zona.

Dentro de este marco de referencia, y con la finalidad de ofrecer una alternativa de solución a esta problemática vial, este informe de suficiencia seleccionó el estudio de hidrología e hidráulica para el diseño de las obras de drenaje de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, tramo km. 165+900 al Km. 166+200.

3.1.2 Objetivos

El objetivo principal es presentar el expediente técnico del drenaje superficial para el mejoramiento del tramo en estudio

Los objetivos específicos son:

- Determinación de caudales de diseño

- Diseño de drenaje transversal
- Diseño de drenaje longitudinal
- Metrados de las estructuras de drenaje
- Planos de ingeniería de las estructuras de drenaje

3.1.3 Ubicación del Proyecto

El tramo en estudio que va del Km. 165+900 al Km. 166+200 se ubica en el distrito de Alis, Provincia de Yauyos aproximadamente a una altitud de 3350 msnm.

Geográficamente, en el sistema UTM, el proyecto se emplaza entre las coordenadas siguientes:

Norte 8644000 - 8648000

Este 416000 - 420000

3.1.4 Estado Actual de la Carretera

El estado actual de la carretera respecto a sus condiciones de drenaje, es pobre. La vía es afirmada, el ancho promedio es de 4.5 m, la pendiente varía entre 4% y 7%. En algunos tramos se nota que el agua de las precipitaciones ha lavado la capa de rodadura, dejando al descubierto los sólidos de mayor diámetro.

Al lado izquierdo de la vía, en todo el tramo, se tiene un canal de riego con tramos revestido en concreto el cual se encuentra deteriorado por los años, en mampostería de piedra y tramos conformados en tierra. Dicho canal presenta filtraciones que afectan la plataforma actual por lo que es necesario su demolición y reconstrucción.

3.1.5 Descripción del proyecto

El tramo requiere de un sistema de drenaje que sea integral y eficiente, el proyecto propone la construcción de estructuras como; alcantarilla tipo MCA que se construirá en la quebrada Suchoc ubicada en el Km. 166+130, el cual conforma el drenaje transversal.

Cunetas que recolecten, encausen y desemboquen en la alcantarilla, caja de registro o descarga natural, las aguas provenientes de las lluvias, estas serán de sección triangular y revestida de concreto.

Se considera la construcción de sub drenajes con la finalidad de captar y evacuar convenientemente los flujos subterráneos que inciden sobre la estructura de la vía, especialmente del pavimento.

3.2 Especificaciones Técnicas

3.2.1 Consideraciones Generales

El proyecto de Ampliación y Mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, tramo del Km. 165+900 al Km. 166+200, comprende trabajos a ejecutarse con las modalidades de una construcción nueva, y excepcionalmente, con modalidades diferentes a ella, por tanto, ha sido necesario modificar y/o incorporar disposiciones técnicas, que permitirán la ejecución de actividades no previstas en las especificaciones generales.

La carretera actual es una vía a nivel de afirmado con deficiente sistema de drenaje que no permiten la evacuación inmediata de las aguas de las lluvias, el proyecto contempla la construcción de un sistema de drenaje cuyo funcionamiento sea integral y eficiente, que proteja adecuadamente la plataforma de la estructura del pavimento a emplazar y cumpla con la vida útil proyectada para la obra.

3.2.2 Especificaciones Técnicas para Estructuras de Drenaje

Los requerimientos propios de la obra han determinado que se elabore las presentes especificaciones técnicas, aplicable a las “Obras de Arte y Drenaje”, tomando como base las especificaciones técnicas del MTC, modificándolas o incorporando nuevas disposiciones según las características y labores propias previstas para este proyecto. Por lo tanto estas especificaciones técnicas no serán aplicables a otros proyectos, y agruparan las especificaciones técnicas generales y especificaciones de obra de acuerdo con las definiciones de la EG-2000.

Las partidas que conforman las actividades para la construcción de las estructuras de drenaje son las siguientes:

- 04.01 Demolición de estructuras existentes
- 04.02 Excavación no clasificada para estructuras
- 04.03 Relleno para estructuras
- 04.04 Encofrado y desencofrado
- 04.05 Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- 04.06 Concreto simple $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- 04.07 Concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 04.08 Concreto simple $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- 04.09 Aliviadero de emboquillado de piedra ($e = 0.15 \text{ m}$)
- 04.10 Cunetas triangulares $0.70 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$
- 04.11 Canal de riego
- 04.12 Filtro drenante
- 04.13 Geotextil
- 04.14 Tubería PVC – SAP 6" sin/con perforación
- 04.15 Subdrenaje

En el Anexo N° III-01 se describe las especificaciones técnicas de cada partida.

3.3 Metrados

El Cuadro N° III-01 detalla los metrados correspondiente a cada una de las partidas. En el Anexo N° III-02 se adjunta los respectivos sustentos de metrados.

CUADRO N° III-01
Resumen de metrados por partida

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT
04.01	Demolición de estructuras existentes	M3	41.50
04.02	Excavación no clasificada para estructuras	M3	402.31
04.03	Relleno para estructuras	M3	237.68
04.04	Encofrado y desencofrado	M2	367.96
04.05	Acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$	KG	10,663.80
04.06	Concreto simple $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$	M3	11.71
04.07	Concreto simple $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	M3	80.85
04.08	Concreto simple $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	M3	21.23
04.09	Aliviadero de emboquillado de piedra ($e = 0.15 \text{ m}$)	M2	52.11
04.10	Cunetas triangulares revestidas $1.00 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}$	M	210.00
04.11	Canal de riego	M	300.00
04.12	Filtro drenante	M3	49.50
04.13	Geotextil	M2	220.00
04.14	Tubería de PVC - SAP de diam.6" sin / con perforación	M	32.50
04.15	Subdrenaje	M	44.10

CONCLUSIONES

En la recopilación de información pluviométrica, se obtuvo registro de tres estaciones; Yauyos, Carania y Yauricocha por lo cual se realizó un análisis previo mediante el polígono de Thiessen y las curvas Isoyetas determinándose que el polígono sobre la estación Carania influye sobre el tramo en estudio, es con los registros de esta estación que realizaremos los análisis para determinar el caudal de diseño para diversos tiempos de retorno.

Al realizar los análisis estadísticos con las distribuciones; normal, log normal, log Pearson III y Gumbel, se llegó a la conclusión que la muestra de esta estación se ajusta mejor a la distribución Gumbel, por lo cual se realizó los análisis para determinar la precipitación de diseño para diversos periodos de retorno con este método.

Para el cálculo del caudal de diseño se utilizó la fórmula del método racional por tener la cuenca un área menor a 10 km^2 , para áreas mayores es recomendable usar el método del diagrama unitario entre los cuales tenemos; el método sintético de Snyder y el método de Soil conservation Service.

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.

Las normas de diseño de carreteras solo establecen dimensiones mínimas de cunetas y están generalizadas para todo el país, por esto es importante realizar una verificación de la capacidad de conducción de la estructura de acuerdo con el diseño geométrico y el entorno de la zona.

Las estructuras propuestas en este informe cumplen con los requerimientos mínimos exigidos, pero eventos extraordinarios superiores al histórico registrado podrían requerir mayor dimensión de estas estructuras.

RECOMENDACIONES

En toda carretera es recomendable tener sistemas de drenaje longitudinal y transversal, ya que este permite el paso del flujo inalterado de agua superficial y subsuperficial presente en el ámbito de la carretera.

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.

Es necesario la demolición y reconstrucción del canal de riego que discurre paralelo al tramo en estudio, por las condiciones en deterioro en que se encuentra.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Guerrero Héctor, Correa Albarracín Nydia, Nociones de Diseño, Construcción y Mantenimiento: Obras de Drenaje, Facultad de Ingeniería de Transportes y Vías, Grinfravial, Colombia, 2007.
- Chereque Morán Wendor, Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 1989.
- Condorchua Fernandez Cesar A., Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos, Tramo Km. 57+300 al Km. 57+600, Estudio Hidrológico y Drenaje, Informe de suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 2008.
- Galvez Meza Gisela, Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos, Tramo Km. 59+400 al Km. 59+700, Análisis hidrológico y Diseño Hidráulico, Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 2008.
- Ministerio de Transportes Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras DG-2001, MTC, Perú, 2001.
- Ministerio de Transportes Comunicaciones, Normativa para Caminos de Bajo Volumen de Transito, MTC, Perú, 2005.
- Nippon Koei, Estudio del desarrollo integral de recursos hídricos en la cuenca del río Cañete, INRENA, Perú, 2001.
- Rocha Felices Arturo, Introducción a la Hidráulica fluvial 1ra Edición, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 1998.
- SENAMHI, Información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
- Villón Béjar Máximo, Hidroesta, Software para Cálculos Hidrológicos, Editorial Villón, Perú, 2005.

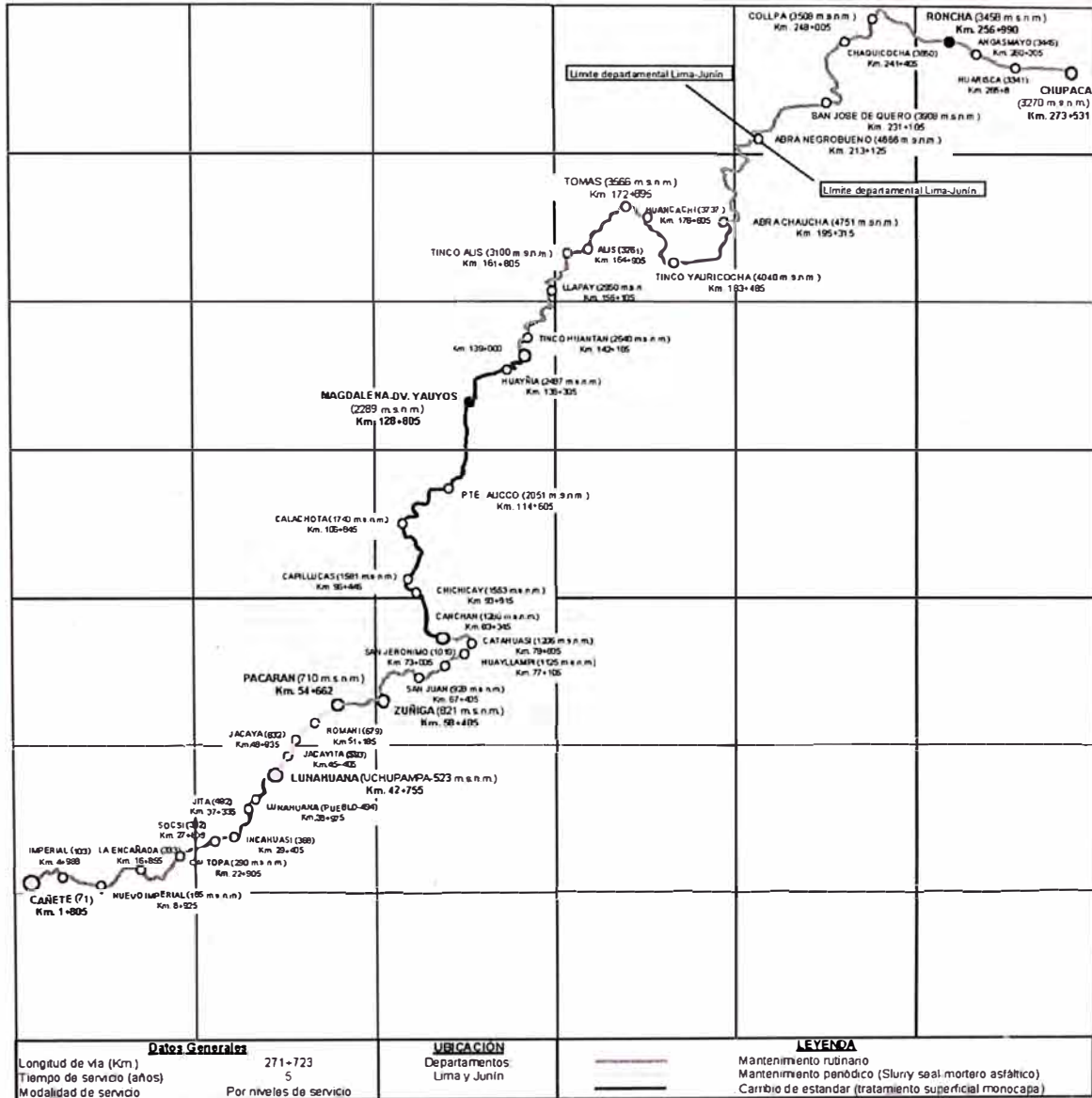
ANEXOS

1. Anexos Resumen del Perfil
2. Anexos Hidrología e Hidráulica
3. Anexos Expediente Técnico
4. Planos

ANEXOS RESUMEN DE PERFIL



ANEXO N° I-01: Plano clave del proyecto

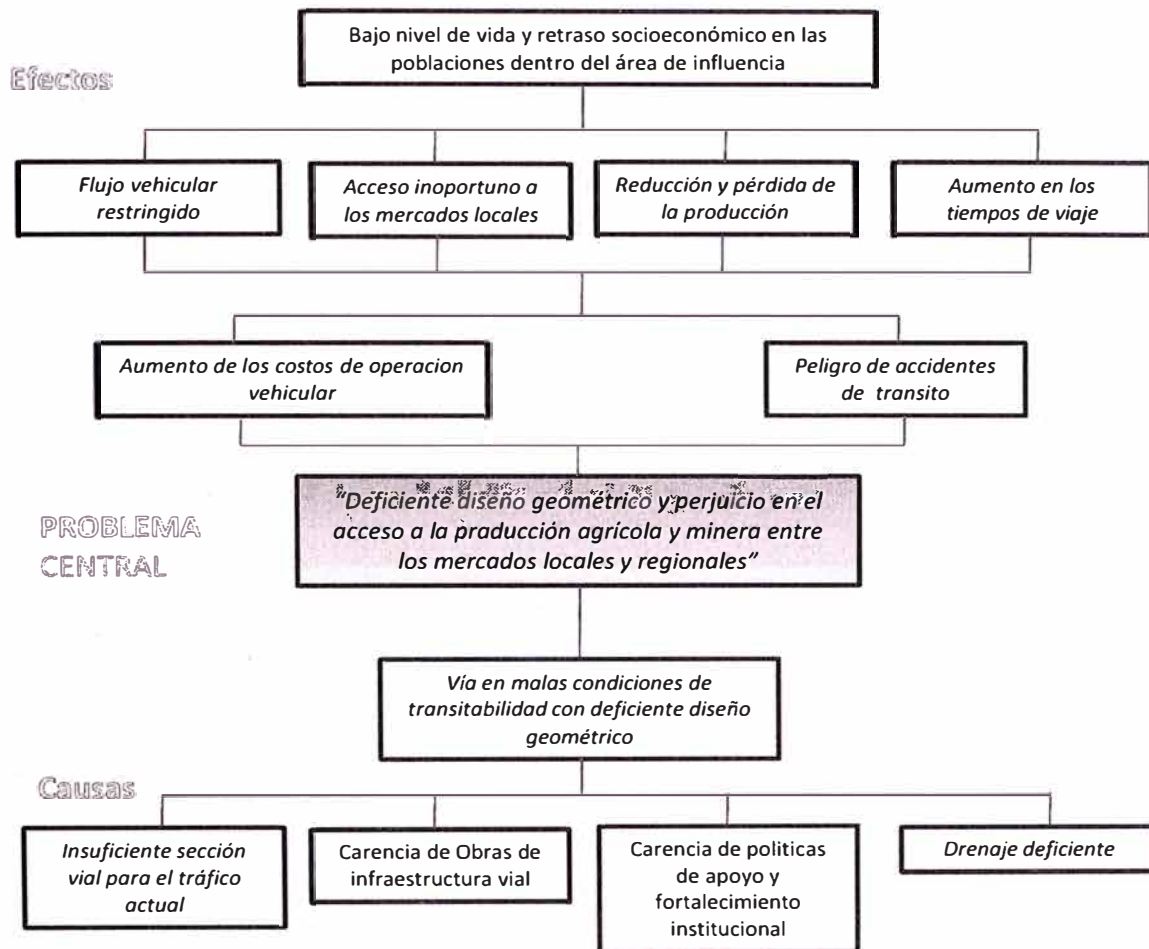


ANEXO N° I-02: Población beneficiada

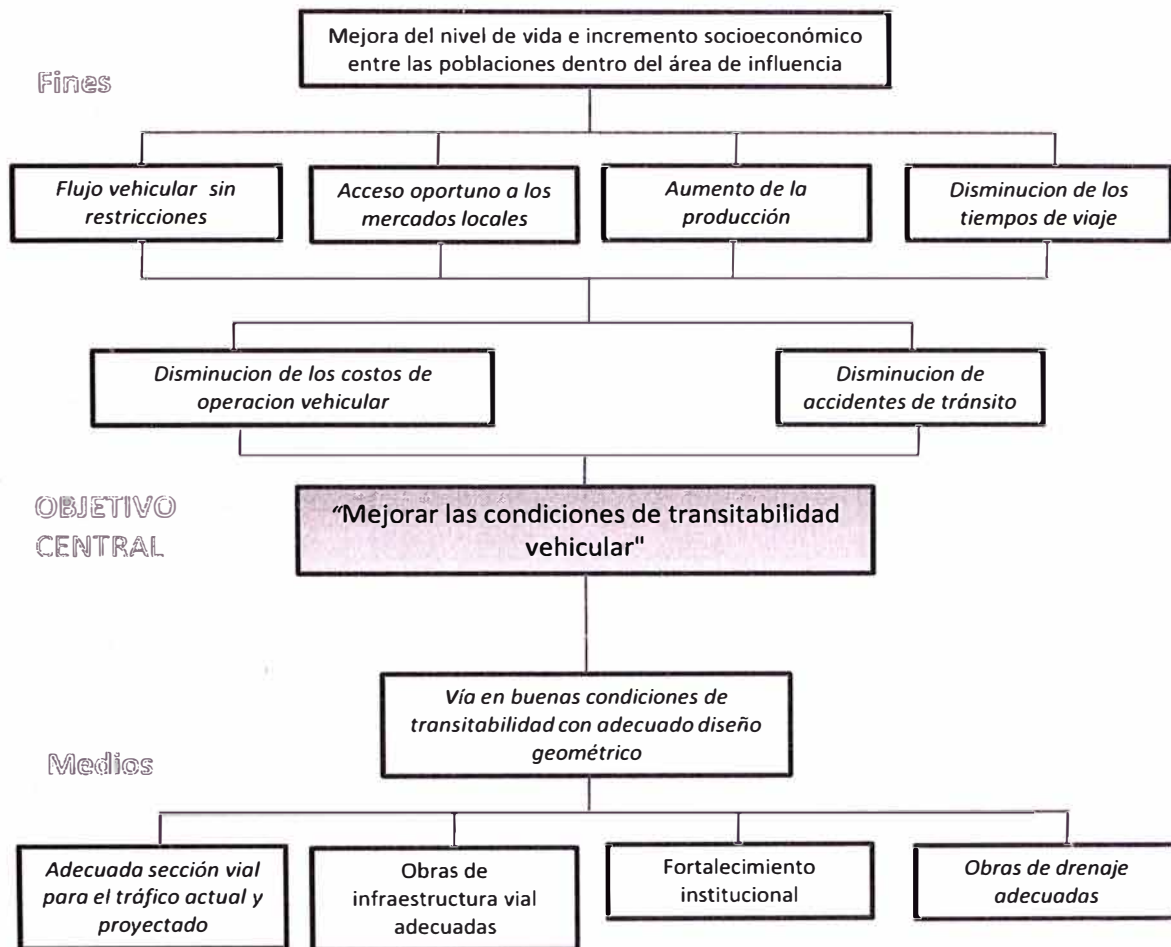
Provincia	Distrito	Población
Cañete	San Vicente de Cañete	46,464
	Imperial	36,340
	Nuevo Imperial	19,026
	Lunahuaná	4,567
	Pacarán	1,687
	Zúñiga	1,582
Yauyos	Catahuasi	1,090
	Tupe	655
	Cacra	544
	Hongos	435
	Lincha	771
	Putinza	452
	Ayauca	1,773
	Colonia	1,439
	Yauyos	2,698
	Huantán	926
	Laraos	960
	Carania	330
	Alis	1,519
Tomas	1,077	
Concepción	San José de Quero	6,452
	Chambara	2,985
Chupaca	San Juan de Jarpa	3,664
	Huachac	3,738
	Ahuac	6,547
	Chupaca	20,976
	San Juan de Yscos	2,332
	Huamancaca Chico	4,998
	Tres de Diciembre	1,920
	Chongos Bajo	4,409
Huancayo	Pilcomayo	13,295
	Huancayo	112,054
Total		307,705

Fuente: XI Censo Nacional de Población – INEI, 2007

ANEXO N° I-03: Árbol de causas y efectos



ANEXO N° I-04: Árbol de medios y fines



Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo, Tramo Lunahuana - Chupaca

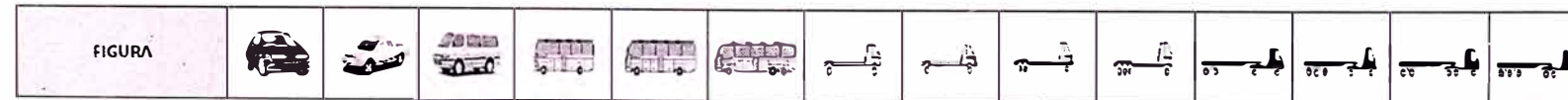
Sentido	Automovil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers				TOTAL
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	252	253	352	>=353	
Lunahuana - Pacarán	39	66	62	5	5	0	22	0	3	0	0	4	1	4	211
Pacarán - Lunahuana	40	65	58	7	5	0	22	0	2	0	0	3	1	3	206
Ambas	79	131	120	12	10	0	44	0	5	0	0	7	2	7	417
%	19%	31%	29%	3%	2%	0%	11%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	2%	100%

Sentido	Automovil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers				TOTAL
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	252	253	352	>=353	
Pacarán - Zuñiga	60	48	52	9	4	0	18	0	4	1	0	2	1	6	205
Zuñiga - Pacarán	67	48	53	8	4	0	18	0	4	1	1	2	1	6	213
Ambas	127	96	105	17	8	0	36	0	8	2	1	4	2	12	418
%	30%	23%	25%	4%	2%	0%	9%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	3%	100%

Sentido	Automovil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers				TOTAL
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	252	253	352	>=353	
Zuñiga - Dv. Yauyos	1	9	2	0	4	0	4	0	7	0	0	0	0	0	27
Dv. Yauyos - Zuñiga	2	9	2	0	4	0	5	0	4	0	0	0	0	0	26
Ambas	3	18	4	0	8	0	9	0	11	0	0	0	0	0	53
%	6%	34%	8%	0%	15%	0%	17%	0%	21%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Sentido	Automovil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers				TOTAL
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	252	253	352	>=353	
Dv. Yauyos - Roncha	94	17	19	3	4	0	19	0	3	0	0	5	0	19	194
Roncha - Dv. Yauyos	92	14	18	2	4	0	18	0	4	0	1	2	1	7	153
Ambas	186	31	37	5	8	0	37	0	7	0	1	7	1	26	347
%	54%	9%	11%	1%	2%	0%	11%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	7%	100%

Sentido	Automovil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers				TOTAL
					2E	3E	2E - L	2E - P	3E	4E	252	253	352	>=353	
Dv. Roncha - Chupaca	152	12	15	2	3	0	16	0	2	0	0	4	1	16	223
Chupaca - Dv. Roncha	158	14	18	3	6	0	20	0	3	0	0	1	1	7	231
Ambas	310	26	33	5	9	0	36	0	5	0	0	5	2	23	454
%	58%	6%	7%	1%	2%	0%	8%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	5%	100%



Fuente: CGC2 - CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS 2, Abril 2008

ANEXO N° I-05: Censo de tráfico

ANEXO N° I-06: Índice de crecimiento de tráfico

Producto Bruto Interno (PBI)

Año	Junín	Lima
2009	4.40	4.20
2010	4.30	4.20
2011	4.10	4.30
2012	4.40	4.10
2013	4.20	4.20
2014	4.20	4.20
2015	4.20	4.20
2016	4.20	4.30
2017	4.30	4.30
2018	4.30	4.40
2019	4.40	4.40
2020	4.40	4.50
Promedio	4.28	4.28
Promedio Total		4.28

Tasa de Crecimiento Poblacional

Año	Junín	Lima
2009	1.10	1.70
2010	1.10	1.70
2011	1.10	1.70
2012	1.10	1.70
2013	1.10	1.70
2014	1.10	1.70
2015	1.10	1.70
2016	0.50	1.10
2017	0.50	1.10
2018	0.50	1.10
2019	0.50	1.10
2020	0.50	1.00
Promedio	0.85	1.44
Promedio Total		1.15

Fuente: Plan Intermodal de Transportes 2004-2023

Tramo 1: Luján (Km. 42+75) - Pacará (Km. 54+662)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omibus 2E	Omibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009	75	131	120	12	10	0	44	0	5	0	0	7	2	7
2010	80	133	121	12	10	0	46	0	5	0	0	7	2	7
2011	81	134	123	12	11	0	48	0	5	0	0	8	2	8
2012	82	136	124	12	11	0	50	0	6	0	0	8	2	8
2013	83	137	126	12	12	0	52	0	6	0	0	8	2	8
2014	84	139	127	13	12	0	54	0	6	0	0	9	2	9
2015	85	140	128	13	13	0	57	0	6	0	0	9	3	9
2016	86	142	130	14	13	0	59	0	7	0	0	9	3	9
2017	87	144	131	13	14	0	62	0	7	0	0	10	3	10
2018	88	145	133	13	15	0	64	0	7	0	0	10	3	10
2019	89	147	134	13	15	0	67	0	8	0	0	11	3	11
2020	90	148	136	14	16	0	70	0	8	0	0	11	3	11
2021	91	150	138	14	17	0	73	0	8	0	0	12	3	12
2022	92	152	139	14	17	0	76	0	9	0	0	12	3	12
2023	93	154	141	14	18	0	79	0	9	0	0	13	4	13
2024	94	155	142	14	19	0	82	0	9	0	0	13	4	13
2025	95	157	144	14	20	0	86	0	10	0	0	14	4	14
2026	96	159	146	15	20	0	90	0	10	0	0	14	4	14
2027	97	161	147	15	21	0	94	0	11	0	0	15	4	15
2028	98	163	149	15	22	0	98	0	11	0	0	16	4	16
2029	99	165	151	15	23	0	102	0	12	0	0	16	5	16

ANEXO N° I-07: Proyección del tráfico normal por tramo

Tramo 2: Pacarán (Km. 54+662) - Zúñiga (Km. 58+405)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Mikro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 252	Semitrailer 253	Semitrailer 352	Semitrailer >=353
2009	127	96	105	17	8	0	36	0	8	2	1	4	2	12
2010	128	97	106	17	8	0	38	0	8	2	1	4	2	13
2011	130	98	107	17	9	0	39	0	9	2	1	4	2	13
2012	131	99	109	18	9	0	41	0	9	2	1	5	2	14
2013	133	100	110	18	9	0	43	0	9	2	1	5	2	14
2014	134	102	111	18	10	0	44	0	10	2	1	5	2	15
2015	136	103	112	18	10	0	45	0	10	3	1	5	3	15
2016	138	104	114	18	11	0	48	0	11	3	1	5	3	16
2017	139	105	115	19	11	0	50	0	11	3	1	6	3	17
2018	141	106	116	19	12	0	52	0	12	3	1	6	3	17
2019	142	108	118	19	12	0	55	0	12	3	2	6	3	18
2020	144	109	119	19	13	0	57	0	12	3	2	6	3	19
2021	146	110	120	19	13	0	60	0	12	3	2	7	3	20
2022	147	111	122	20	14	0	62	0	14	3	2	7	3	21
2023	149	113	125	20	14	0	65	0	14	4	2	7	4	22
2024	151	114	125	20	15	0	67	0	15	4	2	7	4	22
2025	152	115	126	20	16	0	70	0	16	4	2	8	4	23
2026	154	117	127	21	16	0	73	0	16	4	2	8	4	24
2027	156	118	129	21	17	0	77	0	17	4	2	9	4	26
2028	158	119	130	21	18	0	80	0	18	4	2	9	4	27
2029	160	121	132	21	18	0	83	0	18	5	2	9	5	28

Tramo 3: Zúñiga (Km. 58+405) - Dv. Yauyos (Km. 128+805)

Año	Automoví	Camioneta	Camioneta Riza	Micró	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - I	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitraller 252	Semitraller 253	Semitraller 352	Semitraller >=353
2009	3	18	4	0	3	0	9	0	11	0	0	0	0	0
2010	3	18	4	0	3	0	9	0	11	0	0	0	0	0
2011	3	18	4	0	3	0	10	0	12	0	0	0	0	0
2012	3	19	4	0	3	0	10	0	12	0	0	0	0	0
2013	3	19	4	0	3	0	11	0	13	0	0	0	0	0
2014	3	19	4	0	10	0	11	0	14	0	0	0	0	0
2015	3	19	4	0	10	0	12	0	14	0	0	0	0	0
2016	3	19	4	0	11	0	12	0	15	0	0	0	0	0
2017	3	20	4	0	11	0	13	0	15	0	0	0	0	0
2018	3	20	4	0	12	0	13	0	16	0	0	0	0	0
2019	3	20	4	0	12	0	14	0	17	0	0	0	0	0
2020	3	20	5	0	13	0	14	0	17	0	0	0	0	0
2021	3	21	5	0	13	0	15	0	18	0	0	0	0	0
2022	3	21	5	0	14	0	16	0	19	0	0	0	0	0
2023	4	21	5	0	14	0	16	0	20	0	0	0	0	0
2024	4	21	5	0	15	0	17	0	21	0	0	0	0	0
2025	4	22	5	0	16	0	18	0	22	0	0	0	0	0
2026	4	22	5	0	16	0	18	0	22	0	0	0	0	0
2027	4	22	5	0	17	0	19	0	23	0	0	0	0	0
2028	4	22	5	0	18	0	20	0	24	0	0	0	0	0
2029	4	23	5	0	18	0	21	0	25	0	0	0	0	0

Tramo 4: Dv. Yauyos (Km. 128+805) - Roncha (Km. 256+990)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 252	Semitrailer 253	Semitrailer 352	Semitrailer >=353
2009	18E	31	37	5	8	0	37	0	7	0	1	8	1	26
2010	18E	31	37	5	8	0	39	0	7	0	1	8	1	27
2011	19C	32	38	5	9	0	40	0	8	0	1	9	1	28
2012	192	32	38	5	9	0	42	0	8	0	1	9	1	29
2013	19E	32	39	5	9	0	44	0	8	0	1	9	1	31
2014	197	33	39	5	10	0	45	0	9	0	1	10	1	32
2015	199	33	40	5	10	0	48	0	9	0	1	10	1	33
2016	201	34	40	5	11	0	50	0	9	0	1	11	1	35
2017	204	34	41	5	11	0	52	0	10	0	1	11	1	36
2018	20E	34	41	6	12	0	54	0	10	0	1	12	1	38
2019	20E	35	41	6	12	0	55	0	11	0	2	12	2	40
2020	211	35	42	6	13	0	59	0	11	0	2	13	2	41
2021	213	35	42	6	14	0	61	0	12	0	2	13	2	43
2022	21E	35	43	6	14	0	61	0	12	0	2	14	2	45
2023	21E	35	43	6	14	0	67	0	13	0	2	14	2	47
2024	221	37	44	6	15	0	69	0	13	0	2	15	2	49
2025	223	37	44	6	16	0	72	0	14	0	2	15	2	51
2026	22E	38	45	6	16	0	75	0	14	0	2	16	2	53
2027	22E	38	45	6	17	0	79	0	15	0	2	17	2	55
2028	231	38	46	6	18	0	82	0	16	0	2	18	2	58
2029	234	39	46	6	18	0	85	0	16	0	2	18	2	60

Tramo 5: Honcha (Km. 256+990) - Chupaca (Km. 273+531)

Año	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rtra	Micrc	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Carrión 2E - L	Carrión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009	310	26	33	5	9	0	35	0	5	0	0	5	2	23
2010	314	26	33	5	9	0	38	0	5	0	0	5	2	24
2011	317	27	34	5	10	0	39	0	5	0	0	5	2	25
2012	321	27	34	5	10	0	41	0	6	0	0	6	2	26
2013	324	27	35	5	11	0	43	0	6	0	0	6	2	27
2014	328	28	35	5	11	0	44	0	6	0	0	6	2	28
2015	332	28	35	5	12	0	45	0	6	0	0	6	3	30
2016	336	28	36	5	12	0	48	0	7	0	0	7	3	31
2017	340	28	36	5	13	0	50	0	7	0	0	7	3	32
2018	343	29	37	6	13	0	52	0	7	0	0	7	3	34
2019	347	29	37	6	14	0	55	0	8	0	0	8	3	35
2020	351	29	37	6	14	0	57	0	8	0	0	8	3	36
2021	355	30	38	6	15	0	60	0	8	0	0	8	3	38
2022	359	30	38	6	15	0	62	0	9	0	0	9	3	40
2023	364	30	39	6	15	0	65	0	9	0	0	9	4	41
2024	368	31	39	6	17	0	67	0	9	0	0	9	4	43
2025	372	31	40	6	18	0	70	0	10	0	0	10	4	45
2026	376	32	40	6	18	0	73	0	10	0	0	10	4	47
2027	381	32	41	6	19	0	77	0	11	0	0	11	4	49
2028	385	32	41	6	20	0	80	0	11	0	0	11	4	51
2029	389	33	41	6	21	0	83	0	12	0	0	12	5	53

ANEXO N° I-08: Proyección del tráfico con tráfico generado

Tramo 1: Lunahuana (Km. 42+755) - Pacarán (Km. 54+562)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009														
2010	25	157	144	14	12	0	53	0	6	0	0	8	2	8
2011	36	151	146	15	13	0	55	0	6	0	0	9	3	9
2012	37	161	147	15	13	0	57	0	7	0	0	9	3	9
2013	38	163	148	15	14	0	50	0	7	0	0	10	3	10
2014	39	165	151	15	14	0	52	0	7	0	0	10	3	10
2015	100	166	152	15	15	0	55	0	7	0	0	10	3	10
2016	102	168	154	15	15	0	58	0	8	0	0	11	3	11
2017	102	170	155	16	16	0	71	0	8	0	0	11	3	11
2018	104	172	155	16	17	0	74	0	8	0	0	12	3	12
2019	105	174	160	16	17	0	77	0	9	0	0	12	3	12
2020	106	176	161	16	18	0	80	0	9	0	0	13	4	13
2021	107	178	163	16	19	0	84	0	10	0	0	13	4	13
2022	109	180	165	17	20	0	87	0	10	0	0	14	4	14
2023	110	182	167	17	21	0	91	0	10	0	0	14	4	14
2024	112	184	168	17	22	0	95	0	11	0	0	15	4	15
2025	112	186	171	17	22	0	99	0	11	0	0	16	4	16
2026	114	188	173	17	23	0	103	0	12	0	0	16	5	16
2027	115	191	175	17	24	0	108	0	12	0	0	17	5	17
2028	116	192	177	18	26	0	112	0	13	0	0	18	5	18
2029	118	195	178	18	27	0	117	0	13	0	0	19	5	19

Tramo 2: Pacarán (Km. 54+662) - Lúñiga (Km. 58+405)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009														
2010	152	115	126	20	10	0	43	0	10	2	1	5	2	14
2011	154	117	127	21	10	0	45	0	10	2	1	5	3	15
2012	156	118	129	21	10	0	47	0	10	2	1	5	3	16
2013	158	119	130	21	11	0	49	0	11	2	1	5	3	16
2014	160	121	132	21	11	0	51	0	11	2	1	6	3	17
2015	162	122	133	22	12	0	53	0	12	2	1	6	3	18
2016	163	123	135	22	12	0	56	0	12	2	2	6	3	19
2017	165	125	136	22	13	0	58	0	13	2	2	6	3	19
2018	167	126	138	22	13	0	60	0	13	2	2	7	3	20
2019	169	128	140	23	14	0	63	0	14	2	2	7	3	21
2020	171	129	141	23	15	0	66	0	15	4	2	7	4	22
2021	173	131	143	23	15	0	68	0	15	4	2	8	4	23
2022	175	132	144	23	16	0	71	0	16	4	2	8	4	24
2023	177	134	146	24	17	0	74	0	17	4	2	8	4	25
2024	179	135	148	24	17	0	78	0	17	4	2	9	4	26
2025	181	137	149	24	18	0	81	0	18	4	2	9	4	27
2026	183	138	151	24	19	0	84	0	19	5	2	9	5	28
2027	185	141	153	25	20	0	88	0	20	5	2	10	5	29
2028	187	141	155	25	20	0	92	0	20	5	3	10	5	31
2029	189	143	156	25	21	0	96	0	21	5	3	11	5	32

Tramo 3: Zúñiga (Km. 58+405) - Dv. Yauyos (Km. 128+805)

Año	Autovonil	Camioneta	Camioneta Rural	Micrc	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camion 2E - L	Camion 2E - P	Camion 3E	Camion 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009														
2010	4	22	5	0	10	0	11	0	13	0	0	0	0	0
2011	4	22	5	0	10	0	11	0	14	0	0	0	0	0
2012	4	22	5	0	10	0	12	0	14	0	0	0	0	0
2013	4	22	5	0	11	0	12	0	15	0	0	0	0	0
2014	4	23	5	0	11	0	13	0	16	0	0	0	0	0
2015	4	23	5	0	12	0	13	0	16	0	0	0	0	0
2016	4	23	5	0	12	0	14	0	17	0	0	0	0	0
2017	4	23	5	0	13	0	14	0	18	0	0	0	0	0
2018	4	24	5	0	13	0	15	0	18	0	0	0	0	0
2019	4	24	5	0	14	0	16	0	19	0	0	0	0	0
2020	4	24	5	0	15	0	16	0	20	0	0	0	0	0
2021	4	24	5	0	15	0	17	0	21	0	0	0	0	0
2022	4	25	5	0	16	0	18	0	22	0	0	0	0	0
2023	4	25	5	0	17	0	19	0	23	0	0	0	0	0
2024	4	25	5	0	17	0	19	0	24	0	0	0	0	0
2025	4	26	5	0	18	0	20	0	25	0	0	0	0	0
2026	4	26	5	0	19	0	21	0	26	0	0	0	0	0
2027	4	26	5	0	20	0	22	0	27	0	0	0	0	0
2028	4	27	5	0	20	0	23	0	28	0	0	0	0	0
2029	4	27	5	0	21	0	24	0	29	0	0	0	0	0

Tramo 4. Dv. Yanyos (Km. 128+805) - Roncha (Km. 256+990)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 252	Semitrailer 253	Semitrailer 352	Semitrailer >= 353
2009														
2010	223	37	44	6	10	0	44	0	8	0	1	10	1	31
2011	226	38	45	6	10	0	46	0	9	0	1	10	1	33
2012	228	38	45	6	10	0	48	0	9	0	1	10	1	34
2013	241	38	46	6	11	0	50	0	10	0	1	11	1	35
2014	234	39	46	6	11	0	53	0	10	0	1	11	1	37
2015	236	39	47	6	12	0	55	0	10	0	1	12	1	38
2016	239	40	48	6	12	0	57	0	11	0	2	12	2	40
2017	242	40	48	6	13	0	60	0	11	0	2	13	2	42
2018	244	41	49	7	13	0	62	0	12	0	2	13	2	44
2019	247	41	49	7	14	0	65	0	12	0	2	14	2	45
2020	250	42	50	7	15	0	68	0	13	0	2	15	2	47
2021	253	42	50	7	15	0	70	0	13	0	2	15	2	49
2022	256	43	51	7	15	0	73	0	14	0	2	16	2	52
2023	259	43	51	7	17	0	77	0	14	0	2	17	2	54
2024	262	44	52	7	17	0	80	0	15	0	2	17	2	56
2025	265	44	53	7	18	0	83	0	16	0	2	18	2	58
2026	268	45	53	7	19	0	87	0	16	0	2	19	2	61
2027	271	45	54	7	20	0	91	0	17	0	2	20	2	64
2028	274	46	55	7	20	0	94	0	18	0	3	20	3	66
2029	277	46	55	7	21	0	98	0	19	0	3	21	3	69

Tramo 5: Roncha (Km. 256+990) - Chupaca (Km. 273+531)

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009														
2010	372	31	40	6	11	0	43	0	6	0	0	6	2	23
2011	376	32	40	6	11	0	45	0	6	0	0	6	3	23
2012	381	32	41	6	12	0	47	0	7	0	0	7	3	33
2013	385	32	41	6	12	0	49	0	7	0	0	7	3	31
2014	389	33	41	6	13	0	51	0	7	0	0	7	3	33
2015	394	33	42	6	13	0	53	0	7	0	0	7	3	34
2016	398	33	42	6	14	0	56	0	8	0	0	8	3	35
2017	403	34	43	6	14	0	58	0	8	0	0	8	3	37
2018	407	34	43	7	15	0	60	0	8	0	0	8	3	33
2019	412	35	44	7	16	0	63	0	9	0	0	9	3	43
2020	417	35	44	7	16	0	66	0	9	0	0	9	4	42
2021	422	35	45	7	17	0	68	0	10	0	0	10	4	44
2022	426	36	45	7	18	0	71	0	10	0	0	10	4	45
2023	431	36	46	7	19	0	74	0	10	0	0	10	4	48
2024	436	37	46	7	19	0	78	0	11	0	0	11	4	53
2025	441	37	47	7	20	0	81	0	11	0	0	11	4	52
2026	446	37	48	7	21	0	84	0	12	0	0	12	5	54
2027	452	38	48	7	21	0	88	0	12	0	0	12	5	55
2028	457	38	49	7	23	0	92	0	13	0	0	13	5	53
2029	462	39	49	7	24	0	96	0	13	0	0	13	5	61

ANEXO N° I-09: IMD Carretera central

CÓDIGO	ESTACION DE CONTROL	RUTA	IMD 2004				Porcentaje		
			VL	TP	TC	IMD	VL	TP	TC
P 11	VON HUMBOLT	R 016A	131	39	210	379	35%	10%	55%
P 12	CHULLQUI	R 016A	550	251	388	1,189	46%	21%	33%
P 26	CUT OFF	R 020	1,568	789	1,098	3,454	45%	23%	32%
C 99	CORCONA	R 020A	1,175	687	1,563	3,424	34%	20%	46%
PROMEDIO			856	442	815	2,112	41%	21%	39%

Tráfico desviado	43	22	41	106
-------------------------	-----------	-----------	-----------	------------

VL: Autos y camionetas.

TP: Camionetas rurales, micros y ómnibus.

TC: Camiones de 2 y 3 ejes y vehículos articulados.

Fuente: Plan Intermodal de Transportes 2004-2023. Parte 2. Capítulo 3 - Análisis de la demanda actual del transporte

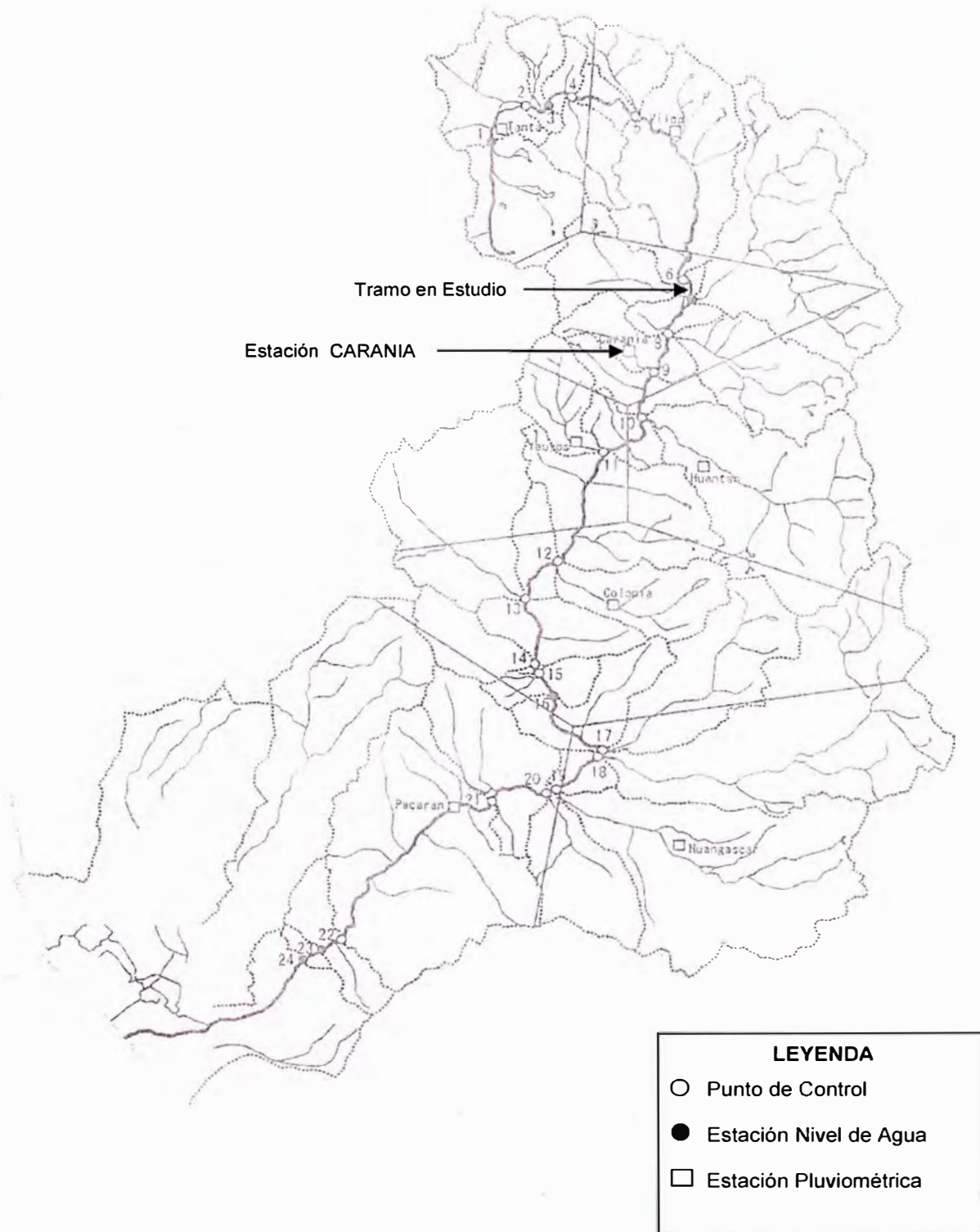
ANEXO N°06: Proyección del Tráfico Desviado

Año	Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Micro	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camión 2E - L	Camión 2E - P	Camión 3E	Camión 4E	Semitrailer 2S2	Semitrailer 2S3	Semitrailer 3S2	Semitrailer >=3S3
2009	30	13	18	3	2	0	19	0	5	1	0	3	1	11
2010	30	13	18	3	2	0	20	0	5	1	0	4	1	12
2011	31	13	18	3	2	0	21	0	5	1	0	4	1	12
2012	31	13	19	3	2	0	22	0	5	1	0	4	1	13
2013	31	13	19	3	2	0	23	0	6	1	1	4	1	13
2014	32	13	19	3	2	0	24	0	6	1	1	4	1	14
2015	32	14	19	3	2	0	25	0	6	1	1	4	1	14
2016	33	14	20	3	2	0	26	0	6	1	1	5	1	15
2017	33	14	20	3	2	0	27	0	7	1	1	5	1	16
2018	33	14	20	3	2	0	28	0	7	1	1	5	1	16
2019	34	14	20	3	2	0	29	0	7	1	1	5	1	17
2020	34	14	20	3	2	0	30	0	8	1	1	5	1	18
2021	34	15	21	3	2	0	32	0	8	1	1	6	1	19
2022	35	15	21	3	3	0	33	0	8	1	1	6	1	19
2023	35	15	21	3	3	0	34	0	9	2	1	6	2	20
2024	36	15	21	3	3	0	36	0	9	2	1	7	2	21
2025	36	15	22	3	3	0	37	0	9	2	1	7	2	22
2026	37	15	22	3	3	0	39	0	10	2	1	7	2	23
2027	37	16	22	3	3	0	41	0	10	2	1	7	2	24
2028	37	16	22	3	3	0	42	0	11	2	1	8	2	25
2029	38	16	23	3	3	0	44	0	11	2	1	8	2	26

ANEXO N° I-10: Proyección del tráfico desviado

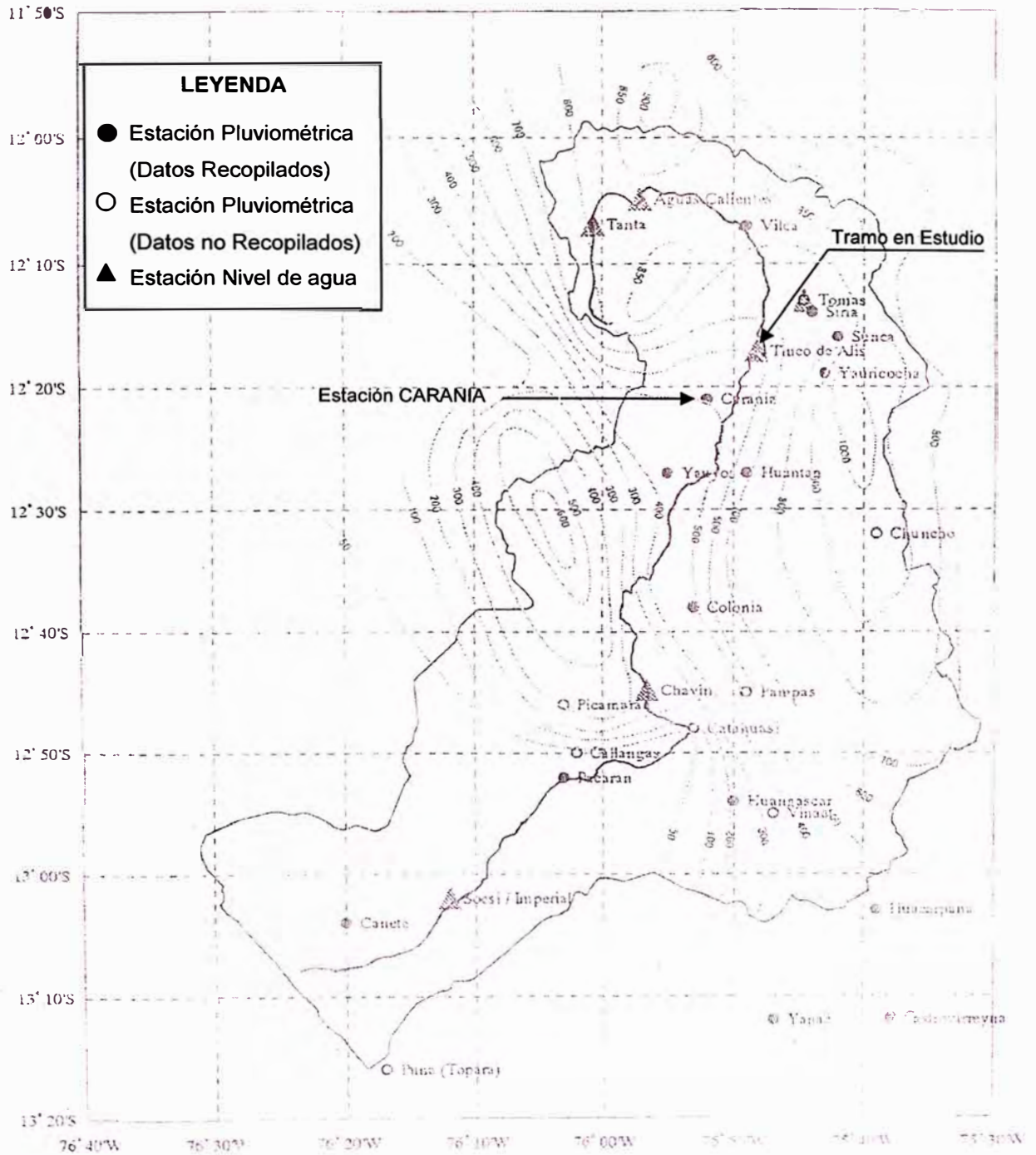
ANEXOS HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

ANEXO N° II-01: Polígono de Thiessen



Fuente: Estudio del desarrollo integral de recursos hídricos en la cuenca del Río Cañete, INRENA

ANEXO Nº II-02: Curvas Isoyetas (Precipitación Anual en mm)



Fuente: Estudio del desarrollo integral de recursos hidricos en la cuenca del Río Cañete, INRENA

ANEXO N° II-03

PRUEBA DE SMIRNOV - KOLMOGOROV

ESTACION: CARANIA

N	P = x	P = LOG x	P(X _{2x1}) _{obs}	DISTRIBUCION NORMAL				DISTRIBUCION LOG NORMAL				DISTRIBUCION LOG PEARSON III				DISTRIBUCION GUMBEL													
				z	F _(z)	P(X _{2x1}) _{TEO}	D _(n)	z	F _(z)	P(X _{2x1}) _{TEO}	D _(n)	y	F _(y)	P(X _{2x1}) _{TEO}	D _(n)	P = x	K	Y	P(X _{2x1}) _{TEO}	D _(n)									
1	33.1	1.52	0.023	2.90	0.998	0.002	0.021	2.46	0.993	0.007	0.016	16.19	0.013	0.987	0.964	33.1	2.90	3.87	0.021	0.002									
2	30.1	1.48	0.045	2.29	0.989	0.011	0.034	2.06	0.980	0.020	0.026	15.02	0.026	0.974	0.928	30.1	2.29	3.17	0.041	0.004									
3	29.3	1.47	0.068	2.12	0.983	0.017	0.051	1.95	0.974	0.026	0.043	14.68	0.031	0.969	0.901	29.3	2.12	2.98	0.049	0.019									
4	27.0	1.43	0.091	1.66	0.951	0.049	0.042	1.61	0.947	0.053	0.037	13.67	0.053	0.947	0.856	27.0	1.66	2.45	0.083	0.008									
5	26.0	1.41	0.114	1.45	0.927	0.073	0.040	1.46	0.927	0.073	0.041	13.21	0.067	0.933	0.819	26.0	1.45	2.21	0.104	0.010									
6	25.0	1.40	0.136	1.25	0.894	0.106	0.030	1.29	0.902	0.098	0.038	12.72	0.085	0.915	0.778	25.0	1.25	1.98	0.129	0.007									
7	24.4	1.39	0.159	1.13	0.870	0.130	0.029	1.19	0.883	0.117	0.043	12.42	0.098	0.902	0.743	24.4	1.13	1.84	0.147	0.012									
8	23.4	1.37	0.182	0.92	0.822	0.178	0.004	1.02	0.846	0.154	0.028	11.91	0.125	0.875	0.694	23.4	0.92	1.61	0.182	0.000									
9	22.6	1.35	0.205	0.76	0.777	0.223	0.019	0.87	0.809	0.191	0.014	11.48	0.151	0.849	0.645	22.6	0.76	1.42	0.215	0.010									
10	21.9	1.34	0.227	0.62	0.732	0.268	0.041	0.74	0.772	0.228	0.001	11.09	0.178	0.822	0.595	21.9	0.62	1.26	0.248	0.021									
11	21.4	1.33	0.250	0.52	0.697	0.303	0.053	0.65	0.742	0.258	0.008	10.80	0.200	0.800	0.550	21.4	0.52	1.14	0.274	0.024									
12	20.9	1.32	0.273	0.42	0.661	0.339	0.066	0.55	0.709	0.291	0.018	10.51	0.225	0.775	0.502	20.9	0.42	1.02	0.302	0.030									
13	20.5	1.31	0.295	0.33	0.631	0.369	0.074	0.47	0.681	0.319	0.024	10.27	0.247	0.753	0.457	20.5	0.33	0.93	0.326	0.031									
14	20.1	1.30	0.318	0.25	0.600	0.400	0.082	0.39	0.651	0.349	0.031	10.03	0.271	0.729	0.410	20.1	0.25	0.84	0.352	0.034									
15	20.0	1.30	0.341	0.23	0.592	0.408	0.067	0.37	0.643	0.357	0.016	9.97	0.278	0.722	0.381	20.0	0.23	0.81	0.359	0.018									
16	19.3	1.29	0.364	0.09	0.536	0.464	0.101	0.22	0.587	0.413	0.049	9.53	0.326	0.674	0.311	19.3	0.09	0.65	0.407	0.044									
17	18.9	1.28	0.386	0.01	0.503	0.497	0.110	0.13	0.553	0.447	0.061	9.27	0.356	0.644	0.258	18.9	0.01	0.56	0.437	0.050									
18	18.6	1.27	0.409	-0.05	0.479	0.521	0.112	0.07	0.526	0.474	0.064	9.07	0.380	0.620	0.211	18.6	-0.05	0.49	0.460	0.051									
19	18.0	1.26	0.432	-0.17	0.431	0.569	0.137	-0.07	0.472	0.528	0.096	8.66	0.432	0.568	0.136	18.0	-0.17	0.35	0.507	0.076									
20	17.7	1.25	0.455	-0.24	0.407	0.593	0.139	-0.14	0.445	0.555	0.101	8.46	0.460	0.540	0.085	17.7	-0.24	0.28	0.532	0.078									
21	17.5	1.24	0.477	-0.28	0.391	0.609	0.131	-0.19	0.426	0.574	0.097	8.32	0.479	0.521	0.043	17.5	-0.28	0.23	0.549	0.072									
22	17.4	1.24	0.500	-0.30	0.383	0.617	0.117	-0.21	0.417	0.583	0.083	8.25	0.489	0.511	0.011	17.4	-0.30	0.21	0.557	0.057									
23	17.1	1.23	0.523	-0.36	0.360	0.640	0.117	-0.28	0.389	0.611	0.088	8.03	0.519	0.481	0.042	17.1	-0.36	0.14	0.583	0.060									
24	16.8	1.23	0.545	-0.42	0.338	0.662	0.117	-0.36	0.361	0.639	0.094	7.81	0.551	0.449	0.096	16.8	-0.42	0.07	0.608	0.063									
25	16.6	1.22	0.568	-0.46	0.323	0.677	0.109	-0.41	0.343	0.657	0.089	7.66	0.572	0.428	0.140	16.6	-0.46	0.02	0.625	0.057									
26	16.6	1.22	0.591	-0.46	0.323	0.677	0.086	-0.41	0.343	0.657	0.067	7.66	0.572	0.428	0.163	16.6	-0.46	0.02	0.625	0.034									
27	16.1	1.21	0.614	-0.56	0.288	0.712	0.099	-0.53	0.297	0.703	0.089	7.29	0.626	0.374	0.240	16.1	-0.56	-0.10	0.668	0.055									
28	16.1	1.21	0.636	-0.56	0.288	0.712	0.076	-0.53	0.297	0.703	0.066	7.29	0.626	0.374	0.263	16.1	-0.56	-0.10	0.668	0.032									
29	16.0	1.20	0.659	-0.58	0.281	0.719	0.060	-0.56	0.288	0.712	0.053	7.21	0.637	0.363	0.296	16.0	-0.58	-0.12	0.677	0.018									
30	16.0	1.20	0.682	-0.58	0.281	0.719	0.038	-0.56	0.288	0.712	0.030	7.21	0.637	0.363	0.319	16.0	-0.58	-0.12	0.677	0.005									
31	15.9	1.20	0.705	-0.60	0.274	0.726	0.022	-0.58	0.280	0.720	0.016	7.13	0.648	0.352	0.353	15.9	-0.60	-0.14	0.685	0.019									
32	15.6	1.19	0.727	-0.66	0.254	0.746	0.019	-0.66	0.254	0.746	0.019	6.90	0.682	0.318	0.409	15.6	-0.66	-0.21	0.711	0.017									
33	15.1	1.18	0.750	-0.76	0.222	0.778	0.028	-0.80	0.212	0.788	0.038	6.49	0.737	0.263	0.487	15.1	-0.76	-0.33	0.752	0.002									
34	15.1	1.18	0.773	-0.76	0.222	0.778	0.005	-0.80	0.212	0.788	0.015	6.49	0.737	0.263	0.510	15.1	-0.76	-0.33	0.752	0.021									
35	14.9	1.17	0.795	-0.80	0.211	0.789	0.006	-0.85	0.197	0.803	0.008	6.33	0.759	0.241	0.554	14.9	-0.80	-0.38	0.768	0.028									
36	14.6	1.16	0.818	-0.87	0.193	0.807	0.012	-0.94	0.174	0.826	0.008	6.08	0.791	0.209	0.609	14.6	-0.87	-0.45	0.791	0.027									
37	14.2	1.15	0.841	-0.95	0.172	0.828	0.013	-1.05	0.146	0.854	0.013	5.73	0.831	0.169	0.672	14.2	-0.95	-0.54	0.821	0.020									
38	14.1	1.15	0.864	-0.97	0.167	0.833	0.030	-1.08	0.139	0.861	0.003	5.65	0.841	0.159	0.704	14.1	-0.97	-0.56	0.828	0.036									
39	14.1	1.15	0.886	-0.97	0.167	0.833	0.053	-1.08	0.139	0.861	0.026	5.65	0.841	0.159	0.727	14.1	-0.97	-0.56	0.828	0.059									
40	14.1	1.15	0.909	-0.97	0.167	0.833	0.076	-1.08	0.139	0.861	0.049	5.65	0.841	0.159	0.750	14.1	-0.97	-0.56	0.828	0.081									
41	13.5	1.13	0.932	-1.09	0.138	0.862	0.070	-1.26	0.103	0.897	0.035	5.11	0.894	0.106	0.826	13.5	-1.09	-0.70	0.868	0.064									
42	12.9	1.11	0.955	-1.21	0.113	0.887	0.067	-1.45	0.073	0.927	0.028	4.55	0.937	0.063	0.892	12.9	-1.21	-0.84	0.903	0.052									
43	12.4	1.09	0.977	-1.31	0.095	0.905	0.072	-1.62	0.053	0.947	0.030	4.06	0.964	0.036	0.941	12.4	-1.31	-0.96	0.927	0.050									
MAX.							0.139	MAX.							0.101	MAX.							0.964	MAX.					0.081

RESUMEN DE RESULTADOS

ESTADISTICO	FUNCION DE DISTRIBUCION			
	NORMAL	LOG-NORMAL	LOG PEARSON III	GUMBEL
D _{opt}	0.1385	0.1009	0.9638	0.0812

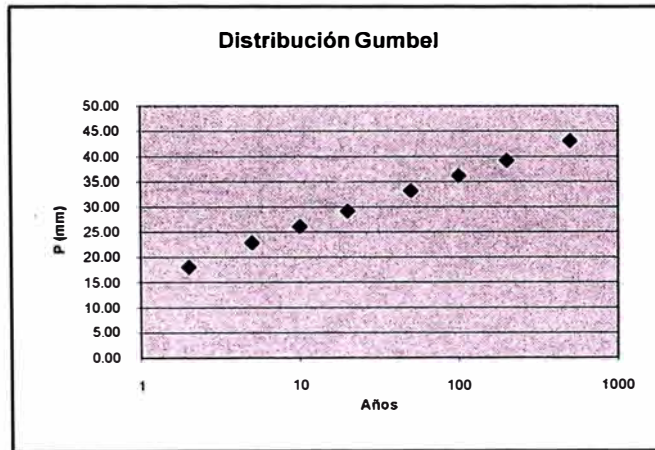
FUNCION DE DISTRIBUCION SELECCIONADA : GUMBEL

DE LA TABLA : n : 43
a : 5.0%
Máximo tabula Dα : 0.206

D_(n) < Dα

ANEXO N° II-04
Precipitación máxima para diversos
Periodos de retorno

T	Precipitación	Prob($P_{max} \leq x$)
2	18.09	0.5
5	22.95	0.8
10	26.17	0.9
20	29.25	0.95
50	33.24	0.98
100	36.24	0.99
200	39.22	0.995
500	43.15	0.998



ANEXO N° II-05

CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS MCA

Proyecto : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo		Especialidad :
Tramo: Km. 165+900 al Km. 166+200		HIDROLOGIA E HIDRAULICA
Etapa : Informe de Suficiencia		
Hecho por : MEC	Estación: CARANIA	Fecha : Junio - 2009
		Revisión : 01

CUENCA QUEBRADA SUCHOC

Parametros Geomorfologicos de la Cuenca

Lc (km)	5.55
Lcg (km)	3.45
P (km)	15.60
A (km ²)	9.50

Parametros del Rectangulo Equivalente

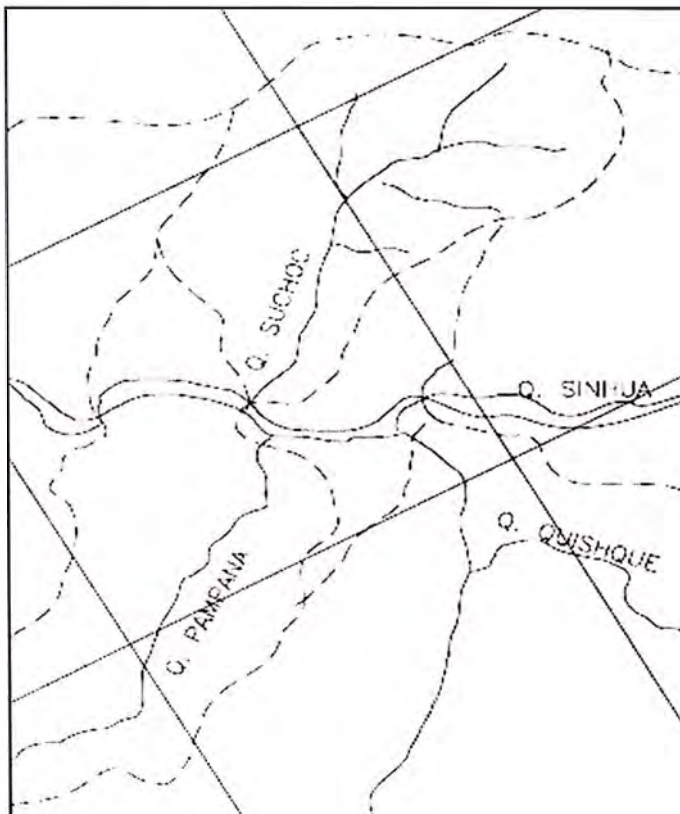
Kc	1.43
LM (m)	6,289.76
Lm (m)	1,510.39
H (msnm)	3,583.00
h (msnm)	3,305.00
S (m/m)	0.04

Tiempo de Concentración Tc (hrs)

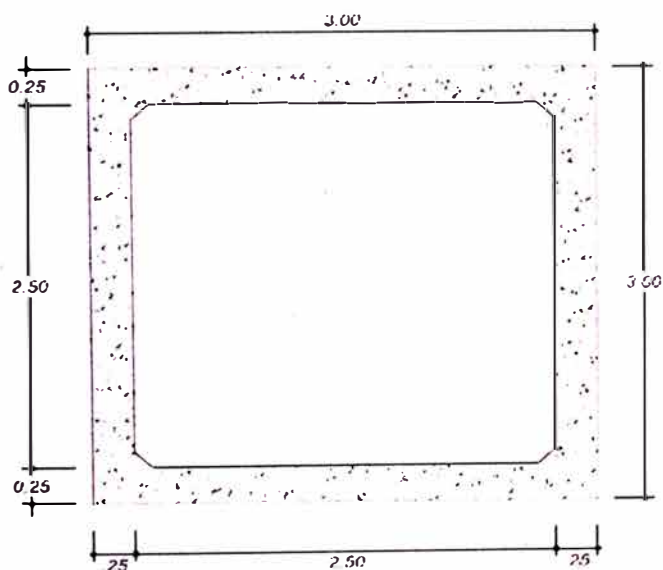
Kirpich	0.83
U.S. Corps	2.00
Hathaway	1.32
Tc (hrs)	1.32
Tc (min)	79.26

Caudal de Diseño para Tr = 20 años

P (mm)	29.25
I (mm/hr)	11.50
C	0.46
Q (m ³ /seg)	13.97



Alcantarilla MCA: 2.50 x 2.50 m



APLICACIÓN DEL PROGRAMA HY8 VERSION 7.1.0

1.- Ingreso de datos: Alcantarilla tipo MCA 2.50x2.50 m

Crossing Data - Progresiva Km. 166+130

Crossing Properties
Name: Progresiva Km. 166+130

Parameter	Value	Units
DISCHARGE DATA		
Minimum Flow	0.00	cms
Design Flow	13.97	cms
Maximum Flow	15.00	cms
TAILWATER DATA		
Channel Type	Rectangular Channel	
Bottom Width	2.50	m
Channel Slope	0.0200	m/m
Manning's n (channel)	0.0150	
Channel Invert Elevation	3339.45	m
Rating Curve	View...	
ROADWAY DATA		
Roadway Profile Shape	Irregular	
Irregular Shape	Define...	
Roadway Surface	Paved	
Top Width	8.67	m

Culvert Properties
Alcantarilla 2.5x2.5 m

Parameter	Value	Units
CULVERT DATA		
Name	Alcantarilla 2.5x2.5 m	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	2500.00	mm
Rise	2500.00	mm
Embedment Depth	0.00	mm
Manning's n	0.0150	
Inlet Type	Conventional	
Inlet Edge Condition	1:1 Bevel (45° flare) Wingwall	
Inlet Depression?	No	
SITE DATA		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	-4.05	m
Inlet Elevation	3339.62	m
Outlet Station	4.62	m
Outlet Elevation	3339.45	m
Number of Barrels	1	

Click on any icon for help on a specific topic

2.- Resultado del análisis: La máxima altura que alcanza el agua al ingreso es de 2.26 m y 0.91 m en la salida.

Culvert Summary Table - Alcantarilla 2.5x2.5 m

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	3339.62	0.00	0.00	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.50	1.50	3340.11	0.49	0.49	1-S2n	0.18	0.33	0.23	0.20	2.62	2.95
3.00	3.00	3340.39	0.77	0.77	1-S2n	0.31	0.53	0.38	0.32	3.14	3.77
4.50	4.50	3340.63	1.01	1.01	1-S2n	0.41	0.69	0.52	0.42	3.48	4.34
6.00	6.00	3340.85	1.23	0.33	1-S2n	0.51	0.84	0.64	0.50	3.75	4.76
7.50	7.50	3341.06	1.44	1.44	1-S2n	0.59	0.97	0.76	0.59	3.97	5.11
9.00	9.00	3341.26	1.64	0.50	1-S2n	0.67	1.10	0.87	0.67	4.16	5.41
10.50	10.50	3341.46	1.84	0.57	1-S2n	0.75	1.22	0.97	0.74	4.33	5.66
12.00	12.00	3341.64	2.02	0.65	1-S2n	0.82	1.33	1.07	0.82	4.48	5.89
13.50	13.50	3341.83	2.21	0.72	1-S2n	0.89	1.44	1.17	0.89	4.62	6.09
13.97	13.97	3341.88	2.26	0.74	1-S2n	0.91	1.47	1.20	0.91	4.66	6.15

Display

Crossing Summary Table

Culvert Summary Table Alcantarilla 2.5x2.5 m

Water Surface Profiles

Improved Inlet Table

Customized Table Options...

Geometry

Inlet Elevation: 3339.62 m

Outlet Elevation: 3339.45 m

Culvert Length: 8.67 m

Culvert Slope: 0.0196

Upstream Invert: 0.00 m

Downstream Invert: 0.00 m

Outlet Control: Profiles

Plot

3.- Resultado de análisis: Caudal de ingreso vs. Nivel de ingreso aguas arriba

Water Surface Profile Table - Alcantarilla 2.5x2.5 m

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)	Last Step (m)	Mean Slope (%)	First Depth (m)	Last Depth (m)
0.00	0.00	3339.62	0.00	0.00	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.50	1.50	3340.11	0.49	0.49	1-S2n	0.00	8.65	0.11	1.38	0.33	0.23
3.00	3.00	3340.39	0.77	0.77	1-S2n	0.00	8.59	0.58	1.13	0.53	0.38
4.50	4.50	3340.63	1.01	1.01	1-S2n	0.00	8.62	0.05	1.04	0.69	0.52
6.00	6.00	3340.85	1.23	0.33	1-S2n	0.00	8.61	0.04	0.99	0.84	0.64
7.50	7.50	3341.06	1.44	1.44	1-S2n	0.00	8.60	0.03	0.97	0.97	0.76
9.00	9.00	3341.26	1.64	0.50	1-S2n	0.00	8.60	0.03	0.95	1.10	0.87
10.50	10.50	3341.46	1.84	0.57	1-S2n	0.00	8.60	0.03	0.94	1.22	0.97
12.00	12.00	3341.64	2.02	0.65	1-S2n	0.00	8.59	0.03	0.94	1.33	1.07
13.50	13.50	3341.83	2.21	0.72	1-S2n	0.00	8.61	0.03	0.94	1.44	1.17
13.97	13.97	3341.88	2.26	0.74	1-S2n	0.00	8.61	0.03	0.94	1.47	1.20

Display: Crossing Summary Table, Culvert Summary Table, Water Surface Profiles, Improved Inlet Table, Customized Table

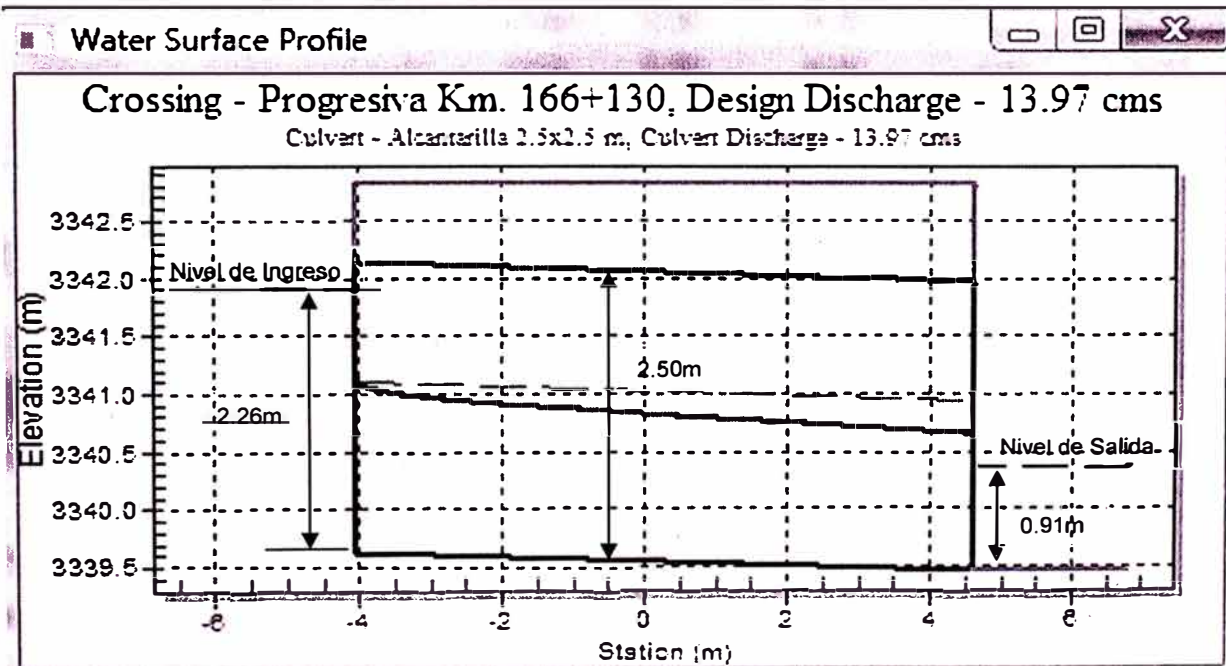
Geometry: Inlet Elevation: 3339.62 m, Outlet Elevation: 3339.45 m, Culvert Length: 8.67 m, Culvert Slope: 0.0196, Inlet Control: 0.00 m, Outlet Control: 0.00 m

Plot: Crossing Rating Curve, Culvert Performance Curve, Selected Water Profile

Outlet Control: Profiles

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (*.pdf), Close

4.- Resultado de análisis: Perfil de flujo a través de la alcantarilla



ANEXO N° II-06

CALCULO DE DIMENSIONES DE CUNETA TRIANGULAR			
Proyecto : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo			Especialidad :
Tramo: Km. 165+900 al Km. 166+200			HIDROLOGIA E HIDRAULICA
Etapa : Informe de Suficiencia		Estación: CARANIA	Revisión : 01
Hecho por : MEC		Fecha : Junio - 2009	

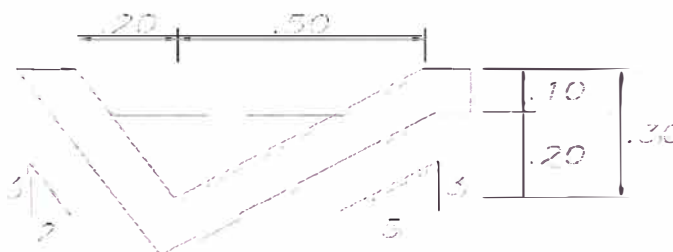
Parametros Geomorfologicos del Area de Aporte

L (km)	0.12
B (km)	0.13
S (m/m)	0.05
A (km ²)	0.02

Tiempo de Concentración Tc (hrs)

Kirpich	0.04
U.S. Corps	0.10
Hathaway	0.21
Tc (hrs)	0.04
Tc (min)	2.39

Cuneta Triangular 0.70 x 0.30 m



Caudal de Diseño para Tr = 10 años

P (mm)	26.17
I (mm/hr)	59.24
C	0.40
Q (m ³ /seg)	0.10

Verificación de Sección Hidráulica

S (m/m)	0.05
n	0.015
A (m ²)	0.05
P (m)	0.63
R (m)	0.07
Q (m ³ /seg)	0.12 (70% de la máxima capacidad)

Conclusiones:

- 1.- La sección de Cuneta de 0.70 m x 0.30 m propuesto cumple con la sección hidráulica requerida.
- 2.- La máxima capacidad de descarga de la cuneta es de 0.36 m³/seg.
- 3.- Asimismo, la Cuneta propuesta cumple con las dimensiones mínimas de EG 2000.

ANEXO N° II-07

CALCULO DE DIMENSIONES DE SUBDREN			
Proyecto : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo			Especialidad :
Tramo: Km. 165+900 al Km. 166+200			HIDROLOGIA
Etapa : Informe de Suficiencia			
Hecho por : MEC	Estación: CARANIA	Fecha : Junio - 2009	Revisión : 01

CAUDAL DE DISEÑO

$$Q_d = Q_i + Q_s + Q_h$$

Donde:

- Qd: Caudal de diseño.
- Qi: Caudal por infiltración.
- Qh: Caudal debido a filtraciones puntuales estimado en campo.
- Qs: Caudal sub superficial.

Caudal por Infiltración Directa

$$Q_i = I_R \times B \times L \times F_i \times F_r$$

Donde:

- Qi: Caudal por infiltración, cm³/s.
- IR: Intensidad de lluvia anual, para un Tr = 5 años, cm/s
- B: Ancho de infiltración (perpendicular al flujo del subdren), cm.
- L: Longitud del subdren, cm.
- Fi: Factor de infiltración. (Ver Cuadro Factores de infiltración).
- Fr: Factor de retención de la base (Ver Cuadro Factores de Retención de la Base).

Parametros Geomorfologicos del Area de Aporte

L (km)	0.05
B (km)	0.01
S (m/m)	0.01
A (km ²)	0.00

Tiempo de Concentración Tc (hrs)

Kirpich	0.04
U.S. Corps	0.07
Hathaway	0.21
Tc (hrs)	0.07
Tc (min)	4.43

Intensidad de lluvia para Tr = 5 años

P (mm)	22.95
I (mm/hr)	38.13
I (cm/seg)	0.001059

Factores de Infiltración

Tipo de carpeta	Fi
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.30
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.40
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.50
Carpeta de concreto de cemento Portland	0.67

Factores de Retención de la Base

Tipo de Base	Fr
Bases bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases mal gradadas, en servicio 5 años o más	1/3
Bases mal gradadas, en servicio menos de 5 años.	1/2

Los valores de B, Fi y Fr, dependen de las características del pavimento y se mantienen constantes a lo largo de este tramo y son:

- IR= 0.001059 cm/s
- B = 1000 cm (10 metros de ancho total de plataforma)
- L = 5000 cm (Longitud mayor entre descargas de subdrenes)
- Fi = 0.40 (Factor de infiltración)
- Fr = 0.33 (Factor de retención de la base granular)

Reemplazando valores, se obtiene:

Qi = 699.05 cm³/s

Caudal Sub – superficial

Para flujo sub - superficial, emplearemos la ecuacion de Darcy

$$Q_s = K \times i \times A$$

Donde:

- K: Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente, cm/s.
- i: Gradiente hidráulico.
- A: Area efectiva para el caso del abatimiento del nivel freático, cm².

$$i = \frac{\Delta h}{x}$$

Donde:

- Δh : Pérdida de carga hidráulica, m
- x : Distancia en la dirección del flujo, m.

De acuerdo a las características del pavimento, se estableció la ubicación del subdren a 1.50 m por debajo de la sub-rasante

Se tiene:

- K = 1.00E-03 cm/s (promedio estimado)
- $\Delta h = 1.50$ m
- $x=B= 10.00$ m
- i = 0.15
- L= 50.00 m (considerando subdren longitudinal de mayor longitud)
- A= $\Delta h \times L = 75.00$ m²
- A= 750000.00 cm²

Reemplazando valores, se obtiene:

$$Q_{si} = 112.50 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Dado que este sistema de drenaje afectará al nivel freático a ambos lados de la sección analizada, se considera el doble del caudal obtenido por la ley de Darcy

$$Q_s = 225.00 \text{ cm}^3/\text{s}$$

APORTE DE FILTRACIONES PUNTALES

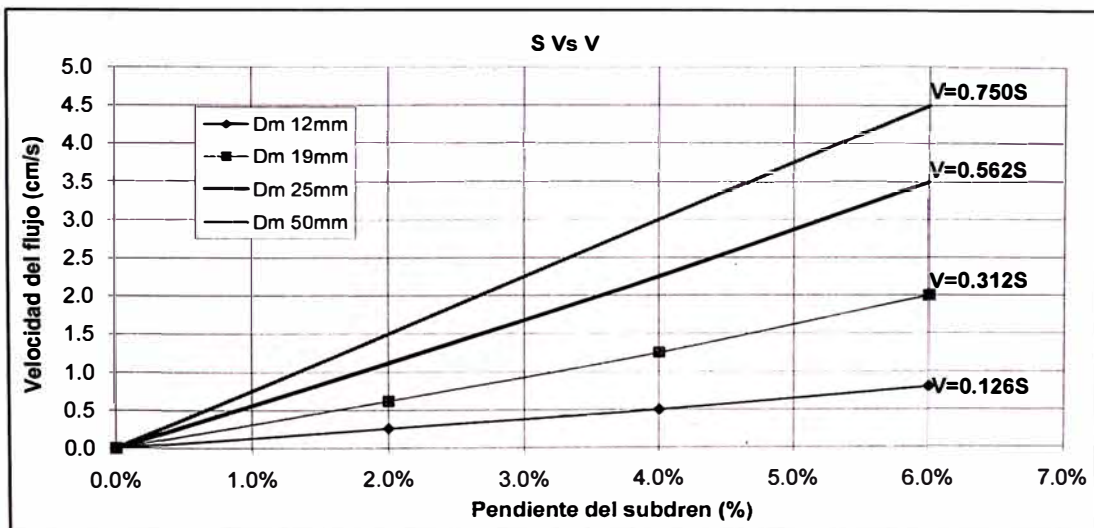
$$Q_h = 500.00 \text{ cm}^3/\text{s} \quad 0.0005 \text{ m}^3/\text{s} = 0.5000 \text{ l/s}$$

FINALMENTE

$$Q_d = 1424.05 \text{ cm}^3/\text{s} = 0.0014 \text{ m}^3/\text{s} = 1.4241 \text{ l/s}$$

CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL SUBDREN

Pendiente (S%)	Velocidad (cm/s)			
	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
0%	0.00	0.00	0.00	0.00
2%	0.26	0.62	1.12	1.50
4%	0.50	1.25	2.25	3.00
6%	0.80	2.00	3.50	4.50



Nota: S = Pendiente del subdren

Dimensionando Sección de Subdren

Ancho= 0.60 m (mínimo)
Alto= 1.40 m
Area= 0.84 m²
Qd= 1424.05 cm³/s
Qd= 0.00142 m³/s

$$Q_f = V \times A$$

Para una Pendiente de 1% (min) Tenemos:

	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
V (cm/s)	0.126	0.312	0.562	0.750
Q (cm ³ /s)	1058.4	2620.8	4720.8	6300
	No!	Ok!	Ok!	Ok!

Para una Pendiente de 5% Tenemos:

	Dm 12mm	Dm 19mm	Dm 25mm	Dm 50mm
V (cm/s)	0.630	1.560	2.810	3.750
Q (cm ³ /s)	5292	13104	23604	31500
	Ok!	Ok!	Ok!	Ok!

Conclusión:

El material drenante adecuado debe tener un diametro mínimo de \square Dm 19 mm(3/4") y máximo Dm 50mm

DISEÑO DE LA TUBERIA COLECTORA

Emplearemos la ecuacion de Manning:

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

Verificación de Sección Hidráulica: Tubo PVC 4"

S (m/m)	0.01
n	0.010
A (m ²)	0.06
P (m)	0.20
R (m)	0.30
Q (m ³ /seg)	0.27
Q (cm ³ /seg)	271,596

Conclusiones:

- 1.- La tubería de PVC 4" propuesto cumple con la sección hidráulica requerida.
- 2.- Para el proyecto se proponer utilizar tuberías de PVC-SAP 6" para la recolección y descarga en razón de prevención de no ejecutarse la reconstrucción del canal de riego existente deteriorado.

ANEXOS EXPEDIENTE TÉCNICO

ANEXO N° III-01 Expediente Técnico

04.01 Demolición de estructuras existentes

Descripción

Este trabajo consiste en la remoción total o parcial de la estructura del canal de riego existente y que pueden ser de mampostería de piedra o concreto en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, la remoción, carga, transporte, descarga y disposición final de los materiales provenientes de la demolición en las áreas indicadas o aprobadas por el supervisor.

Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos; incluye también el suministro y conformación del material de relleno para zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del supervisor.

Materiales

Los materiales provenientes de la demolición que, a juicio del supervisor sean aptos para uso en la obra en estructuras (piedras de la mampostería), rellenar y emparejar la zona de la 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 en esta actividad deberán tener la aprobación previa del supervisor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo ameriten, 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 deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el supervisor.

Los equipos deberán cumplir con las especificaciones de normas ambientales y con la aprobación del supervisor.

Métodos de demolición

El contratista no podrá iniciar la demolición de estructuras sin previa autorización escrita del supervisor, en la cual se definirá el alcance del trabajo por ejecutar y se incluirá la aprobación de los métodos propuestos para hacerlo. Tal autorización no exime al contratista de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de las condiciones pertinentes establecidas en los documentos contractuales.

El contratista será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, al medio ambiente, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

Los trabajos deberán efectuarse de 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 materia del contrato, cuando esta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (agua, energía, teléfono, acueducto, alcantarillado), 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.

Demolición de estructuras

Cuando estas estructuras se encuentren en servicio para el tránsito público, el contratista no podrá proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito.

El contratista deberá coordinar con las instituciones respectivas para establecer los desvíos correspondientes. Las zonas de obra deberán estar cercadas para evitar accidentes a las poblaciones aledañas y al personal de obra.

A menos que los documentos del proyecto establezcan otra cosa o que el supervisor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho de la quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta por lo menos treinta centímetros (30 cm) mas debajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes deberán demolerse hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del proyecto, los

trabajos se efectuaran de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras deberán efectuarse con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que los documentos del proyecto lo establezcan de otra manera. Cuando se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de los 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 las especificaciones particulares, a menos que el supervisor autorice otro lugar.

Disposición de los materiales

A juicio del supervisor y de acuerdo con las instrucciones al respecto, los materiales de las 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 este fin. Todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas quedarán de propiedad del contratista, quien deberá trasladarlos o disponerlos 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 poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Todas las labores de disposición de materiales se realizaran 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.

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar que el contratista tenga 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 los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Medir las cantidades de trabajo ejecutado por el contratista de acuerdo con la presente especificación.

El supervisor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

Medición

La medida será en metros cúbicos (m³) para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, inventario in-situ de cada estructura antes de ser demolida.

Bases de pago

La cantidad determinada según el método de medición será en metros cúbicos (m³), pagada al precio unitario del contrato establecido para esta partida "*Demolición de estructuras existentes*", por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el supervisor.

El precio unitario deberá cubrir además todos los costos por las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separaciones de materiales aprovechables, carga, descarga y almacenamiento; remoción, traslado y reinstalación, restauración de elementos de servicios existentes, equipo, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida.

El transporte de materiales de desecho, que pudiera ordenar el supervisor, a una distancia mayor de 120 metros desde el lugar de la demolición, se pagara por separado mediante la partida Transportes de escombros para $d \leq 1.00$ km y $d > 1.00$ km, de ser el caso descontando siempre la distancia libre de transporte de 120 metros.

04.02 Excavación no clasificada para estructuras

Descripción

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la construcción de alcantarillas de concreto, muros, cunetas y toda otra estructura para la cual la partida particular no especifique en otra forma tales excavaciones, incluyendo el retiro de todo el material excavado. También comprenderá los trabajos de desbroce y limpieza, perfilado y compactado del fondo de las excavaciones, sin considerar los trabajos de reemplazo de material. Todo el trabajo se realizará de conformidad con los requisitos para las

estructuras indicadas en los planos y según lo ordenado por el Supervisor.

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

Equipos

Todos los equipos utilizados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajustan al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

Método de construcción

a) Excavación

- El contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de los trabajos de excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado, para realizar los cálculos de volúmenes respectivos. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras más allá del límite especificado en el método de medición y/o sin previa autorización del Supervisor.
- La excavación se realizará de acuerdo a la geometría de las estructuras a construir, al alineamiento y cotas indicadas en los planos del proyecto y/o de replanteo, siendo obligación del Supervisor controlar estos trabajos topográficamente.
- Deberán tener las suficientes dimensiones de modo que permitan construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de las estructuras indicadas.
- La cota de la parte inferior de las bases, así como la ubicación de las estructuras, que se indican en los planos, podrán ser reajustadas de acuerdo al resultado obtenido en el replanteo. El Supervisor deberá ordenar por escrito los cambios en dimensiones, cotas de las bases y ubicación de la estructura.
- Las raíces, troncos y materiales inadecuados y sueltos que se encuentre al nivel de cimentación, deberán ser retirado o cortado al ras, según sea el caso.
- Cuando las obras de cimentación tengan que apoyarse sobre suelos que puedan ser afectado rápidamente por el intemperismo, deberá tomar especial cuidado de no remover el fondo de la excavación, por lo que las excavaciones deberán suspenderse quince (15) centímetros aproximadamente antes de la cota de cimentación. No se efectuará la excavación hasta la cota final, hasta momentos

antes de iniciar la construcción de la cimentación.

- Los cortes en los taludes serán lo más apropiados posibles, de modo que se garantice la estabilidad de los mismos. Tanto los taludes como los acabados (fijados sobre la base de las secciones indicadas en los planos) contarán con la aprobación del Supervisor.
- Toda piedra suelta o material inestable deberá ser removida.
- Para el caso de excavaciones profundas o de gran altura, donde el suelo a excavar no presente buena estabilidad, el Supervisor deberá ordenar la excavación con taludes concordantes con el ángulo de reposo del material, de manera de evitar derrumbes.
- Cuando la Supervisión lo crea por conveniente, las paredes de la excavación pueden servir como encofrado perdido, para lo cual las dimensiones de la excavación no deberán exceder en más de cinco (5) centímetros del borde de la estructura a vaciar. Las raíces, troncos o cualquier material orgánico que sobresalga, deberán estar cortado al ras. En caso de que se excedan del límite indicado, el Supervisor exigirá la utilización del correspondiente encofrado. En caso de taludes en roca suelta, el Supervisor podrá aceptar el vaciado de concreto pobre ($f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$) sobre el talud, de manera de obtener una superficie nivelada y enrasada que servirá como encofrado.
- El Contratista deberá realizar las obras de protección, contención sostenimiento, entibación y desviación para evitar derrumbes, inundaciones y erosiones en las excavaciones o desaguar las aguas acumuladas en las mismas. Si el drenaje natural o por gravedad no resulta factible, el Contratista, con la aprobación de la Supervisión, deberá utilizar un equipo de bombeo con suficiente potencia para realizar el trabajo.
- El Supervisor deberá verificar si la naturaleza y capacidad de soporte del suelo al nivel de fundación resulta ser adecuado para la cimentación de la estructura. Si el suelo resulta apropiado, se procederá a compactarlo empleando plancha vibratoria, rodillo manual autopropulsado u otro equipo aprobado por el Supervisor, hasta obtener como mínimo el 95% de la M.D.S. del Próctor Modificado. Si el suelo resulta ser inapropiado, el Supervisor indicará al Contratista los nuevos niveles de excavación adicional y el tipo de mejoramiento de suelo, para lo cual se puede utilizar concreto pobre ($f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$), material de over procedente de canteras

o relleno para estructuras, según las condiciones existentes en campo.

- En caso de que el suelo de fundación este compuesto por roca, se deberán recortar el fondo de la excavación hasta llegar a una roca inalterada, ya sea a un mismo plano, con gradas o dentada. Toda hendidura o grieta deberá ser limpiada y rellena con pasta o mortero de cemento. Toda roca suelta, desintegrada y estratos delgados deberán ser retirados. La superficie irregular obtenida en el fondo de la excavación deberá ser nivelada y enrasada con concreto pobre ($f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$), con la debida aprobación del Supervisor.
- En ninguna etapa de la construcción se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estabilidad de la excavación y/o de la estructura a medio construir, ya sea por presión directa o indirecta debido a la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo.

Toda sobre excavación por debajo de las cotas autorizadas, que sea atribuible al descuido del Contratista, será rellena a su costo, cumpliendo con la especificación de relleno para estructuras y con la aprobación del Supervisor.

b) Utilización de materiales excavados

Todo el material excavado que sea adecuado, será empleado como relleno para la formación del terraplén, mas no como relleno estructural, salvo indicaciones expresas del Supervisor.

La eliminación del material excedente puede ser en las cercanías de la zona de trabajo o en los botaderos autorizados, según lo ordene el Supervisor. En caso de ser eliminado en las cercanías de la zona de trabajo, el mismo deberá ser colocado, acomodado y extendido dentro de la distancia libre de transporte, de manera que no interfiera con el cauce existente ni perjudique la eficiencia y apariencia de la estructura.

c) Aprobación de los cimientos

Después de la conclusión de cada excavación, el Contratista notificará por escrito este evento al Supervisor. No se podrá continuar con la construcción de la estructura hasta que el Supervisor hubiera aprobado las cotas de cimentación y la calidad del material para la fundación.

d) Tolerancias

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

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Método de medición

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

No se reconocerá el volumen excavado fuera de los planos verticales exteriores paralelos a la estructura distanciados a 0.50m., del perímetro o contorno de la proyección horizontal de los cimientos, salvo que la Supervisión haya aprobado taludes no verticales.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

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.

Los derrumbes originados por causas imputables al Contratista, serán removidos a su costo y la sobre excavación y la eliminación a DME, como resultado de este fenómeno, no será reconocida.

Los derrumbes originados por hechos fortuitos (no imputables al Contratista) se procederán a realizar el seccionamiento y cálculo del volumen correspondiente, para efectos de transporte más no para ser contabilizado como excavación de estructuras.

Bases de pago

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida "*Excavación no clasificada para estructuras*". Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, acomodo de material excavado dentro de la distancia libre de transporte, trabajos y materiales necesarios para la protección, contención sostenimiento, entibación, bombeo y/o desviación de aguas en las excavaciones e imprevistos necesarios para culminar la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de los materiales excavados y de derrumbes no imputables al Contratista, no utilizados en rellenos se pagará con la partida transporte de eliminación de material a DME, según sea el caso.

El tratamiento del material eliminado se especifica en la partida "Depósito de desechos.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento y seguridad vial".

04.03 Relleno para estructuras

Descripción

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras o para la protección de éstas. El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso (extracción, apilamiento y zarandeo), está incluido o reconocido su pago, dentro del precio unitario de esta partida.

Material

El material empleado para el relleno será proveniente de canteras, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo	75 mm
% que pasa la malla N° 200	< 25% en peso

Límite líquido 30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

Equipos

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación deberá componerse de apisonadores de más de 10 kg de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm., u otro equipo como rodillo, plancha compactadora, aprobado por el Supervisor.

No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

Método de ejecución

El Contratista deberá notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

- Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, esviajamientos, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- Verifique el suelo y condiciones de fundación.
- Características del material a emplear como relleno.
- Lugares donde serán colocados.
- Estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos.

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

Para rellenos detrás de estructuras de contención y sostenimiento, su colocación se hará después de 14 días de vaciado el concreto o cuando las pruebas de resistencia realizadas bajo el control de la Supervisión, demuestren que el concreto ha alcanzado el 70% de la resistencia proyectada.

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del

ensayo Próctor Modificado. En caso el relleno llegue al nivel de la subrasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima de 100% de la M.D.S. del ensayo Próctor Modificado.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

La humedad del material de relleno, será aquella que determine el laboratorio de campo, y será específica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización (aireación por venteo, mezclado con material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización.

Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

Sólo se podrá realizar los rellenos de estructuras cuando el día esté soleado o nublado sin llegar a la precipitación fluvial, en cuyo caso se deberá paralizar los trabajos y protegerlos de la mejor manera para evitar la saturación de los materiales que no se haya logrado compactar.

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.

- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Métodos de medición

La unidad de medida para los rellenos será el metro cúbico (m³) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el proyecto o por el Supervisor y las delimitaciones indicadas en la partida "Excavación no clasificada para estructuras".

El cálculo de los volúmenes de relleno se realizará mediante el método de áreas medias. No se consideran los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tuberías de drenaje, camas de asiento y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

No se medirán los rellenos en sobre excavaciones y excavaciones fuera de los límites establecidos por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

En cuanto a las zonas donde se ha producido derrumbes se procederá de la siguiente manera:

- Si a criterio del Supervisor el derrumbe es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada correrá por cuenta del Contratista y deberá cumplir con la exigencia de densidad antes mencionadas.
- Si el derrumbe no es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada se cuantificará y se adicionará a los volúmenes de relleno de la estructura para su valorización correspondiente.

Bases de pago

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida "*Relleno para estructuras*". Este precio y pago constituye compensación total por toda extracción, apilamiento y zarandeo, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de los materiales procedentes de canteras se pagará con la partida Transporte de Material Provenientes de Canteras.

No existirá pago alguno por la realización de trabajos de contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, por estar incluidos dentro del pago de la presente partida.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.04 Encofrado y desencofrado

Descripción

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura

Materiales

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficies visibles, también denominada caravista, el encofrado deberá ser construido con paneles de $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre paneles deberá ser cubierta con cintas, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

Ejecución

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del vaciado sin deformarse, incluyendo el efecto de vibrado para densificación y que su remoción no cause daño al concreto. Para efectos de

diseño, se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el Contratista deberá presentar los diseños de los encofrados para la revisión y aprobación del Supervisor.

Los encofrados deberán ser contruidos de manera que el elemento de concreto vaciado tenga la forma y dimensiones del proyecto y que se encuentre de acuerdo con los alineamientos y cotas aprobadas por el Supervisor y deberán presentar una superficie lisa y uniforme.

Antes de armar el encofrado, se deberá verificar que la superficie del encofrado se encuentre exenta de elementos extraños y con un recubrimiento adecuado de una membrana sintética para evitar la adherencia del mortero o del procedimiento que el Contratista crea por conveniente, con la única condición que el resultado sea igual o superior al antes descrito y sea aprobado por el Supervisor.

Salvo indicación contraria, todas las intersecciones de planos de encofrados deberán ser achaflanadas, tanto en el caso de ángulos entrantes como en las aristas. En el caso de aristas, el achaflanado se realizará por medio de una tira de madera, de sección transversal en forma de triángulo rectángulo, isósceles, con catetos de 2 cm de longitud.

El encofrado deberá encontrarse debidamente apuntalado y arriostrado de manera que la rigidez y estabilidad del mismo no se vea amenazada. Se deberá dar especial cuidado a las juntas entre tablas, paneles o planchas.

Se deberá evitar el apoyo del encofrado en elementos sujetos a flexión o deslizamiento. Cuando el terreno natural sea rocoso, el apoyo puede realizarse directamente sobre éste.

Cuando el terreno natural tenga buena resistencia sin ser susceptible a la erosión o desmoronamiento el apoyo puede realizarse sobre elementos dispuestos horizontalmente. En caso de que el terreno natural no tenga buena capacidad de soporte, deberán ser clavadas estacas conjuntamente con los refuerzos horizontales antes mencionados.

No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Supervisor quien previamente habrá verificado el dimensionamiento, nivelación, verticalidad, estructuración del encofrado, humedecimiento adecuado de la caja del encofrado, la no

existencia de elementos libres (esquirlas o astillas), concretos antiguos pegados o de otro material que pueda perjudicar el vaciado y el acabado del mismo. En caso de elementos de gran altura en donde resulta difícil la limpieza, el encofrado debe contar con aberturas para facilitar esta operación.

El tiempo para la remoción del encofrado y obra falsa está acondicionado por el tiempo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Los tiempos mínimos recomendados son los siguientes:

- Costados de viga 24 horas
- Superficie de elementos verticales 48 horas
- Losas superiores de alcantarillas 14 días
- Losas superiores de pontones 14 días

En el caso de utilizarse aditivos acelerantes de fragua y previa autorización del Supervisor, los tiempos de desencofrado pueden reducirse, de acuerdo al tipo y proporción del aditivo que se emplee. En general, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo con las pruebas de resistencia en muestras del concreto, cuando ésta supere el 70% de su resistencia de diseño. Todo trabajo de desencofrado deberá contar la previa autorización escrita del Supervisor.

Todo encofrado, para ser reutilizado, no deberá presentar alabeos, deformaciones, incrustaciones y deberá presentar una superficie limpia.

Tipos de encofrado

Los tipos de encofrado se presentan en función del elemento a vaciar y del tipo de acabado, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

a) Encofrado de cimentación

Este tipo de encofrado se aplicará a las caras verticales de elementos de concreto que forman parte de la cimentación, así como aquellas caras que serán cubiertas por material de relleno, en general, este tipo de encofrado se utiliza para superficies no visibles. En este tipo de encofrado se encuentran incluidos el encofrado de losas apoyadas, tales como las de pavimento rígido y badenes.

b) Encofrado de elevación caravista

Este tipo de encofrado se aplicará a las caras verticales de elementos de concreto no contemplados en el encofrado de cimentación, tales como las pantallas de los muros de contención y sostenimiento, cuerpos de las alcantarillas de C^oA^o tipo MC, costados de losas de pontones y alcantarillas de C^oA^o, parapetos, muretes y todo aquel elemento que a criterio del Supervisor requiera de este acabado.

c) Encofrado de losa caravista

Este tipo de encofrado se aplicará para soportar directamente el peso del concreto, por lo que normalmente es horizontal. Este tipo de encofrado se utiliza para superficies visibles (losas de alcantarillas tipo MCA y pontones, entre otras).

Deberá preverse la utilización de impermeabilizantes para el encofrado de madera para evitar cambios volumétricos de éste. Se deberá complementar con equipo de bombeo para bajar los niveles de agua o de ser posible secar la zona de trabajo.

En caso de encofrado metálico, se utilizará laca desmoldante que evite la contaminación y adherencia.

El uso indicado para determinado tipo de encofrado, no es limitativo, queda a criterio del Supervisor su utilización.

Métodos de medición

Se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura de concreto efectiva que esté cubierta directamente por dicho encofrado y que realmente haya sido ejecutada y aprobada por el Supervisor. La unidad medida será el metro cuadrado (m²).

Bases de pago

El pago del encofrado medido de la manera antes descrita, se realizará con la partida correspondiente en base al precio unitario por metro cuadrado (m²) de "Encofrado y Desencofrado". Este precio y pago incluirá, además de los materiales, mano de obra, beneficios sociales, equipo, transporte de los encofrados a las diferentes zonas de trabajo y herramientas necesarias para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de apoyos indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.05 Acero de refuerzo $f_y = 4,200\text{Kg/cm}^2$

Descripción

Esta partida comprenderá el aprovisionamiento, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo en estructuras de concreto armado; de a la sección 615 "Acero de Refuerzo" de las Especificaciones Técnicas Generales

para Construcción de Carreteras EG-2000, a estas especificaciones técnicas, a los planos o a las indicaciones del Supervisor.

Material

Las varillas para el refuerzo del concreto estructural, deberán estar de acuerdo con los requisitos AASHTO, designación M-31 y deberán ser probadas de acuerdo con AASHTO, M-137 en lo que respecta a las varillas N° 3 a N° 11 o conforme a las especificaciones del acero producido por SIDERPERU o ACEROS AREQUIPA del acero grado 60, según corresponda.

El alambre N° 16, para efectuar el atortolamiento, del acero de refuerzo deberá ser del tipo negro recocido.

Requisitos de construcción

a) Suministro y almacenamiento

Las varillas corrugadas a usar deberán tener impresas en forma clara las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, así como el grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente deberán contar con etiquetas que indiquen el lote correspondiente.

No se aceptarán las varillas que no estén identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten o rompan en la parte exterior de la zona doblada.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en forma ordenada y por encima del nivel del terreno, ya sea sobre plataformas, largueros u otros soportes adecuados, de manera que se encuentre protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial por efectos de la intemperie y ambiente corrosivos entre otros.

Asimismo, el acero no deberá estar expuesto a fenómenos atmosféricos, principalmente precipitación pluvial.

b) Lista de despiece y diagrama de doblado

Antes de iniciar el corte del material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá proporcionar al Supervisor, para su aprobación, las listas de despiece y los diagramas de doblado en compatibilidad con lo indicado en los planos. No se iniciará trabajo alguno hasta que dichas listas y diagramas hubiesen sido aprobados. La aprobación de tales listas y diagramas, de ninguna manera podrá exonerar al Contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de la exactitud de las mismas. Será

por cuenta del Contratista la inspección de los materiales entregados, de acuerdo con esas listas y diagramas, para la comprobación del acatamiento correspondiente a lo especificado en las mismas.

c) Equipo

Se requiere de equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo, los cuales no deberán producir ruidos por encima de los permisibles, que afecten la tranquilidad del personal de obra.

El empleo de equipo deberá contar con la autorización del Supervisor. Todo personal que manipule las varillas de acero deberá contar con guantes de protección.

d) Doblado

Todas las varillas de refuerzo que requieran dobladura, deberán ser dobladas en frío, y de acuerdo con los procedimientos del "American Concrete Institute" (Instituto Americano del Concreto). Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, serán los siguientes:

- Varillas uso general, excepto elementos de amarre (estribos)

Barras del # 3 al #8	6 diámetros de la barra
----------------------	-------------------------

- Varillas en elementos de amarre (estribos)

Barras menores o iguales al #5	4 diámetros de la barra
Barras mayores al # 5	6 diámetros de la barra

Las varillas parcialmente empotradas en el concreto, no deberán ser dobladas salvo que se indique en los planos o se permita por otros medios. Para cortarlas y doblarlas, se deberán emplear obreros competentes y se deberán proporcionar los dispositivos adecuados para tal trabajo.

e) Colocación y sujeción

Antes de la colocación del acero de refuerzo, se deberá revisar que las varillas deberán estar exentas de moho, suciedad, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra sustancia extraña que evite la buena adherencia entre el refuerzo y el concreto. Todo mortero seco adherido al acero deberá ser retirado.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida mediante tirantes,

soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado deberá tener un diámetro equivalente de 1.5875 ó 2.032 mm., ó calibre equivalente. No se admitirá la soldadura de las intersecciones de barras de acero.

Las barras de acero se colocarán de acuerdo a los recubrimientos especificados en los planos o en su defecto a los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del código ACI – 318.

No se permitirá la colocación de concreto en estructuras cuyo refuerzo no haya sido revisado y aprobado por el Supervisor.

f) Traslapes y uniones

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor. El costo de los traslapes y uniones adicionales será asumido por el Contratista.

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

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, correrá 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.

g) 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

a) Controles

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

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

b) Calidad del acero

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de

todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

c) Calidad del producto terminado

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

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

Área

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

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

Método de medición

Las varillas de refuerzo deberán ser medidas por peso, en función del número teórico de kilogramos de material entregado y colocado en la obra, de conformidad con los planos del proyecto, las presentes especificaciones y lo ordenado por el Supervisor.

Las cantidades de materiales proporcionados y colocados se obtendrán multiplicando la suma de longitudes de las varillas de refuerzo medidas en los planos, por el peso unitario teórico del diámetro correspondiente.

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

BARRA N°	DIAMETRO NOMINAL	PESO (kg/m)
2	6.4 mm (1/4")	0.25
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

No se medirán empalmes, traslapes, soportes ni alambres de sujeción por estar incluidos en el precio unitario de la presente partida.

En caso de sustitución de barras de acero a solicitud del Contratista, no se medirá la cantidad adicional de acero que se vaya a colocar; asimismo, tampoco se medirán las varillas de acero añadidas por el Contratista por su propia conveniencia.

Bases de pago

El acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$, medido en la forma estipulada y colocada de acuerdo con esta especificación y a entera satisfacción del Supervisor, se pagará por kilogramo (kg) colocado al precio unitario del contrato para la partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, almacenamiento, corte, dobladura y colocación de las varillas, las mermas, desperdicios, empalmes, traslapes, alambres y soportes empleados en su colocación y sujeción, limpieza y por toda mano de obra, beneficios sociales, herramientas, equipo, ensayos de calidad de requerirse e imprevistos necesarios para completar el trabajo, a entera satisfacción del Supervisor.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.06 Concreto simple $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$

04.07 Concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

04.08 Concreto simple $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

El pago del transporte del material granular proveniente de cantera se reconoce mediante las partidas; Transporte de material proveniente de cantera para $d \leq 1.00 \text{ km}$ y $d > 1.00 \text{ km}$, según corresponda.

Materiales

a) Cemento

El cemento utilizado será Portland Tipo I o normal, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

b) Agregados

Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la 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:

- **Contenido de sustancias perjudiciales**

El siguiente cuadro señala los requisitos de límites de aceptación.

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	1.00% máx.
Material que pasa el Tamiz de 75um (N°200)	MTC E 202	5.00 % máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 211	0.50 % máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión SO ₄	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl ⁻	AASHTO T291	0.10% máx.

Además, no se permitirá el empleo de arena que en el ensayo colorimétrico para detección de materia orgánica, según norma de ensayo Norma Técnica Peruana 400.013 y 400.024, produzca un color más oscuro que el de la muestra patrón.

- **Reactividad**

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 > R & \text{ cuando } R \geq 70 \\ \text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R & \text{ cuando } R < 70 \end{aligned}$$

- **Granulometría**

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

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

Fuente: ASTM C33

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Modulo de Finura se encontrará entre 2.3 y 3.1.

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

- **Durabilidad**

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de durabilidad en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá aceptarse siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestas a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

- **Limpieza**

El Equivalente de Arena, medido según la Norma MTC E 114, será sesenta y cinco por ciento (65%) mínimo para concretos de $f_c \leq 210\text{kg/cm}^2$ y para resistencias mayores setenta y cinco por ciento (75%) como mínimo.

Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

- **Contenido de sustancias perjudiciales**

El siguiente cuadro, señala los límites de aceptación.

Sustancias Perjudiciales

Características	Norma de Ensayo	Masa total de la Muestra
Terrones de Arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	0.25% máx.
Contenido de Carbón y lignito	MTC E 215	0.5% máx.
Cantidad de Partículas Livianas	MTC E 202	1.0% máx.
Contenido de sulfatos, expresados como ión $SO_4 =$	AASHTO T290	0.06% máx.
Contenido de Cloruros, expresado como ión Cl^-	AASHTO T291	0.10% máx.

- **Reactividad**

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

- **Durabilidad**

Los resultados del ensayo de durabilidad (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente.

- **Abrasión L.A.**

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

-

- **Granulometría**

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en los documentos del proyecto o 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.

Huso Granulométrico N°	Porcentaje que pasa						
	7	67	57	467	357	4	3
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	90- 100
37,5 mm (1½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 – 55	0 – 15
19,0 mm (¾")	100	90 - 100	-	35 - 70	-	0 – 15	-
12,5 mm (½")	90 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 – 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 – 5	-
4,75 mm (N°4)	0 - 15	0 - 10	0 – 10	0 – 5	0 – 5	-	-
2,36 mm (N°8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. (Fuente: ASTM C33, AASHTO M-43)

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.

- **Forma**

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f'c > 210 \text{ kg/cm}^2$, los agregados 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 cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la Subsección 610.10(c) "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.

Ensayos	Tolerancias
Sales solubles (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad HCO_3^- (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión SO_4 (ppm)	600 máx.
Cloruros como ión Cl^- (ppm)	1000 máx.
PH	5,5 a 8,0

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 a 42 días, expresada como suma del aporte de todos los ingredientes de la mezcla, no deberá exceder de los límites indicados en la siguiente Tabla. El ensayo para determinar el contenido de ión cloruro deberá cumplir con lo indicado por la Federal Highway Administration Report N° FHWA-RD-77-85 "Sampling and Testing for Chloride Ion in concrete".

Contenido Máximo de ión cloruro

Tipo de Elemento	Contenido máximo de ión cloruro soluble en agua en el concreto, expresado como % en peso del cemento
Concreto prensado	0,06
Concreto armado expuesto a la acción de Cloruros	0,10
Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garages, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación)	0,15
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables.	0,80

Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto se definirán que tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

Clases de concreto

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	34,3 MPa (350 Kg/cm ²)
B	31,4 Mpa (320 Kg/cm ²)

Concreto reforzado	
C	27,4 MPa (280 Kg/cm ²)
D	20,6 MPa (210 Kg/cm ²)
E	17,2 MPa (175 Kg/cm ²)
Concreto simple	
F	13,7 MPa (140 Kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	
G	13,7 MPa (140 Kg/cm ²) Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo grande máx. 6", en proporción de 30% del volumen total, como máximo.
Concreto simple	
H	9,81 MPa (100 Kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	
I	17,2 MPa (175 Kg/cm ²) Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo mediano máx. 4", en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Equipo

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

a) Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo estipulado en la Subsección 05.11, en lo que diera lugar.

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).

(b) Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de

conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (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 seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

c) Encofrados y obra falsa

El Contratista deberá suministrar e instalar todos 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 que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

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

d) 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.

e) Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7 000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a 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.

f) 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 formula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos 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 que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado 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 formula 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. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de 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.

Tipo de Construcción	Asentamiento (")	
	Máximo	Mínimo
Zapata y Muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1

Viga y Muro Armado	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.
- 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 a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (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 tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (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 la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla N° 610-1:

Tabla N° 610-1

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 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos ni 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se indica en la Subsección 610.03 (e). La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la Tabla N° 610-2

Tabla N° 610-2
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 la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el 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 trabajo

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme a los planos del Proyecto y de la Sección 601 de estas especificaciones.

Fabricación de la mezcla

a) Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1,50 m) y no por depósitos cónicos.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

b) Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsa 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 mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de tres (3) meses de almacenamiento en sacos o seis (6) en silos, deberá ser empleado previo certificado de calidad, autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización. Esta frecuencia disminuida en relación directa a la condición climática o de temperatura/humedad y/o condiciones de almacenamiento.

c) Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Ésta recomendaciones no son excluyentes de la especificadas por los fabricantes.

d) Elaboración de la mezcla

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ($\frac{1}{2}$) del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente 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 a cinco segundos (5 s), 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 de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

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 treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias $f'c$ menores a 210 kg/cm^2 , podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), esta 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.

Operaciones para el vaciado de la mezcla

a) 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 como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

b) Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente 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, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar 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 contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Supervisor.

c) Colocación del concreto

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir 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 uno y medio metros (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.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, 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 le estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación 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 Subsección 610.10 (f).

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G e I, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

d) Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Supervisor, quien efectuará una supervisión directa de los

trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

e) Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

f) Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los 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.

g) Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

h) Remoción de los encofrados y de la obra falsa

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada 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.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- Estructuras para arcos 14 días
- Estructuras bajo vigas 14 días
- Soportes bajo losas planas 14 días
- Losas de piso 14 días
- Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- Superficies de muros verticales 48 hrs
- Lados de vigas 24 hrs

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo 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.

i) Curado

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (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 otro método que garantice los mismos 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.

- **Curado con compuestos membrana**

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

j) Acabado y reparaciones

A menos que los planos indiquen algo diferente, 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, empleando un 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 suministrada a expensas del Contratista.

k) 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.

l) Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10°C – 32°C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4°C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13°C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10°C) para otras secciones.

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (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 cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Aceptación de los trabajos

a) Controles

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

- 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, de manera cotidiana, 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.

b) 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.

c) Calidad del agua

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

d) Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Supervisor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

e) Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

f) Calidad de la mezcla

• **Dosificación**

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm..... $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

• **Consistencia**

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la Tabla N° 610-3, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites mencionados en la Subsección 610.07. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

• **Resistencia**

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 610-3.

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm^2) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes

consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, 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 (3) 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 siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y 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 cuarenta y ocho (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 (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (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 deberá adoptar 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 alguno para el MTC.

g) Calidad del producto terminado

Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas -5 mm a + 10 mm
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y Estructuras similares de concreto reforzado -10 mm a + 20 mm
- Muros, estribos y cimientos -10 mm a + 20 mm

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

Otras tolerancias

- Espesores de placas -10 mm a +20 mm
- Cotas superiores de placas y veredas -10 mm a +10 mm
- Recubrimiento del refuerzo..... ±10%

- Espaciamiento de varillas -10 mm a +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 (3m).

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

Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del Contratista.

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.

La evaluación de los trabajos de "Concreto" se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11(a) y 04.11 (b).

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, debidamente aceptada por el Supervisor.

Bases de 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.

Deberá cubrir, también todos los costos de la explotación de las canteras; la selección, trituración y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, descargas, transporte interno dentro de la cantera y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Supervisor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, 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, las instrucciones del Supervisor y lo dispuesto en la Subsección 07.05.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Concreto Clase C ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
Concreto Clase D ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
Concreto Clase E ($f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
Concreto Clase F ($f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
Concreto Clase H ($f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
Concreto Clase G ($f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}$)	Metro cúbico (m^3)

Tabla 610-3
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Fino	Granulometría	MTC E 204	250 m^3	Cantera
	Materia que pasa la malla N° 200 (75 μm)	MTC E 202	1000 m^3	Cantera
	Terrones de Arcillas y partículas Deleznables	MTC E 212	1000 m^3	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	1000 m^3	Cantera
	Reactividad Alkali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m^3	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1000 m^3	Cantera
	Contenido de Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$)	AASHTO T290	1000 m^3	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl)	AASHTO T291	1000 m^3	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m^3	Cantera

**Tabla 610-3
Ensayos y Frecuencias**

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado Grueso	Granulometría	MTC E 204	250 m ³	Cantera
	Desgaste los Ángeles	MTC E 207	1000 m ³	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Cantera
	Terrones de Arcillas y partículas deleznales	MTC E 212	1000 m ³	Cantera
	Cantidad de partículas Livianas	MTC E 211	1000 m ³	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	AASHTO T290	1000 m ³	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl ⁻)	AASHTO T291	1000 m ³	Cantera
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	1000 m ³	Cantera
	Reactividad Alkali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m ³	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m ³	Cantera
	Porcentaje de Partículas Planas y Alargadas (relación largo espesor: 3:1)	MTC E 221	250 m ³	Cantera
Concreto	Consistencia	MTC E 705	1 por carga (3)	Punto de vaciado
	Resistencia a Compresión	MTC E 704	1 juego por cada 50 m ³ , pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

(1) Opcional

(2) Requerido para proyectos ubicados a más de 3000 msnm.

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

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.09 Emboquillado de piedra, e=0.15 m

Descripción

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra, para protegerlas contra la erosión y socavación, de acuerdo con lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor

Las estructuras donde se empleará este tipo de recubrimiento serán los siguientes:

- Entregas de cunetas
- Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas
- Encauzamiento al ingreso de cajas receptoras
- Cunetas de Coronación.
- Otras estructuras que a criterio del Supervisor crea conveniente colocar protección con emboquillado de piedra.

Materiales

- **Piedra**

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en cinco (5) centímetros. 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 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:

- Canteras
- Cortes y excavaciones para explanaciones y obras de arte
- Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

- **Concreto**

Debe cumplir con lo indicado en la especificación técnica de concreto de cemento Pórtland para una resistencia mínima de $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

Método de ejecución

El emboquillado se construirá según lo indicado en los planos del proyecto, en su ubicación, dimensionamiento y demás características. Cualquier modificación deberá ser aprobada por el Supervisor.

- **Preparación de la Superficie**

Una vez terminada la excavación y el relleno, en caso de ser necesario, se procederá al perfilado y compactado de la superficie de apoyo del emboquillado, con pisón de mano de peso mínimo veinte (20) kilogramos, o bien con equipo mecánico vibratorio. Previamente a la compactación el material deberá humedecerse.

Se colocará un solado de concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ con un espesor mínimo de 10 cm, en la cual se colocará y acomodará la piedra ejerciendo presión sobre ellas, hasta alcanzar el espesor total del emboquillado; el mismo que asegurará que todas las piedras colocadas queden embebidas íntegramente y como acabado final se procederá al frotchado y pulido de la superficie expuesta.

- **Colocación De Piedras**

Antes de asentar la piedra, ésta deberá humedecerse, lo mismo que la superficie de apoyo o plantilla y las piedras sobre las que se coloque el concreto. Las piedras se colocarán de manera de obtener el mejor amarre posible, sobre una cama de concreto con espesor indicado en el párrafo anterior, acomodándolas a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas. Las piedras deberán colocarse de manera que la mejor cara (plana) sea colocada en el lado visible del emboquillado. Las piedras se asentarán teniendo cuidado de no aflojar las ya colocadas.

Las juntas entre piedras deberán quedar llenas de concreto. Antes del endurecimiento del concreto, se deberá enrasar la superficie del emboquillado.

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 concreto nuevo, humedeciendo el sitio del asiento.

El emboquillado de taludes deberá hacerse comenzando por el pie del mismo, con las piedras de mayores dimensiones; el asentado de piedras se hará de manera análoga que el caso del asentado de ladrillos, colocando juntas de concreto de 5 cm de espesor como mínimo. Para el desarrollo de los trabajos de emboquillado no será necesario el uso de encofrados. Una vez concluido el emboquillado, la superficie deberá mantenerse húmeda durante tres (3) días como mínimo.

Control de trabajos

Para dar por terminado la construcción del emboquillado se verificará el alineamiento, taludes, elevación, espesor y acabado, de acuerdo a lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la Supervisión, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

- Espesor del emboquillado +4 cm
- Coronamiento al nivel de enrase +3 cm
- Salientes aisladas en caras visibles con respecto
- a la sección del proyecto +4 cm
- Salientes aisladas en caras no visibles con
- respecto a la sección del proyecto +10 cm
- Variación planialtimétrica (desplome) con respecto
- al proyecto 1:200

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

Método de medición

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado (m²).

Bases de pago

El área de emboquillado, medida de la manera descrita anteriormente, se pagará al precio unitario de la partida "*Emboquillado de piedra, e=0.15 m*". Este precio y pago, constituye compensación total por mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, selección, extracción, carguío, limpieza y lavado del material pétreo, descarga, almacenamiento, transporte del material desde la cantera hasta el lugar de colocación en obra tanto para el mortero como para el material pétreo, perfilado y compactado de la superficie de apoyo al emboquillado e imprevistos necesarios para completar la partida que corresponda, a entera satisfacción del Supervisor.

La excavación será pagada con la Partida Excavación no clasificada para estructuras
El transporte del material proveniente de la excavación se pagará con la Partida Transporte de eliminación de material excedente a DME, según sea el caso

El tratamiento del material eliminado, se pagará mediante la Partida Acondicionamiento de Excedentes en Zona de DME.

De requerirse relleno estructural, éste se pagará con la Partida Relleno para Estructuras y su transporte se pagará con la partida Transporte de material proveniente de cantera, según sea el caso.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.10 Cuneta revestida con concreto – 0.70 m x 0.30 m

Descripción

La construcción del revestimiento de cunetas, se hará utilizando mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

Materiales

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ y, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado en el ítem "*Concreto de Cemento Portland*" de la especificaciones técnicas.

Método de construcción

El Contratista podrá elegir el método de trabajo, pudiendo efectuar el vaciado en sitio o premoldearlo en forma de losas que puedan ser manipuladas y asentadas fácilmente, el cual será comunicado en forma oportuna para revisión y aprobación del Supervisor.

Se deberá verificar que la superficie de asiento sea uniforme, esté bien perfilada, compactada con material satisfactorio aprobado por el Supervisor y tenga las dimensiones correspondientes (ver anexo: "Perfilado y compactado para cunetas revestidas con concreto").

En el caso de ejecutarse el vaciado en sitio, los encofrados deberán estar convenientemente asegurados y mantenidos en posición hasta que el concreto haya fraguado. El vaciado del revestimiento de cunetas se realizará en tramos alternados, delimitados por cerchas que definen la sección transversal.

Las cunetas revestidas incluirán juntas de construcción ($e = 0.01 \text{ m}$) cada 3.00 m y juntas de dilatación ($e = 0.025 \text{ m}$) cada 15.00 m. (ver Anexo "Juntas de construcción y dilatación de cuneta revestida con concreto").

Método de medición

Este trabajo será medido por metro lineal (m) de cuneta terminada, debidamente aprobada por el Supervisor.

Bases de pago

La cantidad determinada según el método de medición antes descrito, se pagará al precio unitario de la partida "Cuneta Revestida con Concreto – 0.70 m x 0.30 m" del presupuesto.

Dicho precio y pago constituye compensación total por toda la excavación adicional al trabajo de excavación en explanaciones, perfilado y compactado de la zona, concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, encofrado y desencofrado, curado, junta de construcción y dilatación, rellenos estructurales que fueran necesarios para el buen asentamiento de la cuneta y toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción de la Supervisión.

El material proveniente de la excavación manual para la conformación de la cuneta se eliminará a DME, cuyo pago se realizará mediante la partida transporte de eliminación de material a DME, según sea el caso.

El tratamiento al material eliminado se pagará con la partida acondicionamiento de excedentes en zona de DME.

04.10.01 Anexo: Perfilado y compactado para cuneta revestida con concreto**Descripción**

Este ítem consistirá en la preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado con material satisfactorio aprobado por el Supervisor, de la superficie de la base de la sección donde se colocará el revestimiento de la cuneta.

Todas las imperfecciones, depresiones, etc., serán repuestas de acuerdo a los alineamientos del eje y sección transversal correspondiente.

Compactación

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de la cuneta, se procederá a su compactación mediante el empleo de compactadora manual según indique el Supervisor.

Método de medición

Su preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactación de la superficie está incluida en la medición de la partida "*Cuneta revestida con concreto – 0.70 m x 0.30 m*".

Bases de pago

El perfilado y compactado para cunetas revestidas está incluido en el precio unitario de las partidas de "*Cuneta revestida con concreto – 0.70 m x 0.30 m*".

04.10.02 Anexo: Juntas de construcción y dilatación de cunetas revestidas con concreto

Descripción

Las cunetas se construirán en tramos de 3.00 m, salvo en el caso de curvas donde el espaciamiento puede ser menor.

La junta de separación entre un tramo hecho y el que se coloca a continuación, constituirá la junta de construcción (ver planos de detalle). Dicha junta tendrá un ancho de 1 cm y estará constituida básicamente por un sellante elástico y espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor).

Cada 15.00 metros de cunetas construidas, se ubicarán las juntas de dilatación, las cuales tendrán 2.5 cm. Este tipo de junta estará constituido al igual que la junta de construcción.

Método de construcción

- El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar.
- La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado.
- El espacio en donde no se colocará el sellante elástico se rellenará con espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor) de la manera dispuesta en los planos.
- Se colocará el material de respaldo, fabricado con espuma de poliolefina extruída, a la profundidad especificada en los planos y presionar uniformemente dentro de la junta usando un rodillo circular u otra herramienta circular, con la finalidad de garantizar una distribución uniforme.

- Una vez finalizada la preparación de la superficie y colocado el material de respaldo, se aplicará el imprimante asfáltico modificado con solventes minerales de fuerte poder de penetración y de gran adherencia al concreto. El tipo de imprimante dependerá de la humedad de la superficie y deberá cumplir con la norma ASTM D - 41.
- El imprimante asfáltico puede ser aplicado con brocha, rodillo, pistola o bomba pulverizadora, según sea el caso y lo recomiende el fabricante.
- Una vez aplicado el imprimante (según temperatura ambiental), se procederá a la aplicación del sellante elástico el que deberá cumplir las características AASHTO M33 y M153. El relleno de la junta se iniciará adhiriendo el sellante contra los costados y el fondo, y el centro de la junta, presionando el sellante, de manera de asegurar una perfecta adherencia. Para una mayor facilidad de aplicación, se puede emplear tiras de sellante colocadas por capas.
- Inmediatamente después de terminada la colocación, se procederá a colocar una capa delgada de arena fina, encima del material, para evitar el ataque de los rayos ultra violeta. Se retirará el excedente de arena que no se adhiera.
- No se calentará el sellante elástico al fuego directo. De encontrarse muy duro, se calentará al sol o "Baño María" (aprox. 60 °C).
- Las herramientas se limpiarán con parafina o con el limpiador especificado por el fabricante.
- Estas especificaciones se complementan con las indicadas por el fabricante.

Método de medición

La preparación, acondicionamiento y refino de la junta de dilatación están incluidos en el método de medición de la partida Cuneta Revestida con Concreto – 0.70 m x 0.30 m

Bases de pago

La longitud de junta está incluida dentro de la partida de "*Cunetas Revestidas con concreto – 0.70 m x 0.30 m*".

04.11 Canal de riego

Descripción

La construcción del canal de riego se hará utilizando mezcla de concreto de cemento Portland, según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos, además de los anexos que incluye la presente especificación.

Materiales

La mezcla de concreto tendrá, una resistencia a la compresión de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ para los solados y dados de apoyo y $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para la sección del canal, su preparación, colocación y curado deberá cumplir con todo lo señalado en el ítem "*Concreto de Cemento Portland*" de la especificaciones técnicas.

Método de construcción

El Contratista efectuara el vaciado en sitio lo cual será comunicado en forma oportuna para revisión y aprobación del Supervisor.

Se deberá verificar que la superficie de asiento sea uniforme, esté bien perfilada, compactada con material satisfactorio aprobado por el Supervisor y tenga las dimensiones correspondientes (ver anexo: "Perfilado y compactado para canal de riego").

Para ejecutarse el vaciado en sitio, los encofrados deberán estar convenientemente asegurados y mantenidos en posición hasta que el concreto haya fraguado. El vaciado de la canal se realizará en tramos alternados, delimitados por cerchas que definen la sección transversal.

El canal de riego incluirá juntas de construcción tipo bruña de $0.01 \times 0.01 \text{ m}$ cada 3.00 m y juntas de dilatación de 0.01 m cada 9.00 m . (ver Anexo "Juntas de construcción y dilatación de canal de riego").

Método de medición

Este trabajo será medido por metro lineal (m) de canal terminada, debidamente aprobada por el Supervisor.

Bases de pago

La cantidad determinada según el método de medición antes descrito, se pagará al precio unitario de la partida "*Canal de riego*" del presupuesto.

Dicho precio y pago constituye compensación total por toda la excavación adicional al trabajo de excavación en explanaciones, perfilado y compactado de la zona, concreto $f'c$

= 100, 175 kg/cm², encofrado y desencofrado, curado, junta de construcción y dilatación, rellenos estructurales que fueran necesarios para el buen asentamiento del canal y toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción de la Supervisión.

El material proveniente de la excavación manual para la conformación del canal se eliminará a DME, cuyo pago se realizará mediante la partida transporte de eliminación de material a DME, según sea el caso.

El tratamiento al material eliminado se pagará con la partida acondicionamiento de excedentes en zona de DME.

04.11.01 Anexo: Perfilado y compactado para canal de riego

Descripción

Este ítem consistirá en la preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactado con material satisfactorio aprobado por el Supervisor, de la superficie de la base de la sección donde se colocará el canal de riego.

Todas las imperfecciones, depresiones, etc., serán repuestas de acuerdo a los alineamientos del eje y sección transversal correspondiente.

Compactación

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie del canal, se procederá a su compactación mediante el empleo de compactadora manual según indique el Supervisor.

Método de medición

Su preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactación de la superficie está incluida en la medición de la partida "*Canal de riego*".

Bases de pago

El perfilado y compactado para el canal de riego está incluido en el precio unitario de la partida de "*Canal de riego*".

04.11.02 Anexo: Juntas de construcción y dilatación de canal de riego

Descripción

Las secciones del canal se construirán en tramos de 9.00 m, salvo en el caso de curvas donde el espaciamiento puede ser menor.

La junta de separación entre un tramo hecho y el que se coloca a continuación, constituirá la junta de construcción (ver planos de detalle). Dicha junta tendrá un ancho

de 1.0 cm y estará constituida básicamente por un sellante elástico y espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor).

Cada 3.00 metros de canal construida, se ubicarán las juntas de contracción, las cuales tendrán 1.0 cm. Esta junta será del tipo bruña.

Método de construcción

- El ancho de junta deberá cumplir con lo especificado en el plano respectivo, según el tipo de junta a ejecutar.
- La junta deberá estar exenta de polvos y material suelto; el concreto debe estar fraguado y presentar una superficie rugosa. Es conveniente eliminar la lechada superficial mediante un escobillado.
- El espacio en donde no se colocará el sellante elástico se rellenará con espuma sintética de poliestireno expandido (tecnopor) de la manera dispuesta en los planos.
- Se colocará el material de respaldo, fabricado con espuma de poliolefina extruída, a la profundidad especificada en los planos y presionar uniformemente dentro de la junta usando un rodillo circular u otra herramienta circular, con la finalidad de garantizar una distribución uniforme.
- Una vez finalizada la preparación de la superficie y colocado el material de respaldo, se aplicará el imprimante asfáltico modificado con solventes minerales de fuerte poder de penetración y de gran adherencia al concreto. El tipo de imprimante dependerá de la humedad de la superficie y deberá cumplir con la norma ASTM D - 41.
- El imprimante asfáltico puede ser aplicado con brocha, rodillo, pistola o bomba pulverizadora, según sea el caso y lo recomiende el fabricante.
- Una vez aplicado el imprimante (según temperatura ambiental), se Procederá a la aplicación del sellante elástico el que deberá cumplir las características AASHTO M33 y M153. El relleno de la junta se iniciará adhiriendo el sellante contra los costados y el fondo, y el centro de la junta, presionando el sellante, de manera de asegurar una perfecta adherencia. Para una mayor facilidad de aplicación, se puede emplear tiras de sellante colocadas por capas.

- Inmediatamente después de terminada la colocación, se procederá a colocar una capa delgada de arena fina, encima del material, para evitar el ataque de los rayos ultra violeta. Se retirará el excedente de arena que no se adhiera.
- No se calentará el sellante elástico al fuego directo. De encontrarse muy duro, se calentará al sol o "Baño María" (aprox. 60 °C).
- Las herramientas se limpiarán con parafina o con el limpiador especificado por el fabricante.
- Estas especificaciones se complementan con las indicadas por el fabricante.

Método de medición

La preparación, acondicionamiento y refino de la junta de dilatación están incluidos en el método de medición de la partida "*Canal de riego*".

Bases de pago

La longitud de junta está incluida dentro de la partida de "*Canal de riego*".

04.12 Filtro drenante

Descripción

Se trata del material de filtro para ser colocado en los subdrenes y detrás de los muros de contención, escolleras u otras estructuras sometidas a empujes laterales y al efecto de subpresión. Consiste en una masa de hormigón limpio sin presencia de material fino, o piedra chancada con granulometría comprendida entre Ø 3" y Ø ¼".

La colocación de material de filtro drenante tiene por finalidad proporcionar un medio de alta permeabilidad con relación al terreno natural, para evacuar las aguas libres de filtraciones de taludes y humedad de los suelos circundantes a la plataforma de la carretera y deprimir el nivel de agua detrás de las estructuras y por consiguiente, reducir las fuerzas que produzcan volteo.

Su ejecución se realizará de acuerdo con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los diseños u ordenadas por el Supervisor.

La colocación, acomodo y compactación de ser posible, se realizará de manera de evitar reducciones de volumen por aplicación de cargas.

Preparación del material

Este material se produce zarandeando el material de cantera con la intención de obtener piedra con tamaño comprendido entre $\emptyset 3''$ y $\emptyset 1/4''$ o tratando en igual forma al hormigón, después de sacar las piedras grandes mayores de $\emptyset 4''$, y zarandeando el material granular fino.

En general, este material será el material sobrante de los trabajos de chancado y zarandeo del material de cantera.

Se deberá tener en consideración las siguientes recomendaciones:

a) Para casos en que no se utilice geotextil en el recubrimiento, el tamaño de las partículas variará entre 100 mm (4") y el de 0.149 mm (Nº 100), debiendo de cumplir con las siguientes relaciones:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{85} \text{ del suelo}} \leq 5 \quad \text{y} \quad \frac{d_{50} \text{ del filtro}}{d_{50} \text{ del suelo}} \leq 25$$

b) Para el caso que el terreno natural tenga granulometría uniforme:

$$x \quad \frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \leq 5 \quad \text{y} \quad \frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \geq 5$$

c) Si la estructura de drenaje va cubierto por un geotextil se permitirá granulometría con fragmentos de un solo tamaño.

d) En caso que la estructura de drenaje lleve tubería con perforaciones circulares, se deberá cumplir:

$$\frac{d_{85} \text{ del filtro}}{\text{diámetro del orificio}} \geq 1.0$$

Donde: d_x es el tamiz por el que pasa el x% del material

e) En caso de estructuras de drenaje que no atraviesan zonas de circulación, el material drenante deberá estar constituido por partículas de tamaños comprendidos entre el tamiz de 19 mm (3/4") y el de 75 mm (3").

f) En caso de estructuras de drenaje ubicadas debajo de zonas de circulación vehicular, se utilizará material granular con tamaño entre 19mm (3/4") y 50mm (2").

g) Para el caso de requerirse filtro para enrocados, el material a utilizar tendrá un tamaño de partículas que varían de 75 mm (3") a 1/4", pudiendo ser hormigón de río al que se ha eliminado las partículas mayores de 100 mm (4").

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Método de medición

Esta partida se medirá en metros cúbicos (m³) en su posición final. El cálculo de los volúmenes se obtendrá hasta donde sea posible, a partir de las dimensiones indicadas en los planos del proyecto; en caso contrario se procederá de la siguiente manera:

En el caso de filtros con áreas transversales constantes indicadas o deducidas de los planos, el volumen se obtendrá a partir de dichas áreas.

En el caso de filtro con áreas transversales variables, el volumen se obtendrá del levantamiento de secciones transversales de la zona antes de iniciar los trabajos de relleno del filtro y volviendo a contraseccionar una vez culminados éstos, para hallar el área ocupada por este elemento. Con estos datos se procederá aplicar el método de las áreas medias para hallar el volumen correspondiente.

Estas áreas y niveles deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Bases de pago

Esta partida medida de la manera antes descrita, se pagará al precio unitario de la partida "*Filtro drenante*" del presupuesto. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, proceso de extracción y apilamiento de material en cantera, zarandeo y/o chancado, colocación, acomodo y compactación en su posición final e imprevistos necesarios para

la culminación de la partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte del material desde la cantera a la zona de trabajo se pagará con la partida "Transporte de material proveniente de cantera".

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial durante la construcción"

04.13 Geotextil clase 2

Descripción

Esta partida comprende el suministro y mano de obra para el extendido y colocación de la membrana de fibra sintética (geotextil), que envuelve al material de filtro drenante.

Dentro de las funciones principales que deberá cumplir el Geotextil son las de actuar como un elemento separador, evitando así la contaminación del material de filtro, como un elemento drenante y protector. Para cumplir estas funciones el geotextil deberá satisfacer las exigencias contempladas en la presente especificación.

Para la ejecución de esta partida el contratista deberá contar con asesoría técnica de personal idóneo en la materia.

El cierre del geotextil se realizará mediante traslape con costura.

Materiales

La membrana de fibra sintética (GEOTEXTIL) será la que cumpla con la Norma AASHTO M-288-96.

Requerimientos físicos y químicos

El geotextil deberá satisfacer los requerimientos físicos de la Tabla N° 1 para la aplicación indicada.

Los requerimientos hidráulicos indicados en la Tabla N° 01 se complementa con lo considerado en la Tabla N° 02.

Control de calidad

El Contratista es el responsable directo del control de calidad de la manta geotextil y del cumplimiento de la especificación AASHTO M 288-96.

Muestreo y ensayo

El producto deberá someterse al muestreo y al ensayo o prueba. El muestreo se realizará de acuerdo a la Norma ASTM D-4354 y el procedimiento de ensayo se hará de acuerdo con los métodos indicados en la Tabla N° 1.

Certificación

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de calidad en donde indique el nombre y marca del producto y un análisis típico del mismo para cada clase de geotextil y para cada lote de materiales

Adicionalmente, el Contratista entregará el certificado que garantice que todo material cumple con las especificaciones requeridas.

Ningún fardo será utilizado sin previa presentación y aprobación de los certificados de calidad, por parte del Supervisor.

Traslado y almacenaje

Durante los períodos de embarque y almacenaje, la manta o la tela deberá ser protegida de la luz solar, los rayos ultravioleta, temperaturas mayores que 60°C, lodo, polvo y escombros. La tela geotextil deberá mantenerse en una superficie elevada y con una cubierta de protección.

TABLA N° 1

Propiedades	Norma o Estándar	Especificaciones del Geotextil		Unidad
		Elongación < 50%	Elongación > 50%	
Resistencia a la Tracción Carga Concentrada (Método GRAB)	ASTM D-4632	Min. 1100	Min. 700	(N)
Resistencia a la Perforación o Punzonado	ASTM D-4833	Min. 400	Min. 250	(N)
Resistencia al Reventado	ASTM D-3786	> 2700	>1300	(KPa)
Permitividad	ASTM D-4491	Ver tabla 2	Ver tabla 2	(seg ⁻¹)
Abertura de Filtración (AOS – TAA)	ASTM D-4751	Ver tabla 2	Ver tabla 2	(mm)
Resistentes al Desgarre Trapezoidal	ASTM D-4533	Min. 400	Min. 250	(N)
Resistencia a las Costuras	ASTM D-4632	Min. 900	Min. 630	(N)
Degradación por los Rayos Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM D-4335	50 @ 500 h	50 @ 500 h	(%)

TABLA N° 2
REQUERIMIENTOS PARA EL GEOTEXTIL EN DRENAJE SUBSUPERFICIAL

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UND.	REQUERIMIENTO		
			Porcentaje de Suelo que pasa Tamiz N° 200		
			< 15	15 a 50	> 50
Clase del Geotextil	---	---	Clase 2 de la Tabla 1		
Permitividad (min)	ASTM D 4491	S ⁻¹	0.5	0.2	0.1
Abertura Aparente AOS	ASTM D 4751	Mm	0.43	0.25	0.22
Resistencia Retenida UV	ASTM D 4355	%	50% Después de 500 horas de exposición		

Notas:

- Basado en el análisis granulométrico del suelo de acuerdo con la AASHTO T-88.
- Para los suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor de 7, el valor máximo promedio por rollo es de 0.30 mm.
- Estos requisitos están dados en valores mínimos promedio por rollo (MARV) y no en valores típicos o promedios.

TABLA N° 3
TRASLAPES RECOMENDADOS

RESISTENCIA DEL SUELO (C.B.R.)	TRASLAPES SIN COSTURA (pulg.)	TRASLAPE CON COSTURA (pulg.)
Menor que 1	---	9 (23 cm)
Entre 1 – 2	38 (97 cm)	8 (20 cm)
Entre 2 – 3	30 (76 cm)	3 (7.6 cm)
3 y Mayores	24 (61 cm)	---

Método de medición

El material colocado de la forma descrita, será medido por metro cuadrado (m²) aprobado por el Supervisor.

Bases de pago

La partida medida de la forma anteriormente descrita, se pagará al precio unitario del contrato para las partidas "Geotextil clase 2, para drenaje". Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, traslado del material a obra, almacenaje, manipuleo, traslado del

material a la zona de trabajo, colocación, extendido, traslapes, cocido de ser necesario e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial".

04.14 Tubería de PVC-SAP ϕ 6" Clase 10

Descripción

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de tubería PVC-SAP perforados y sin perforar, de $d = 6"$, de acuerdo a las diferentes ubicaciones, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos de los muros de contención, subdrenes ó según lo ordene el Supervisor.

En caso de tubos perforados, los detalles de las perforaciones (cantidad y disposición) están indicados en los planos respectivos.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 1% para drenar las filtraciones del agua subterránea en los casos de muros o en la posición que se muestran en los planos para los tubos de descarga del subdren.

Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado de material de relleno y vaciado de concreto, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos durante el encofrado y posterior colocación del concreto.

El tipo de embone será espina – campana y utilizando pegamento para PVC.

Método de medición

Las tuberías de PVC – SAP serán medidas en metros lineales (m) en su posición final, de acuerdo a lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor.

Bases de pago

La cantidad de metros lineales ejecutados y medidos, de acuerdo al párrafo anterior, se pagará con el precio unitario de la Partida "*Tubería de PVC SAP ϕ 6" CLASE 10*".

Este precio y pago, constituye compensación total por el suministro, instalación, elementos de fijación, embones y toda mano de obra, beneficios sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

La seguridad necesaria para garantizar al usuario una travesía sin peligro y los elementos de seguridad industrial (para el personal del Contratista) se están especificando y pagando con la partida "Mantenimiento de tránsito y seguridad vial"

ANEXO N° III-02 PLANILLA DE METRADOS

PLANILLA DE METRADOS DE CUNETAS

Item	Datos descripción	Excavación				Relleno				Junta			Concreto					Encofrado				Resumen Metrados Cunetas								
		tipo	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	espeso cm	largo ml	idem	tipo	Kg/ cm2	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	h ml	p ml	cara	idem	Excavación m3	Eliminación m3	Relleno m3	Junta m	Concreto m3	Encofrado m2
	CUNETA TIPO 1																							-	-	-	-	-	-	
1.00	Del Km. 165+900	1	0.10	1.00	5.00	1	0.04	1.00	5.00	1		1.04	36	1	175	0.11	1.00	5.00	1	1	0.11	1.00	3	1	0.48	0.28	0.20	37.44	0.57	0.34
	Al Km. 166+015 (LI)	1	0.10	1.00	10.00	1	0.12	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	4	1	0.96	-0.19	1.15	-	1.14	4.56
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.16	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.59	1.55	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.12	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.22	1.18	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.16	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.68	1.64	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.25	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-1.58	2.54	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.13	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.36	1.32	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.18	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.81	1.77	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.10	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	-0.07	1.03	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.06	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.96	0.40	0.56	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.15	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.98	-0.47	1.45	-	1.14	3.42
		1	0.10	1.00	10.00	1	0.33	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	4	1	0.96	-2.38	3.34	-	1.14	4.56
											1.04	7												-	-	-	7.28	-	-	
2.00	Del Km. 165+950	1	0.17	1.00	5.00	1		1.00	5.00	1				1	175	0.11	1.00	5.00	1	1	0.11	5.00	3	1	0.83	0.83	-	-	0.57	1.71
	Al Km. 165+975 (LD)	1	0.18	1.00	10.00	1		1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	1.76	1.76	-	-	1.14	3.42
		1	0.17	1.00	10.00	1		1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	1.73	1.73	-	-	1.14	3.42
																								-	-	-	-	-	-	
3.00	Del Km. 166+130	1	0.22	1.00	5.00	1		1.00	5.00	1		1.04	22	1	175	0.11	1.00	5.00	1	1	0.11	5.00	3	1	1.10	1.10	-	22.88	0.57	1.71
	Al Km. 166+200 (LI)	1	0.08	1.00	10.00	1		1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.76	0.76	-	-	1.14	3.42
		1	0.07	1.00	10.00	1		1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.68	0.68	-	-	1.14	3.42
		1	0.07	1.00	10.00	1		1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.68	0.68	-	-	1.14	3.42
		1	0.06	1.00	10.00	1	0.01	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.64	0.59	0.05	-	1.14	3.42
		1	0.06	1.00	10.00	1	0.07	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.64	-0.06	0.70	-	1.14	3.42
		1	0.06	1.00	10.00	1	0.12	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.64	-0.53	1.17	-	1.14	3.42
		1	0.06	1.00	10.00	1	0.13	1.00	10.00	1				1	175	0.11	1.00	10.00	1	1	0.11	10.00	3	1	0.64	-0.65	1.29	-	1.14	3.42
																								-	-	-	-	-	-	
																								21.16	0.21	20.94	67.60	24.51	74.44	

PLANILLA DE METRADOS DE SUBDREN

Item	Datos descripción	Excavación				Relleno				Concreto					Encofrado					Resumen Metrados Sub dren						
		tipo	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	Kg/ cm2	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	h ml	p ml	cara	idem	Excavación m3	Eliminación m3	Relleno m3	Concreto m3	Encofrado m2
	SUB DREN																									
1.00	Subdren	1	1.35	0.60	44.10	1	0.75	0.60	44.10	1											35.72	15.82	19.90	-	-	
2.00	Descarga	1	1.37	0.70	12.00	1	1.03	0.70	12.00	1											11.47	2.81	8.65	-	-	
3.00	Caja de Registro	1	1.77	1.10	1.10	1		1.10	1.10	1	1	175	1.90	0.15	1.10	2	1	1.70	0.80	1	4	2.14	2.14	-	0.63	5.44
											1	175	1.90	0.15	0.80	2	1	1.90	1.10	1	4	-	-	-	0.46	8.36
											1	175	0.80	0.15	0.80	1	1	0.91	0.13	1	6	-	-	-	0.10	0.68
											1	175	0.91	0.13	0.91	1	1	0.30	0.13	1	6	-	-	-	0.10	0.23
											1	140	0.35	0.35	2.20	1						-	-	-	0.27	-
											1	140	0.60	0.80	0.70	1						-	-	-	0.34	-
																						-	-	-	-	-
																						49.33	20.78	28.55	1.89	14.71

PLANILLA DE METRADOS DE SUBDREN

Item	Datos descripción	Filtro					Geotextil				Tubo PVC 6"			Tubo FG 1 1/2"			Resumen Metrados Sub dren			
		tipo	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	ancho ml	largo ml	idem	tipo	largo ml	idem	tipo	largo ml	idem	Filtro m3	Geotextil m2	Tubo PVC 6" m	Tubo FG 1 1/2" m
	SUB DREN																			
1.00	Subdren	1	0.60	0.60	44.10	1	1	2.70	44.10	1	1.00	44.60	1	1	3.10	1	15.88	119.07	44.60	3.10
2.00	Descarga										1.00	12.50	1				-	-	-	-
																	-	-	-	-
																	15.88	119.07	57.10	3.10

PLANILLA DE METRADOS DE ALCANTARILLA MCA

Item	Datos descripción	Excavación				Relleno				Concreto					Encofrado					Resumen Metrados Cunetas						
		tipo	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	Kg/ cm2	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	h ml	p ml	cara	idem	Excavación m3	Eliminación m3	Relleno m3	Concreto m3	Encofrado m2
1.00	ALC. TIPO MCA Cuerpo	1	1.85	2.90	8.67	1	1.78	1.00	8.67	1	1	280	1.57	1.00	8.67	1	1	8.67	4.48	1	1	46.53	31.09	15.44	13.62	38.84
											1	280	0.90	0.25	1.90	1	1	8.67	2.00	2	1	-	-	-	0.43	34.68
											1	280	0.30	0.25	1.90	1	1	1.90	2.05	1	1	-	-	-	0.14	3.90
											1	100	1.90	0.05	8.67	1	1	1.90	0.85	1	1	-	-	-	0.82	1.62
																	1	0.25	1.70	2	1	-	-	-	-	0.85
2.00	Cabezal Ingreso	1	1.98	2.90	2.05	1	1.98	0.50	5.40	1	1	280	2.03	0.20	1.55	2	1	1.95	4.00	1	1	11.77	6.43	5.35	1.26	7.80
											1	280	1.75	0.25	1.05	1	1	2.20	4.90	1	1	-	-	-	0.46	10.78
											1	280	1.50	0.25	1.25	1						-	-	-	0.47	-
											1	100	1.90	0.05	1.50	1						-	-	-	0.14	-
3.00	Cabezal Salida	1	2.02	6.04	4.38	1	2.02	0.50	3.18	1	1	280	1.53	0.20	2.83	2	1	1.53	2.83	4	1	53.44	50.23	3.21	1.73	17.26
											1	280	10.82	0.20	1.00	1	1	1.00	0.20	2	1	-	-	-	2.16	0.40
											1	280	0.60	0.30	5.40	1	1	0.20	13.14	1	1	-	-	-	0.97	2.63
											1	100	10.82	0.05	1.00	1	1	0.60	5.40	1	1	-	-	-	0.54	3.24
																					-	-	-	-	-	
																					111.74	87.74	23.99	22.74	121.99	

PLANILLA DE METRADOS DE EMBOQUILLADOS

Ítem	Datos descripción	Excavación				Relleno				Concreto					Emboquillado					Resumen Metrados Sub dren						
		tipo	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	Kg/cm2	prof. ml	ancho ml	largo ml	idem	tipo	h ml	p ml	cara	idem	Excavación m3	Eliminación m3	Relleno m3	Concreto m3	Emb. m2
	EMBOQUILLADOS																				-	-	-	-	-	
1.00	Cunetas	1	0.39	1.00	6.00	1		1.00	6.00	1	1	175	0.50	0.15	2.50	1	1	2.50	6.00	1	1	2.34	2.34	-	0.19	15.00
											1	175	0.05	2.50	6.00	1						-	-	-	0.75	-
1.00	Alc. Tipo MCA	1	0.16	1.00	3.49	1		1.00	3.49	1	1	175	0.50	0.15	2.47	1	1	2.31	3.49	1	1	0.54	0.54	-	0.19	8.06
											1	175	0.05	2.31	3.49	1						-	-	-	0.40	-
		1	0.52	1.00	5.40	1		1.00	5.40	1	1	175	0.50	0.15	5.40	1	1	5.40	5.38	1	1	2.81	2.81	-	0.41	29.05
																						-	-	-	-	-
																					5.69	5.69	-	1.93	52.11	

ANEXOS PLANOS



PLANO DE CUENCAS HIDROLOGICAS

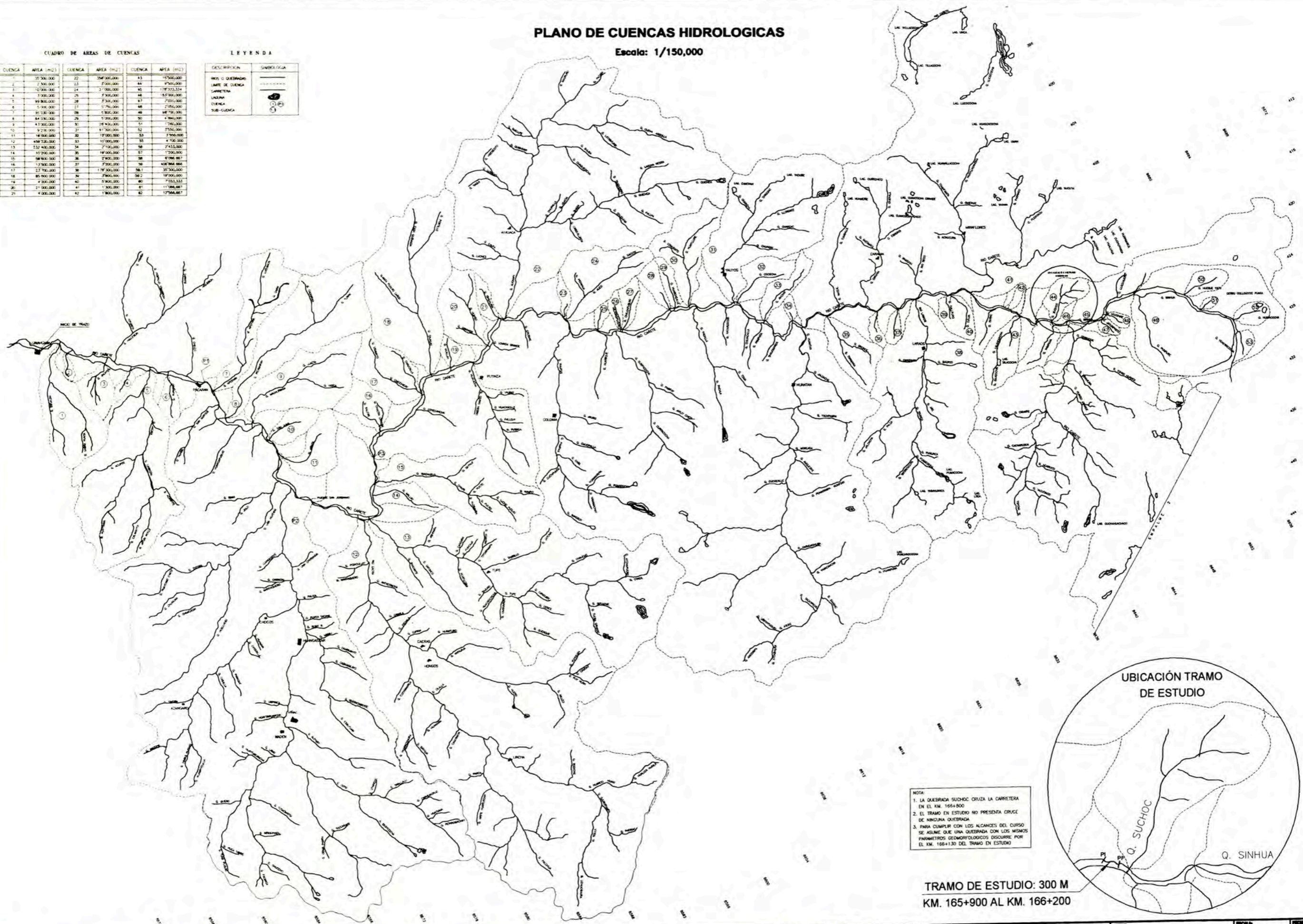
Escala: 1/150,000

CUADRO DE AREAS DE CUENCAS

CUENCA	AREA (M ²)	CUENCA	AREA (M ²)	CUENCA	AREA (M ²)
1	35'300.000	22	2'000.000	43	1'500.000
2	2'300.000	23	2'000.000	44	8'500.000
3	10'000.000	24	3'700.000	45	1'8'323.334
4	1'000.000	25	2'000.000	46	18'500.000
5	99'800.000	26	2'500.000	47	2'000.000
6	5'000.000	27	5'700.000	48	2'000.000
7	35'100.000	28	5'800.000	49	48'700.000
8	84'100.000	29	5'700.000	50	4'800.000
9	4'300.000	30	2'600.000	51	7'000.000
10	9'200.000	31	8'700.000	52	2'500.000
11	16'000.000	32	1'000.000	53	2'500.000
12	400'200.000	33	10'000.000	54	4'700.000
13	252'400.000	34	2'700.000	55	2'433.000
14	10'200.000	35	19'000.000	56	1'200.000
15	58'000.000	36	2'000.000	57	6'200.000
16	1'300.000	37	2'000.000	58	40'000.000
17	2'700.000	38	1'8'300.000	59	35'300.000
18	80'000.000	39	2'000.000	60	10'000.000
19	4'200.000	40	2'000.000	61	7'533.333
20	2'100.000	41	1'300.000	62	11'000.000
21	4'000.000	42	1'000.000	63	17'000.000

LEYENDA

DESCRIPCION	SIMBOLOGIA
REJO O QUEBRADA	—
LINITE DE CUENCA	- - - - -
CARRETERA	—+—+—+—
LADANA	○
CUENCA	①
SUB-CUENCA	②



NOTA:
 1. LA QUEBRADA SUCHOC CRUZA LA CARRETERA EN EL KM. 165+800
 2. EL TRAMO EN ESTUDIO NO PRESENTA CRUCE DE NINGUNA QUEBRADA
 3. PARA CUMPLIR CON LOS ALCANZOS DEL CURSO SE ASUME QUE UNA QUEBRADA CON LOS MISMOS PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DISCURRE POR EL KM. 166+130 DEL TRAMO EN ESTUDIO

TRAMO DE ESTUDIO: 300 M
 KM. 165+900 AL KM. 166+200



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS 2000

SEC. PT.	FECHA	DESCRIPCION

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO CARRETERA
 CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
 TRAMO: KM. 165+900 AL 166+200

PLANO :
**CUENCAS
 HIDROLOGICAS**

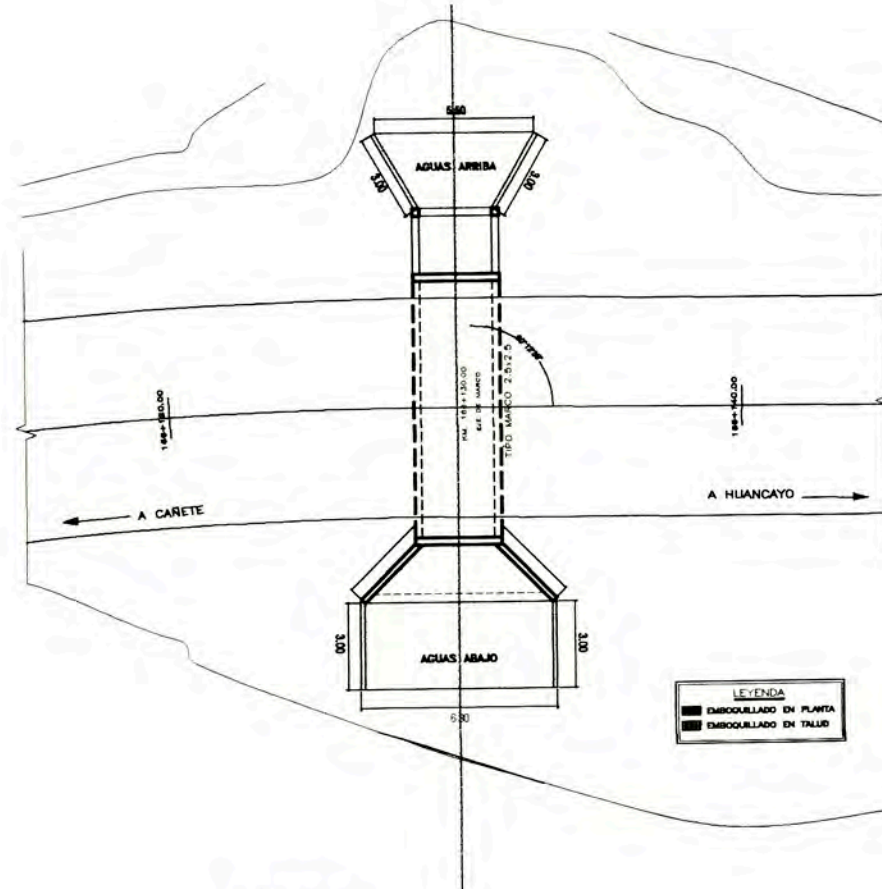
PROFESOR	ASISTENTE
ING. ROBERTO CAMPAÑA	ING. GONZALO BLANCKENBERG
ASISTENTE ING. MARTIN ESPERANZA CILANTIA	ASISTENTE ING. MARTIN ESPERANZA CILANTIA

ESCALA	FECHA
1/150,000	JUNIO 2000
PLANO N°	N°
CH-01	1/1

ALCANTARILLA TIPO MARCO 2.50 x 2.50 - KM 166+130.00

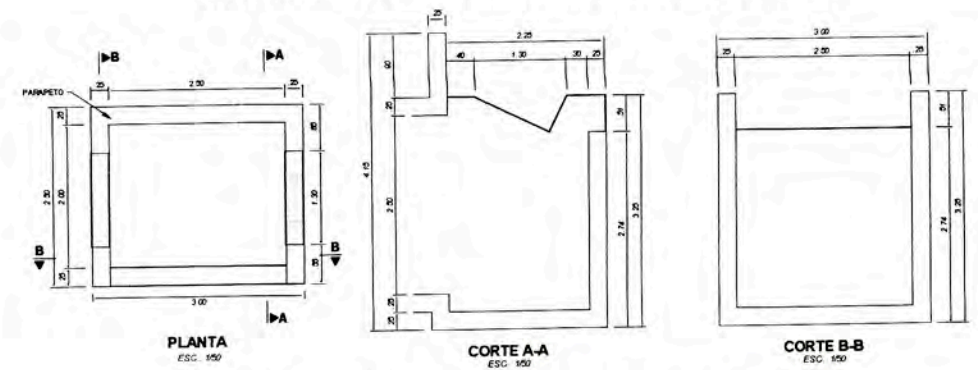
LONGITUD= 08.672 mts.

PLANTA
ESCALA: 1/125

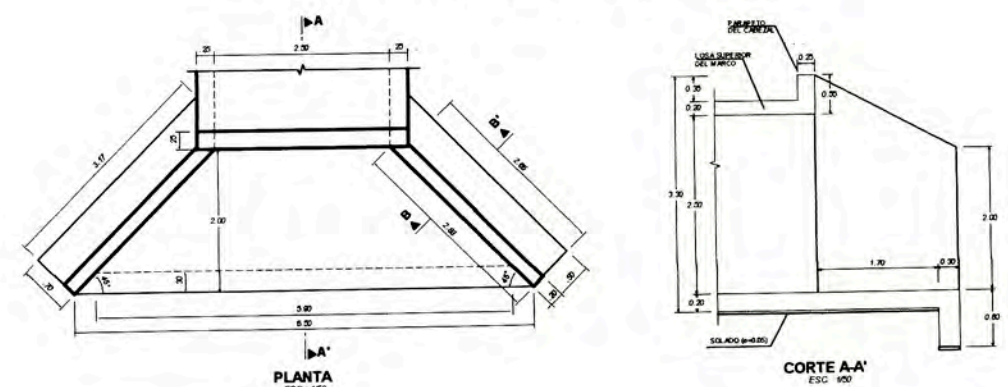


LEYENDA
 ■ EMBOQUILLADO EN PLANTA
 ■ EMBOQUILLADO EN TALLIZ

CAJA RECEPTORA ENTRADA DE ALCANTARILLA TIPO MCA



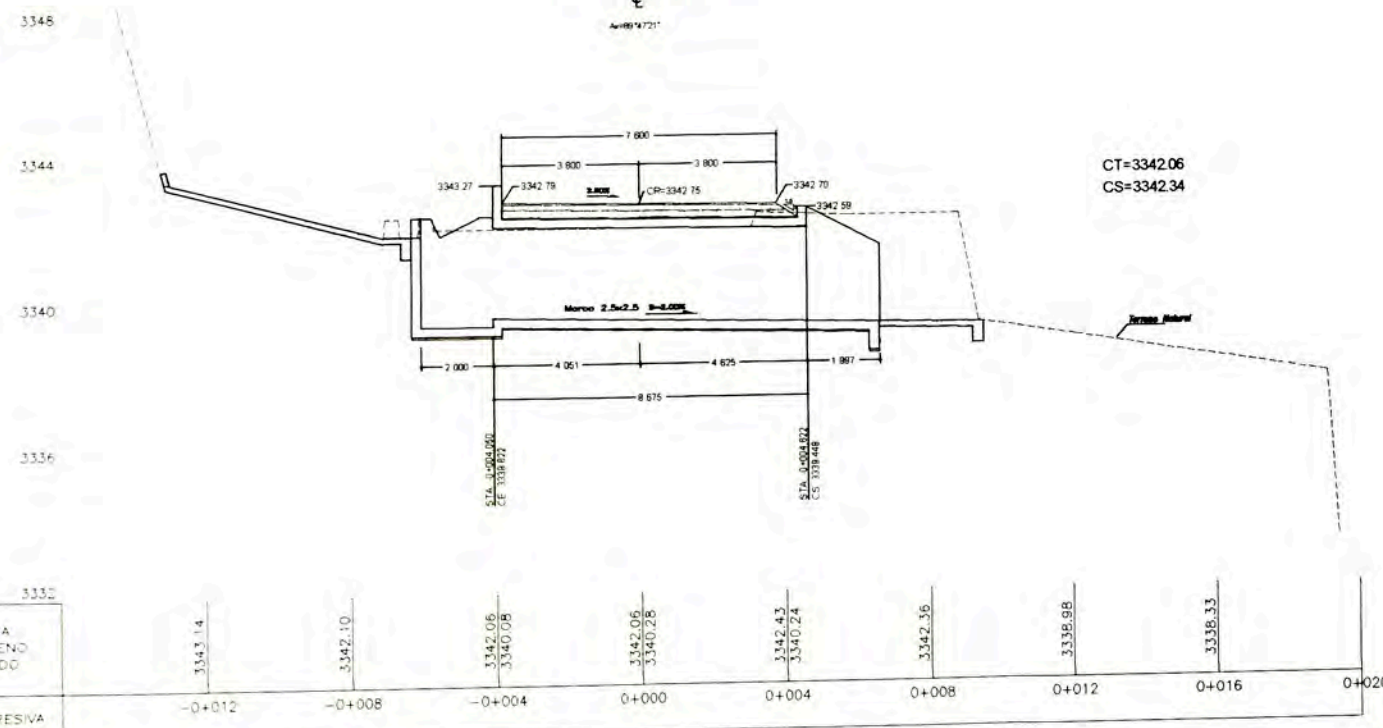
CABEZAL DE SALIDA ALCANTARILLA TIPO MCA



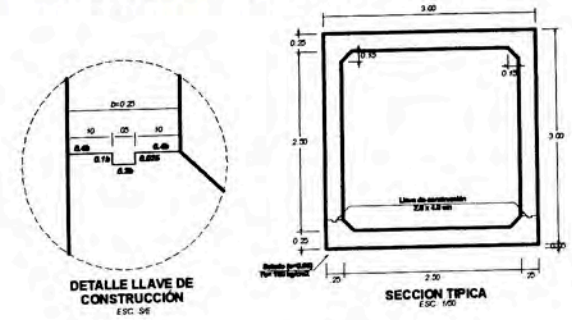
PERFIL

ESCALA: H=1/100
V=1/100
166+130
E
A=109.71721

CT=3342.06
CS=3342.34

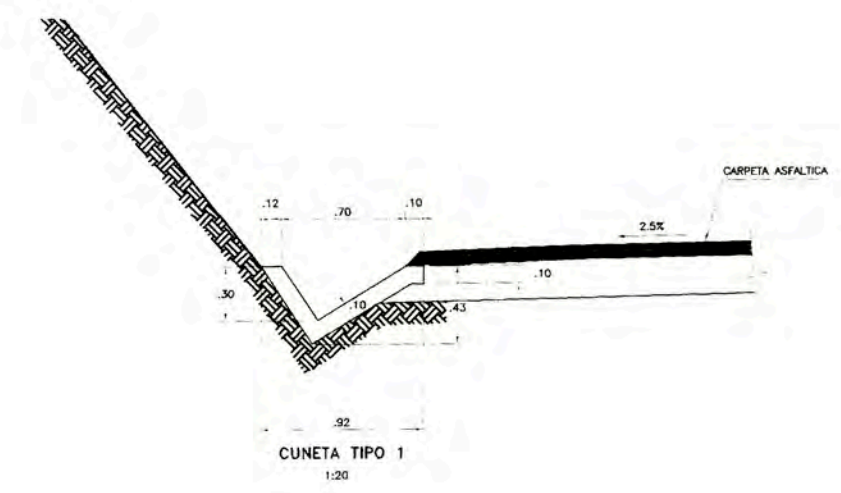
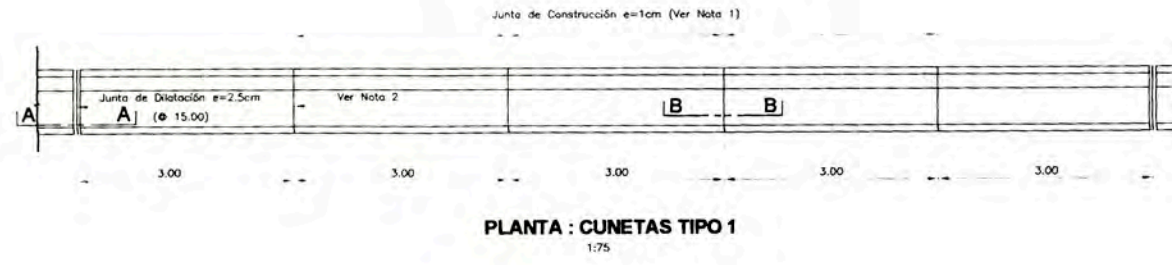
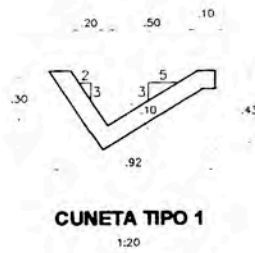


SECCION DE ALC. TIPO MARCO DE 2.50x2.50

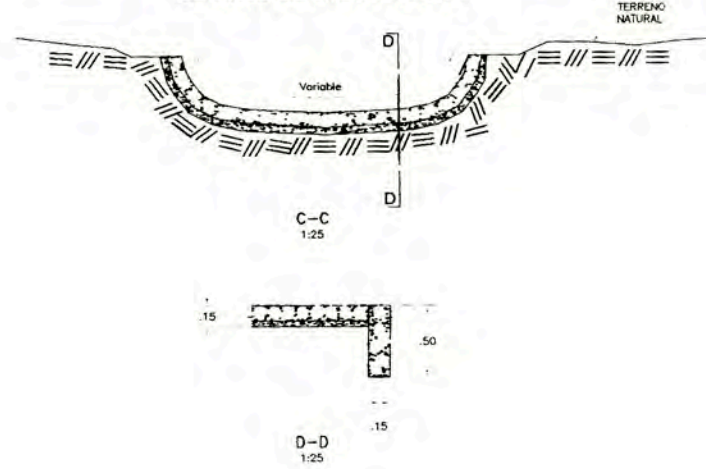


NO. DE	FECHA	DESCRIPCION

DETALLE DE CUNETAS TIPO 1

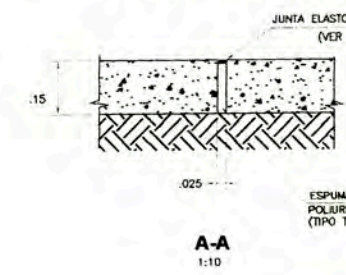


DETALLE DE EMBOQUILLADO

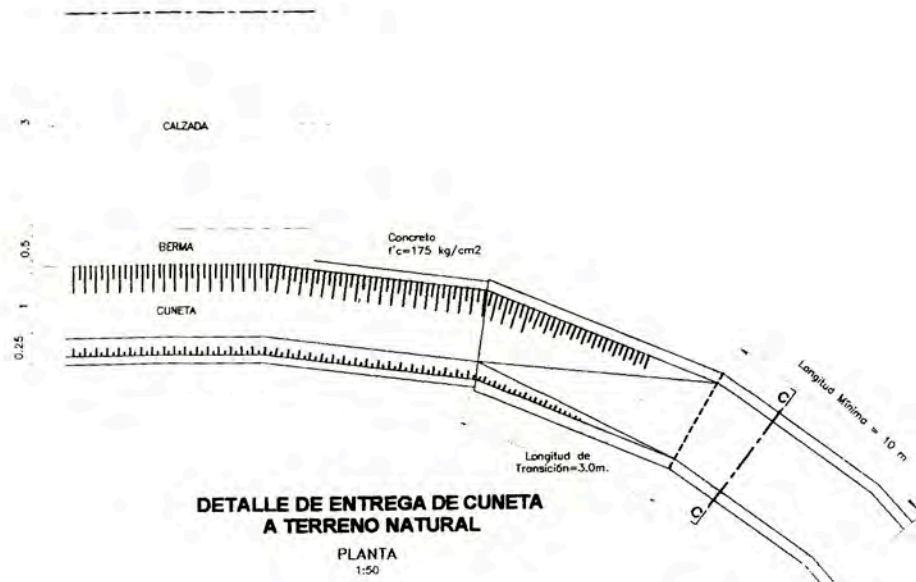
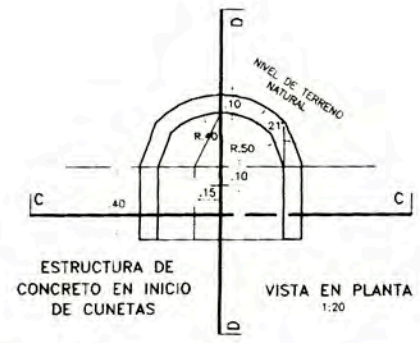
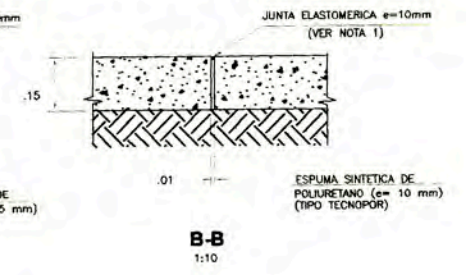


PROGRESIVA		LADO	TIPO	DESCARGA
INICIO	FINAL			
165+900	166+015	LI	1	Descarga en caja de registro de Subdren Km. 165+900.55
165+950	165+975	LD	1	Descarga Km. 165+950 LD a 5.64 m
166+130	166+200	LI	1	Descarga en caja toma de ingreso Alc. MCA Km. 166+130

JUNTA DE DILATACION



JUNTA DE CONSTRUCCION



- NOTAS:**
- CUNETAS:
- PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 1 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR Y ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR) PARA EL RESTO DE LA JUNTA.
 - UBICAR CADA 15m, UNA JUNTA DE DILATACION QUE TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y ESTARA CONSTITUIDA POR UN SELLO ELASTOMERICO DE 1 cm DE ESPESOR, EL RESTO DE LA JUNTA SE RELLENARA CON ESPUMA SINTETICA DE POLIURETANO (TECNOPOR).
 - PARA PAÑOS DE CADA 3m, CADA JUNTA DE CONSTRUCCION TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm Y TODO EL ESPESOR DEL EMBOQUILLADO SERA RELLENADO CON CONCRETO.
- EMBOQUILLADOS
- A CADA 3m SE CONSTRUIRA UNA JUNTA DE CONSTRUCCION QUE TENDRA UN ANCHO DE 2.5 cm.
 - SE COLOCARA UN SELLANTE ASFALTICO (RC 250 + ARENA) A TODO LO LARGO DE LA JUNTA DE CONSTRUCCION Y QUE TENDRA EL ESPESOR DEL EMBOQUILLADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CUNETAS TIPO 1 - CONCRETO	: f'c = 175 kg/cm ²
CANAL DE RIEGO - CONCRETO	: f'c = 175 kg/cm ²
EMBOQUILLADO e=0.15m - CONCRETO	: f'c = 175 kg/cm ²
EN LA DESCARGA DE CUNETAS SE EMPLEARA EMBOQUILLADO, espesor=0.15m - MORTERO (cemento:arena)	: 1:3
EN ALCANTARILLAS SE EMPLEARA EMBOQUILLADO, espesor=0.15m	

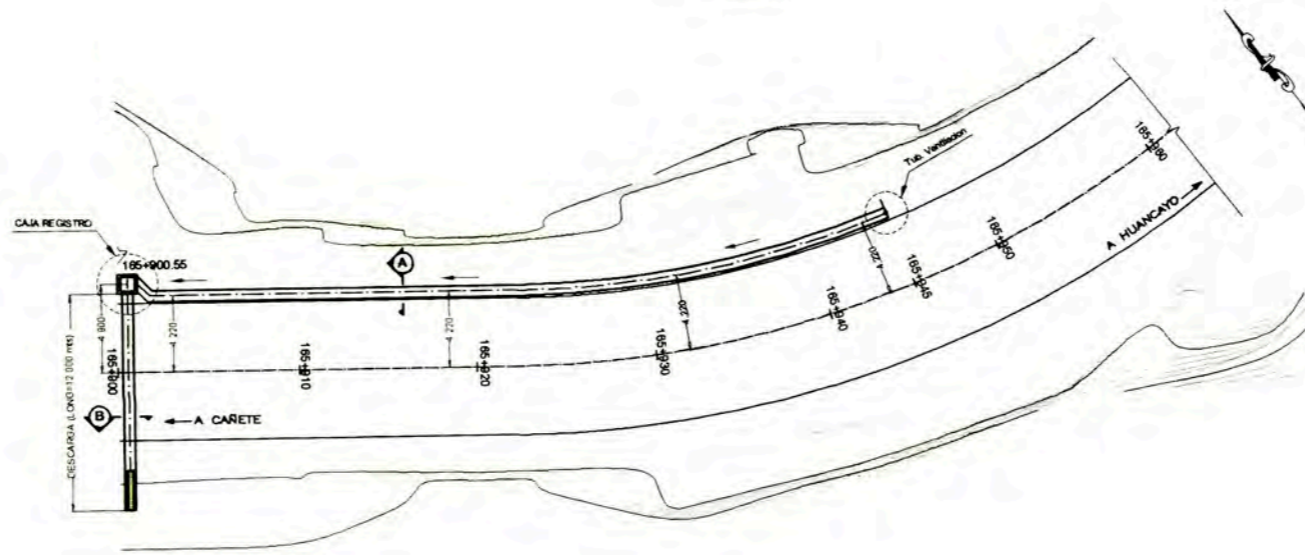
NO.	FECHA	DESCRIPCION

SUBDREN: KM. 165+900.55 AL 165+945 (LI)

LONGITUD= 44.114 mts.

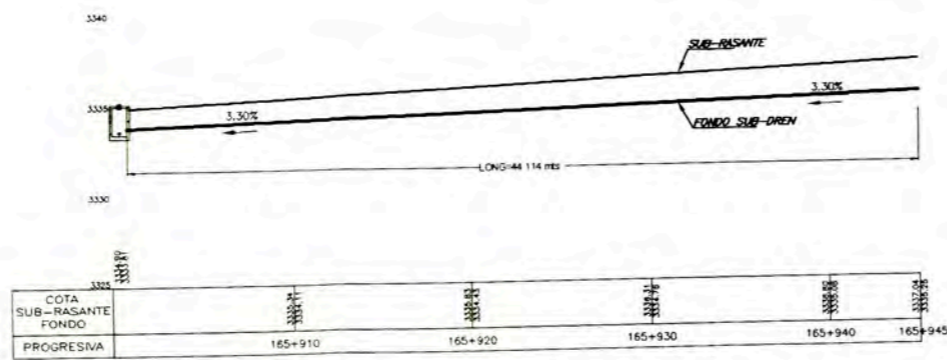
PLANTA

ESCALA=1/200



PERFIL

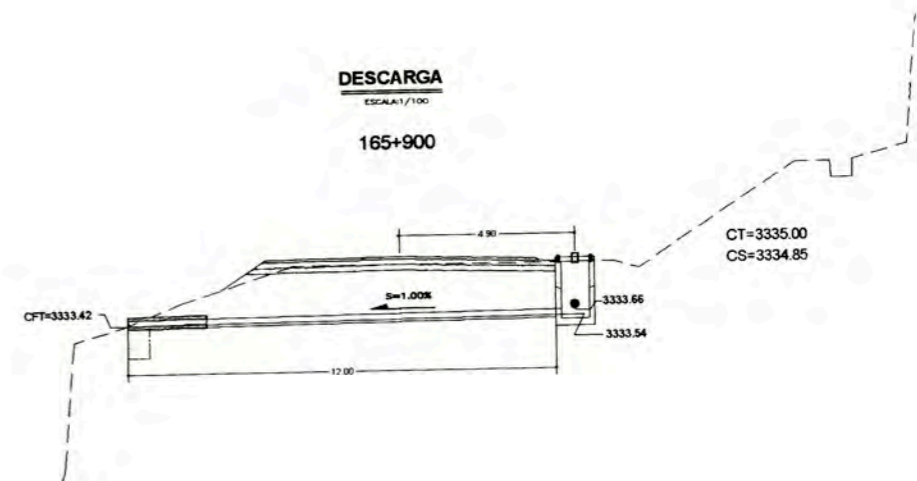
ESCALA: H=1/200
V=1/200



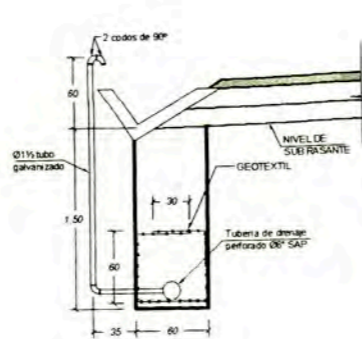
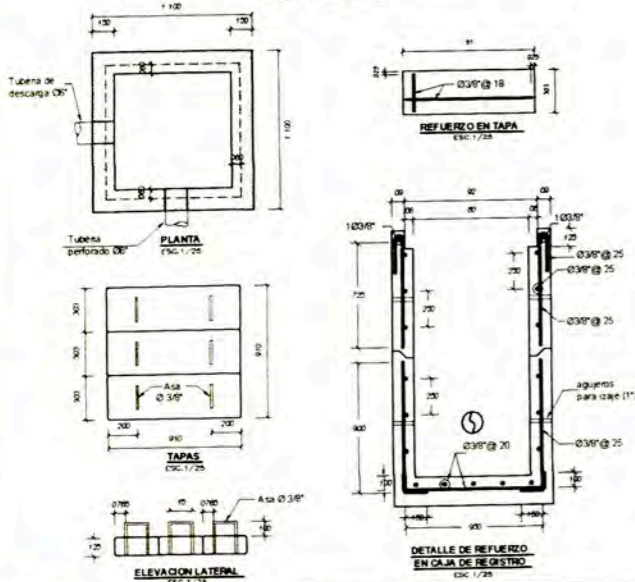
DESCARGA

ESCALA=1/100

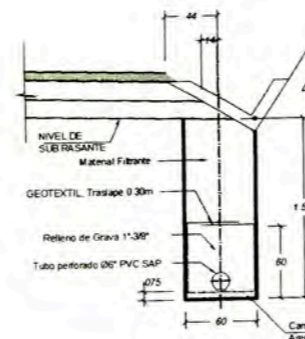
165+900



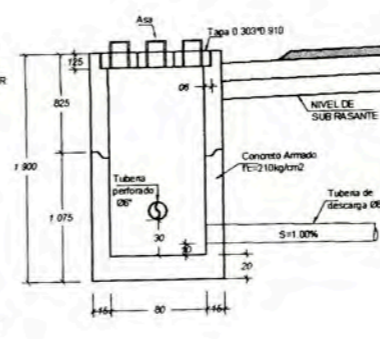
CAJA DE REGISTRO



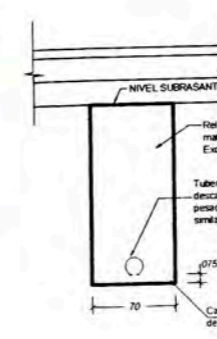
TUBERIA DE VENTILACION
ESC. 1/30



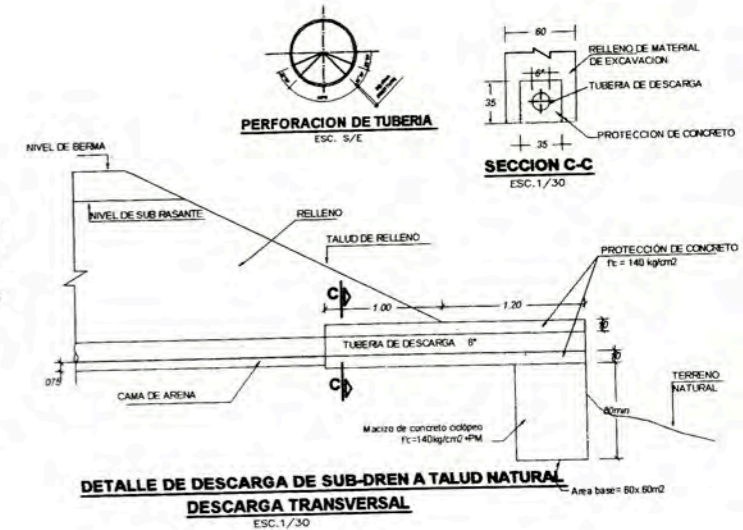
SECCION A-A
ESC. 1/30



CAJA DE REGISTRO INSPECCION - SUBDREN
ESC. 1/30



SECCION B-B
ESC. 1/30



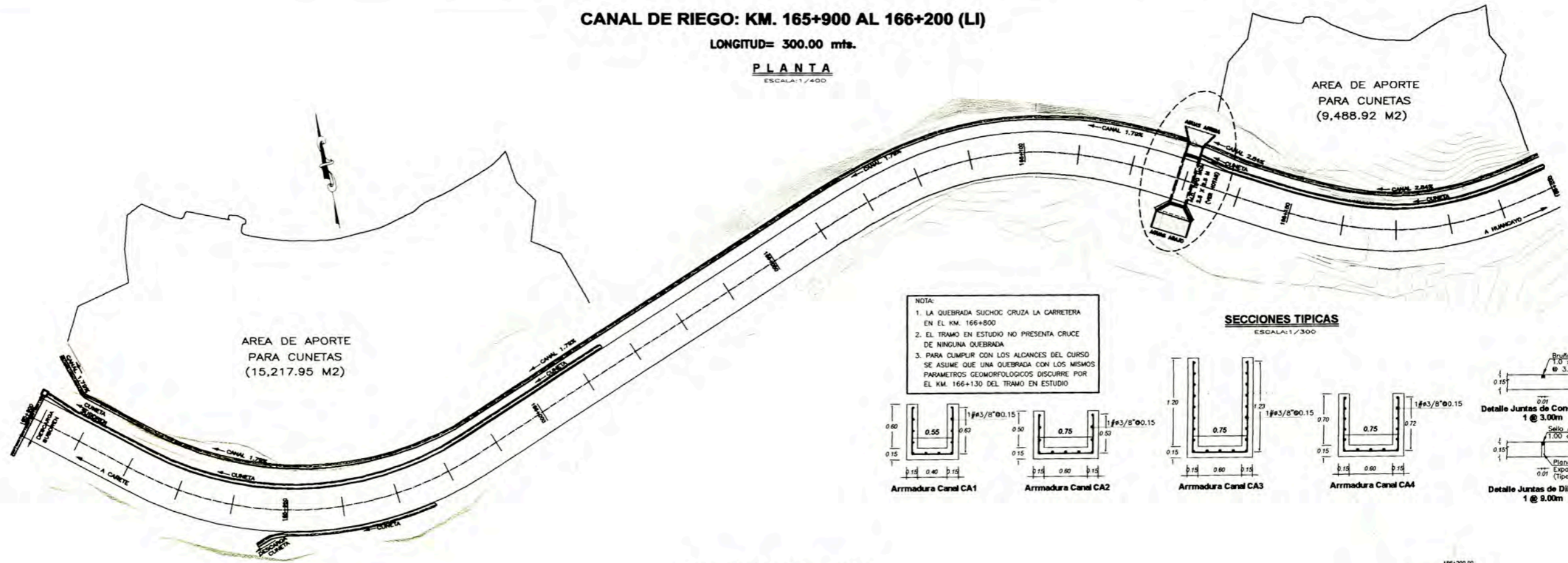
DETALLE DE DESCARGA DE SUB-DREN A TALUD NATURAL
DESCARGA TRANSVERSAL
ESC. 1/30

NO. DE	FECHA	DESCRIPCION	PROYECTO	PLANO	PROYECTISTA	REVISOR	SECCION	FECHA
			AMPLIACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO	SUBDREN	ING. ROBERTO CAMPAÑA	ING. GONZALO BRAXIN SERRA	BRAXIN	JUNIO 2009
			TRAMO: KM. 165+900 AL 166+200	KM 165+900.55 AL KM 165+945	ING. MARTIN ESPINOSA CELAYTA	ING. MARTIN ESPINOSA CELAYTA	OD-03	1/1

CANAL DE RIEGO: KM. 165+900 AL 166+200 (LI)

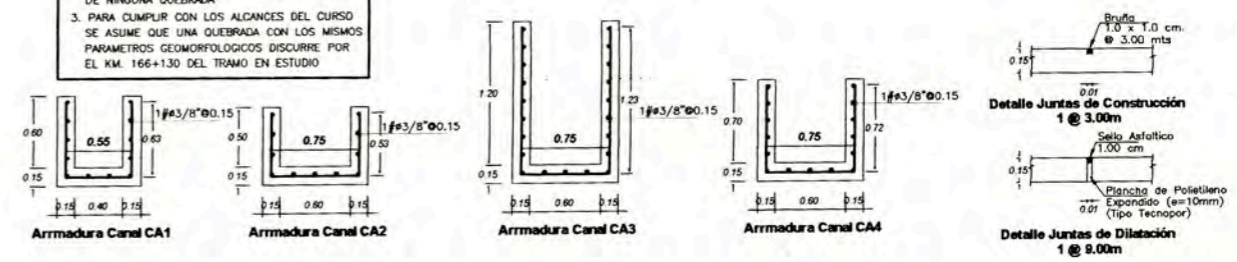
LONGITUD= 300.00 mts.

PLANTA
ESCALA: 1/400

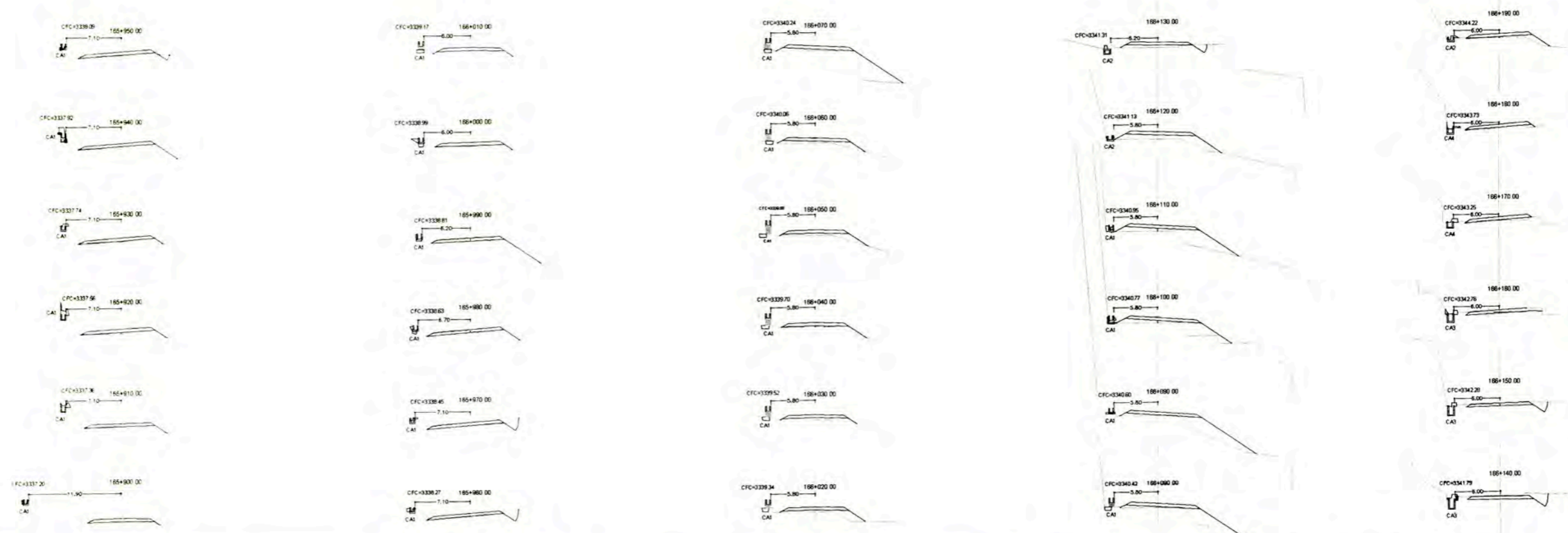


NOTA:
 1. LA QUEBRADA SUCHOC CRUZA LA CARRETERA EN EL KM. 166+800
 2. EL TRAMO EN ESTUDIO NO PRESENTA CRUCE DE NINGUNA QUEBRADA
 3. PARA CUMPLIR CON LOS ALCANCES DEL CURSO SE ASUME QUE UNA QUEBRADA CON LOS MISMOS PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DISCURRE POR EL KM. 166+130 DEL TRAMO EN ESTUDIO

SECCIONES TÍPICAS
ESCALA: 1/300



SECCIONES TRANSVERSALES
ESCALA: 1/300



NO. DE PLAN	FECHA	MODIFICACION