

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



**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-
YAUYOS –HUANCAYO DEL Km. 166+200 AL Km. 166+500**

HIDROLOGIA, DRENAJE VIAL Y OBRAS DE ARTE

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

KARIM ESPINOZA NUÑEZ

Lima- Perú

2009

INDICE

RESUMEN	03
LISTA DE CUADROS.....	05
LISTA DE FIGURAS.....	07
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS.....	08
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	
1.1. Generalidades.....	12
1.2. Objetivo del proyecto.....	13
1.3. Ubicación.....	14
CAPITULO II: HIDROLOGIA	
2.1. Clima.....	15
2.2. Características fisiográficas de la cuenca.....	17
2.3. Información básica.....	21
2.4. Estudio de máximas avenidas.....	30
CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE Y OBRAS DE ARTE	
3.1. Evaluación de las estructuras existentes.....	34
3.2. Diseño del sistema de drenaje y subdrenaje.....	34
3.3. Defensas ribereñas.....	39
CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO	
4.1. Memoria descriptiva.....	48
4.2. Especificaciones técnicas.....	55

4.3.	Costos y Presupuestos.....	56
4.4.	Cronograma de Ejecución de Obras.....	58
4.5.	Planos de Construcción.....	60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

- I. Hojas de cálculo
 - A. Hidrología
 - B. Hidráulica
- II. Especificaciones técnicas
- III. Planillas de metrados
- IV. Análisis de costos unitarios
- V. Panel fotográfico

RESUMEN

El presente informe contiene el diseño y expediente técnico de las estructuras de drenaje superficial y defensas ribereñas proyectadas para el estudio de ampliación y mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500.

En el capítulo I, se presentan los aspectos generales como la problemática, antecedentes, necesidad, objetivos y ubicación de la zona de estudio

En el capítulo II, se desarrollo el estudio de hidrología para determinar los caudales de diseño para cunetas, alcantarillas y defensas ribereñas.

Para las cunetas y alcantarillas se analizaron estadísticamente los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Yauricocha para la intercuenca del talud izquierdo de la carretera, obteniéndose la precipitación máxima probable para diferentes tiempos de retorno, se determino la intensidad y el tiempo de concentración por diferentes métodos, seleccionado el mas adecuado, finalmente se aplico el método racional para determinar el caudal de diseño de $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ para la cuneta y $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ para la alcantarilla.

Para las defensas ribereñas se analizaron estadísticamente los datos de máximas descargas promedio en un día de la estación hidrométrica Tinco de Alis, obteniéndose el caudal máximo diario para diferentes tiempos de retorno. Para obtener los caudales máximos instantáneos se aplico la formula de Fuller, la estación Tinco de Alis se encuentra ubicada sobre el río Cañete, aguas arriba de la confluencia con el río Alis, para obtener los caudales máximos instantáneos sobre el río Alis se aplico un factor proporcional al área y a la precipitación promedio de la cuenca, obteniéndose los caudales de diseño de $69,0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $82,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para el nivel de inundación y la socavación respectivamente.

En el capítulo III, se definió las estructuras a proyectarse, cunetas como drenaje longitudinal, alcantarillas como drenaje transversal y enrocado como defensas ribereñas debido a la presencia del río Alis. Se dimensionaron las estructuras proyectadas de manera que la sección hidráulica tenga la capacidad suficiente para evacuar los caudales de diseño obtenidos.

Para el drenaje longitudinal se proyectó una cuneta triangular revestida de concreto al lado izquierdo de la carretera a lo largo de todo el tramo estudiado, usando la ecuación de Manning se verificó que el caudal de diseño es soportado por una estructura de concreto de 0,50 de profundidad con talud interno de 1V:2H y el talud externo de 2V:1H.

Para la descarga del caudal transportado por la cuneta se proyectó una alcantarilla tipo TMC de 36 ", la sección hidráulica se verificó mediante el software HY-8 7.1.0.

Para el diseño de las defensas ribereñas, se modeló el río mediante el software Hec-Ras 3.1.3, con los resultados obtenidos de la modelación se determinó la socavación general mediante el método de Lischtvan-Lebediev, obteniéndose una socavación máxima de 0,54 m; para dimensionamiento de la estructura de defensas ribereñas se siguió las recomendaciones de la US Army Corps en su manual de Design of Rip Rap revetment, se plantea el enrocado de protección con rocas de diámetro medio 0,60, un ancho mínimo de la estructura de 1,10 m, talud de colocación de 2H:1V, con un dentellón trapezoidal en el pie del talud de una profundidad de 1,80 m, y un ancho mínimo de 2,00 m.

En el capítulo IV, se estructuró el expediente técnico de las estructuras diseñadas que incluye memoria descriptiva, especificaciones técnicas, presupuesto, cronograma de obra y planos a nivel de detalle. El presupuesto para las estructuras de drenaje y obras de arte se estiman en 127087,06 nuevos soles.

Finalmente se presentan las conclusiones y las recomendaciones encontradas durante el desarrollo del estudio y adicionalmente se presentan anexos como sustento de la información recopilada y los cálculos realizados.

LISTA DE CUADROS

1. Cuadro N° 2.1.1	Precipitaciones acumuladas mensuales en la Estación Yauricocha.....	16
2. Cuadro N° 2.1.2	Temperatura media mensual (°C).....	16
3. Cuadro N° 2.1.3	Temperatura máxima mensual (°C).....	16
4. Cuadro N° 2.1.4	Temperatura mínima mensual (°C).....	16
5. Cuadro N° 2.2.1	Información Cartográfica Utilizada.....	17
6. Cuadro N° 2.2.2	Parámetros fisiográficos Sub cuenca del río Alis.....	17
7. Cuadro N° 2.2.3	Intervalos de Recurrencia de Avenidas de Diseño.....	19
8. Cuadro N° 2.2.4	Tiempo de concentración para la alcantarilla de alivio.....	21
9. Cuadro N° 2.3.1.1	Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones Máximas en 24 horas.....	22
9. Cuadro N° 2.3.1.2	Precipitación Media Mensual (mm).....	22
10. Cuadro N° 2.3.2.1	Precipitación máxima en 24 horas por año.....	24
11. Cuadro N° 2.3.3.1	Estación Hidrométrica de Descargas Diarias.....	25
12. Cuadro N° 2.3.4.1	Descargas Máximas Diarias – Estación Tinco de Alis.....	26
13. Cuadro N° 2.2.5.1	Resumen de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnof.....	27
14. Cuadro N° 2.3.6.1	Precipitaciones y Descargas Máxima Distribución de Probabilidad Log Normal.....	28
15. Cuadro N° 2.3.7.1	Coefficiente a e intensidad de lluvia por el cálculo de la intensidad máxima.....	30
16. Cuadro N° 2.4.1.1	Coefficiente de Escorrentía C – Método Racional (*).....	31
17. Cuadro N° 2.4.1.2	Caudales Máximos.....	31

18. Cuadro N° 2.4.2.1 Caudales Máximos (m ³ /s).....	32
19. Cuadro N° 2.4.2.2 Caudales Máximos Instantáneos (m ³ /s).....	33
20. Cuadro N° 2.4.3.1 Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje.....	33
21. Cuadro N° 3.2.1 Velocidad máxima del agua.....	36
22. Cuadro N° 3.2.2.1 Resumen de los resultados HY-8 7.1.0.....	38
23. Cuadro N° 3.3.1.1 Resumen de los resultados obtenidos con el Hec Ras 3.1.1 (100 años).....	41
24. Cuadro N° 3.3.2.1 Resumen de los resultados obtenidos con el Hec Ras 3.1.3 (500 años).....	44
25. Cuadro N° 3.3.3.1 Factor de estabilidad.....	47
26. Cuadro N° 3.3.3.2 Límites de gradación del enrocado.....	47
27. Cuadro N° 4.1.2.1 Precipitaciones acumuladas mensuales en la Estación Yauricocha en mm.....	49
28. Cuadro N° 4.1.2.2 Parámetros fisiográficos Sub cuenca del río Alis.....	50
29. Cuadro N° 4.1.2.3 Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones Máximas en 24 horas.....	51
30. Cuadro N° 4.1.2.4 Estación Hidrométrica de Descargas Diarias.....	52
31. Cuadro N° 4.1.3.1 Límites de gradación del enrocado.....	55
32. Cuadro N° 4.3.1.1 Resumen de metrados.....	56
33. Cuadro N° 4.3.2.1 Presupuesto obra.....	57

LISTA DE FIGURAS

1. Figura N° 1.3.1	Ubicación del proyecto.....	14
2. Figura N° 2.1.1	Precipitaciones mensual de la estación Yauricocha.....	15
3. Figura N° 2.3.6.1	Precipitaciones para Diferentes Períodos de Retorno.....	28
4. Figura N° 2.3.6.2	Descargas para Diferentes Períodos de Retorno.....	29
5. Figura N° 3.2.2.1	Perfil hidráulico – Alcantarilla TMC 36”.....	38
6. Figura N° 3.3.1.1	Configuración de las secciones en planta.....	40
7. Figura N° 3.3.1.2	Niveles de Inundación.....	41
8. Figura N° 3.3.1.3	Perfil Hidráulico del Río Alis.....	42
9. Figura N° 3.3.1.4	Configuración del río en 3D.....	42
10. Figura N° 3.3.2.1	Sección Transversal y niveles de sovación.....	45
11. Figura N° 4.1.1.1	Ubicación del área de estudio.....	48
12. Figura N° 4.1.1.2	Vista de la carretera.....	49
13. Figura N° 4.1.2.1	Precipitaciones mensuales de la estación Yauricocha.....	50
14. Figura N° 4.4.1	Cronograma de Ejecución de Obras.....	59

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

Hidrología

R	:	Riesgo asumido
N	:	Años de vida útil
T_R	:	Tiempo de retorno
T_C	:	Tiempo de concentración en horas
L	:	Longitud del cauce principal
S	:	Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce
A	:	Área
$Q_{m\acute{a}x}$:	Caudal máximo
Q_{prom}	:	Caudal promedio de los valores máximos
K	:	Variable estandarizada reducida
δ	:	Desviación estándar
i	:	Intensidad máxima de la tormenta
P	:	Precipitación máxima
D	:	Duración de la tormenta
a, n	:	Constantes
C	:	Coeficiente de escorrentía
Q_{mi}	:	Caudal máximo instantáneo
Q_{md}	:	Caudal máximo diario

Hidráulica

Q	:	Caudal de diseño
R	:	Radio hidráulico

n	:	Coeficiente de rugosidad de Manning
Y	:	Tirante hidráulico
P	:	Perímetro mojado
ZI	:	Talud del lado interior de la cuneta
ZE	:	Talud del lado exterior de la cuneta
V	:	Velocidad del flujo
d_s	:	Profundidad de socavación medida desde la superficie del agua
D_m	:	Diámetro medio del material del lecho
D_0	:	Profundidad inicial del flujo para la crecida de diseño (Q_d)
Q_d	:	caudal pico de la crecida de diseño
B_e	:	Ancho efectivo de la sección
d_m	:	Profundidad efectiva de la sección
μ	:	Coeficiente de contracción producido por pilas
β	:	Coeficiente en función del periodo de retorno crecida de diseño
x	:	Exponente que depende del D_m del suelo
D_{50}	:	Diámetro que corresponde a la mediana del enrocado en m
C	:	Factor de corrección
V_a	:	Velocidad promedio en el centro del cauce en m/s
D_{avg}	:	Profundidad promedio en el centro del cauce en m
Θ	:	Angulo de inclinación con la horizontal
Φ	:	Angulo de reposo del material de enrocado
S_g	:	Gravedad específica del enrocado
SF	:	Factor de estabilidad a ser aplicado

INTRODUCCIÓN

La ausencia de apropiadas infraestructuras de transporte de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, impiden la accesibilidad al centro del país por medio de esta vía, ocasionado la saturación de la carretera central, traduciéndose estos hechos en elevados costos del transporte de personas así como de mercaderías con incidencia directa en la población local, asimismo afecta a las comunicaciones y los sistemas de comercialización que influye en los precios de mercado y en los patrones de consumo. Estos hechos ponen de manifiesto una débil integración económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con los corredores económicos dinámicos de Lima - Cañete y Huancayo – Lima.

Para dar solución a este problema, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones creó Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, 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.

A raíz de los acuerdos del Convenio de Cooperación Interinstitucional 018-2008-MTC/20 efectuado entre EL PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL – PROVIAS NACIONAL Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, se busca implementar un sistema de acompañamiento y monitoreo del contrato de conservación vial por niveles de servicio de la carretas Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca y Rehabilitación del tramo Zúñiga - Dv Yauyos – Ronchas (N° 288-2007-MTC/20).

Mediante el Curso de Titulación Profesional 2009 Modalidad Actualización de Conocimientos, Resolución Rectoral N 1477 del 03 de Noviembre del 2008, se desarrollará la ampliación y mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo, para los alcances del presente informe se evaluara el tramo desde el Km 166+200 al Km 166+500, especialidad de hidrología, drenaje vial y obras de arte.

El informe consta de cuatro capítulos, la información que contiene cada capítulo se detalla a continuación:

El capítulo I, presenta datos generales de la zona de estudio y los objetivos del presente informe.

En el capítulo II, se desarrollo los estudios básicos de hidrología para determinar los caudales de diseño para las estructuras de drenaje superficial y las obras de defensas ribereñas.

En el capítulo III, se presenta los análisis y cálculos hidráulicos para el dimensionamiento de las estructuras proyectadas.

En el capítulo IV, presenta el expediente técnico que contiene los requerimientos mínimos de presentación de expediente técnico según el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2001). Este capítulo incluye una memoria descriptiva con los diseños calculados en el capítulo anterior, especificaciones técnicas, metrados, costos, presupuestos, cronograma de obra y planos a nivel de detalle.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Generalidades

1.1.1. Problemática y Antecedentes

La Carretera Central es una importante vía de comunicación de la Zona Central del país y constituye el principal medio de comunicación terrestre entre Lima y los departamentos de la región central de la Nación. Esta vía permite abastecer permanentemente a la ciudad de Lima de productos agropecuarios provenientes de los valles interandinos y de la selva central. No obstante esta vía de comunicación actualmente se encuentra sobrecargada por el alto volumen de tráfico generando la necesidad de mejorar vías alternas a la carretera central. Se plantea mejorar la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo para tener una ruta alterna. El tramo de estudio es del Km 166+200 al Km 166+500, aledaño al poblado de Alis.

En el estudio de la carretera se requiere desarrollar los siguientes aspectos:

- Estudios básicos: topografía, geología y geotecnia, hidrología.
- Ingeniería del proyecto
- Impacto ambiental
- Conservación vial y señalización
- Metrados, costos y presupuestos
- Evaluación económica

Anteriormente se han realizado los siguientes estudios:

- Estudio de preinversión a nivel de perfil para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera ruta 22, tramo: Lunahuana - Yauyos Chupaca, abril del 2004.
- Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca, julio 2005.

1.1.2. Necesidad del drenaje vial y obras de arte

Para el correcto funcionamiento de una vía es necesario que la carpeta de rodadura se mantenga en las mejores condiciones posibles. En la zona de la sierra de nuestro país las lluvias y el agua que discurre por la carpeta de rodadura y fuera de ella ocasionan daños en la misma, alterando su condición de transitabilidad, por lo que los sistemas de drenaje vial son una herramienta muy importante para su preservación. Además, se requieren obras de arte como defensas ribereñas y alcantarillas entre otras para asegurar la permanencia de la obra.

El correcto predimensionamiento esta basado en un estudio hidrológico adecuado.

1.2. Objetivos del proyecto

Objetivo Principal

Se busca mejorar el vínculo entre las ciudades de Lima y Huancayo para incrementar el comercio de materias primas, productos de campo, etc., lograr el desarrollo socio-económico de los poblados ubicados a lo largo de la carretera, brindándoles una carretera transitable, confiable y de mayor seguridad a la existente.

Objetivos Específicos

- Calcular los caudales de diseño para las estructuras proyectadas.
- Contar con un adecuado sistema de drenaje (longitudinal y transversal) que asegure la transitabilidad y la conservación de la estructura de la carpeta.
- Contar con adecuadas estructuras de defensas ribereñas que aseguren la protección de la carretera dada a la cercanía del río Alis.
- Elaboración del presupuesto de las estructuras proyectadas y cronograma de ejecución de obra.

1.3. Ubicación

El tramo en estudio se ubica sobre la carretera Lunahuana-Yauyos- Chupaca en el Km 166+200 al Km166+500 en el distrito de Alis, provincia de Yauyos, departamento de Lima, ver figura 1.3.1.

Figura 1.3.1
Ubicación del proyecto



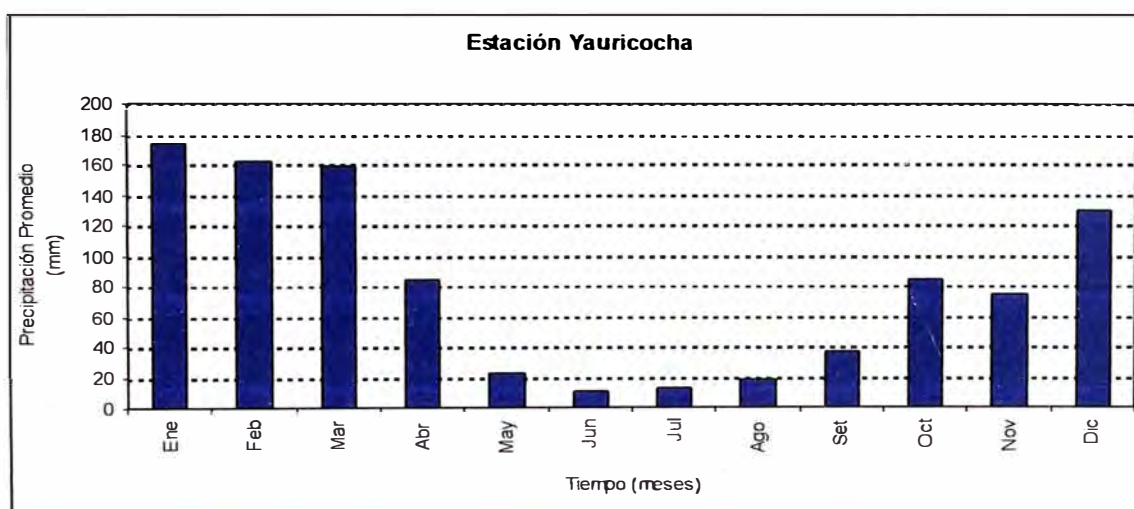
CAPITULO II: HIDROLOGIA

2.1. CLIMA

El clima de la cuenca de la zona alta del río Cañete es variable, depende de la altitud, orientación de las faldas de los cerros y con muchos cambios a través de los años. La precipitación tiende a ser más alta a mayor altitud y en las faldas orientadas hacia la dirección del viento, el promedio es de 500 a 1000 mm, concentrado en el invierno que se extiende de octubre a marzo. Las heladas son muy comunes por encima de 3 450 m.s.n.m.

Las precipitaciones pluviales mas intensas se producen desde diciembre a marzo, meses que son marcadamente lluviosos mientras que desde abril a octubre las precipitaciones disminuyen, tal como se aprecia en la Figura 2.1.1, en los meses de mayo, junio, julio y agosto las precipitaciones son muy escasas, tal como se aprecia en el cuadro 2.1.1.

Figura N° 2.1.1
Precipitaciones mensuales



Cuadro N° 2.1.1

Precipitaciones acumuladas mensuales en la Estación Yauricocha en mm

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	173,6	162,0	159,3	84,3	22,8	10,4	12,7	18,0	36,6	84,2	74,7	130,1	968,6
Desvesta	61,9	46,6	48,4	47,4	15,7	11,6	15,5	14,8	16,8	37,6	35,1	46,7	136,9
Max	315,4	255,7	239,0	177,9	53,8	41,8	70,6	57,5	68,9	173,1	185,3	188,3	1 271,0
Min	71,7	90,9	66,8	13,9	0,7	0,0	0,0	0,0	7,3	27,8	36,9	41,8	670,6

La temperatura en la cuenca del río Cañete, en la zona baja bordea en promedio los 20°C, presentando temperaturas mas bajas en los meses de mayo a noviembre, con temperaturas mínimas de hasta 10°C.

En la zona alta la temperatura media es mas baja, en promedio 14°C, presentando un máximo de hasta 23°C y un mínimo de hasta 6°C, como se puede apreciar en los cuadros 2.1.2, 2.1.3 y 2.1.4.

Cuadro N° 2.1.2
Temperatura media mensual (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio
Cañete	23,80	24,60	24,50	22,80	20,50	17,80	17,00	16,90	17,20	18,60	20,00	22,00	20,48
Pacarán	22,60	23,00	23,20	21,80	19,60	17,60	16,80	17,40	18,70	19,60	20,50	21,20	20,17
Chavín *							20,30	20,30	21,30	2,40	22,50		
Morro Arica *							15,20	17,30	17,80	16,10	16,90	14,90	
Yauyos	14,20	14,10	13,80	14,60	15,00	14,60	14,70	15,00	15,30	14,60	14,60	14,00	14,54

Fuente: Electroperú, 1992-* Datos de Chavín y Morro registrados por ARPL en 1999

Cuadro N° 2.1.3
Temperatura máxima mensual (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Máximo
Cañete	30,10	33,00	32,70	32,60	31,10	25,30	24,20	23,20	23,80	24,80	25,90	28,80	33,00
Pacarán	30,50	31,30	32,60	32,40	32,90	31,20	30,20	31,10	29,40	28,60	29,60	30,40	32,90
Chavín *							29,40	25,60	27,80	26,70	30,00		
Morro Arica *							29,40	28,90	30,00	27,80	28,90	25,00	
Yauyos	21,10	22,80	21,70	22,90	23,20	22,80	22,80	21,80	23,30	22,50	22,10	21,30	23,30

Fuente: Senamhi, 1998-* Datos de Chavín y Morro registrados por ARPL en 1999

Cuadro N° 2.1.4
Temperatura mínima mensual (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Mínimo
Cañete	16,40	16,40	16,10	13,70	10,80	11,50	10,50	10,90	10,60	11,10	12,90	14,00	10,50
Pacarán	14,80	14,50	15,50	14,20	10,90	9,10	9,10	9,90	9,30	9,90	10,30	12,20	9,10
Chavín *							10,00	13,30	14,40	15,60	14,40		
Morro Arica *							4,40	5,60	7,80	4,40	8,90	10,60	
Yauyos	7,70	7,80	7,70	7,80	7,20	6,20	6,40	7,20	7,80	7,20	7,40	7,50	6,20

Fuente: Senamhi, 1998-* Datos de Chavín y Morro registrados por ARPL en 1999

2.2. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE LA CUENCA

El área de estudio hidrográficamente se encuentra ubicado al este de la parte alta de la cuenca del río Cañete, aproximadamente desde la cota de los 3250 msnm hasta los 5000 msnm (las partes más alta de cabecera de cuenca).

Las cuencas de la zona de estudio se pueden apreciar en el plano HI-01. Las cuencas se pueden ubicar en las siguientes hojas de las cartas nacionales a escala 1:100 000 del IGN:

Cuadro N° 2.2.1

Información Cartográfica Utilizada

Denominación	Hoja	Escala	Institución
Matucana	24-k	1:100 000	IGN
La Oroya	24-l	1:100 000	IGN
Huarochari	25-k	1:100 000	IGN
Yauyos	25-l	1:100 000	IGN

Parámetros Fisiográficos

Se ha delimitado la extensión de la cuenca y subcuencas que se analizan en el presente estudio, siguiendo la línea de cumbres para determinar el área drenante. Se midieron los parámetros fisiográficos de las cuencas de interés aportantes a cada punto de intersección con la carretera en estudio como son: área, perímetro, longitud y pendiente media del cauce principal. En el cuadro N° 2.2.2 se muestran los parámetros fisiográficos correspondientes a la sub cuenca del río Alis.

Cuadro N° 2.2.2

Parámetros fisiográficos

Sub cuenca del río Alis	
Área (Km ²)	426
Perímetro (Km)	117
Cota máxima (msnm)	4450
Cota mínima (msnm)	3390
D cota (msnm)	1060
Longitud del cauce principal (Km)	56803
Altitud Media (msnm)	3900
Índice de Compacidad	1,58

Período de retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera. El período de retorno se puede estimar mediante la expresión 2.2.1.

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{\frac{1}{n}}} \quad (2.2.1)$$

Donde:

R = Riesgo asumido

n = Años de vida útil

T = Tiempo de retorno

Riesgo de falla

Tanto el enfoque probabilístico como el determinístico comprenden riesgos de falla. No existen pautas definidas para determinar niveles aceptables de riesgo de falla para la mayoría de tipos de estructuras. Sin embargo, las probabilidades de falla no deberían exceder unos cuantos puntos porcentuales, dependiendo de las consecuencias de falla para los habitantes aguas abajo, el uso de tierra aguas abajo, y la instalación misma. Podrían ser también significativas las consecuencias de falla para el medio ambiente.

Con el fin de estimar la frecuencia (intervalo de recurrencia) de la avenida de diseño, se debe determinar un riesgo aceptable de falla. Cuando se determina la aceptabilidad del riesgo de falla, se debe considerar las consecuencias de falla para los habitantes aguas abajo, uso de tierra aguas abajo o el daño ambiental potencial. Por ejemplo, si se determina que una probabilidad de falla de 5% es un nivel aceptable de riesgo durante la operación, para una instalación con una vida operativa de 20 años, entonces la avenida de diseño debería tener un intervalo de recurrencia de (r) de 390 años.

$$r = 20 [1/0.05 - 1/2] = 390 \text{ años}$$

En el cuadro N° 2.2.3 se proporciona ejemplos de intervalos de recurrencia de avenidas de diseño para riesgos asumidos de falla.

Cuadro N° 2.2.3
Intervalos de Recurrencia de Avenidas de Diseño

Vida de Diseño (años)	Riesgo Aceptable de Falla (%)	Intervalo de Recurrencia de Diseño (años)
10	5	195
	10	95
	18.3	50
20	5	390
	10	190
	18.2	100
30	5	585
	10	285
	26	100
50	5	975
	10	475
	40	100
70	5	1 365
	10	665
	30	197
100	1	9 950
	5	1 950
	10	950

Para el caso de las defensas ribereñas se esta asumiendo un riesgo de 10% por tratarse de una vía alternada a la carretera central.

Años de vida útil

La carretera se diseño para una vida útil de 10 años, para las defensas ribereñas se considero el mismo tiempo de vida útil.

Tomando en cuenta estas consideraciones y aplicando la expresión 2.1.1, se obtuvo un tiempo de retorno de 95 años para las defensas ribereñas, por cuestiones prácticas se diseñara para un periodo de retorno de 100 años.

Para el caso de la cuneta y la alcantarilla de alivio proyectadas se considero un periodo de retorno de 10 y 20 años respectivamente, de acuerdo a las

recomendaciones del MTC en su manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Tiempo de concentración

Una de las variables que caracteriza la escorrentía superficial es el tiempo de concentración.

El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca contribuya con escorrentía superficial. Para su determinación se utilizan las conocidas fórmulas planteadas por Kirpich, US Corps, Of Engineers y Bransby – Williams.

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,06628 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (2.2.2)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en Km

S = Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

Fórmula de Bransby – Williams:

$$T_c = 0,2433LA^{-0,1} \left(\frac{L^{-0,1}}{S^{0,2}} \right) \quad (2.2.3)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce en Km

S = Pendiente en m/m

A = Área Km²

Fórmula de US Corps of Engineers:

$$T_c = 0,3 \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}} \quad (2.2.4)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce en Km

S = Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

En el cuadro N° 2.2.4 se muestra el tiempo de concentración calculado para la alcantarilla de alivio.

Cuadro N° 2.2.4

Tiempo de concentración para la alcantarilla de alivio

Parámetros fisiográficos para la intercuenca	Área (Km ²)	0,05
	Perímetro (Km)	1,03
	Cota máx. (msnm)	3750
	Cota min. (msnm)	3390
	Longitud del Cauce Principal (Km)	0,26
	Pendiente	1,39
Tiempo de concentración	Kirpich (minutos)	0,02
	B-W (minutos)	0,09
	Corps of Engineers (minutos)	0,10

Para el presente estudio se utilizó el promedio aritmético del tiempo de concentración calculado por las tres fórmulas mencionadas.

2.3. INFORMACION BASICA

Para el diseño de estructuras de drenaje se requiere estimar caudales de máximas avenidas, este caudal se puede obtener a partir de datos de precipitación máxima en 24 horas para estructuras de drenaje superficial como cunetas y alcantarillas y caudales máximos instantáneos para estructuras ubicadas en cauces permanentes como puentes y defensas ribereñas.

2.3.1. Información Pluviométrica

Los registros de precipitación utilizados para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas, de las estaciones cuyos datos generales se muestran en el cuadro N° 2.3.1.1.

Cuadro N° 2.3.1.1

Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones Máximas en 24 horas

Estación	Altitud	Coordenadas		Registro
		Latitud	Longitud	
Carania	3 875	12°22'40,8"	75°52'20,7"	1964 - 2008
Colonia	3379	12°38'05"	75°53'40"	1964 - 2000
Huangascar	2533	12°53'56"	75°50'02"	1965 - 2008
Huantan	3272	12°27'48"	75°49'00"	1964 - 2000
Tanta	4323	12°07'48"	76°01'00"	1964 - 2000
Vilca	3816	12°07'00"	75°50'00"	1964 - 2008
Yauricocha	4675	12°18'60,3"	75°43'22,5"	1987 - 2008
Yauyos	2871	12°27'30"	75°55'00"	1964 - 2008

Fuente: Senamhi

Para el cálculo de la precipitación media de la sub cuenca Alis y la cuenca Tinco de Alis se trazo los polígonos de Thiessen (ver plano HI-002) y los datos de precipitación media mensual se tomo del Estudio del Desarrollo Integral de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Cañete en la Republica del Perú elaborado por Nipón Koei Co. Ltd. y Pacific Consultants Internacional (ver cuadro N° 2.3.1.2), obteniendo una precipitación media de 938 mm y 820 m para la sub cuencas Alis y la cuenca Tinco de Alis respectivamente, estos datos nos sirven para la caracterizar las cuencas de interés.

Cuadro N° 2.3.1.2

Precipitación Media Mensual (mm)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Carania	117,0	109,1	115,8	37,8	13,6	4,9	3,9	6,3	12,2	27,7	28,9	68,2	545,4
Colonia	84,6	109,7	127,0	27,4	3,1	0,3	0,8	0,5	3,9	15,4	19,4	65,6	457,7
Huangascar	63,5	72,9	90,2	8,0	0,7	0,3	0,0	0,3	0,6	2,6	6,5	25,6	271,2
Huantan	190,9	229,7	193,9	69,9	10,1	1,0	2,0	2,1	2,7	50,5	62,9	91,4	907,1
Tanta	139,5	137,8	139,7	84,1	25,5	9,7	7,1	12,7	28,3	51,7	67,8	91,2	795,1
Vilca	180,0	184,4	173,0	77,8	17,5	6,0	4,3	11,8	27,4	61,4	67,0	106,5	917,1
Yauricocha	175,3	176,3	162,7	75,9	24,2	9,3	9,3	9,4	41,7	66,5	84,0	114,9	949,5
Yauyos	69,2	87,4	90,9	20,8	3,6	0,6	0,2	1,2	4,4	15,1	18,6	44,0	356,0

Fuente: Nipón Koei et. al., 1999

2.3.2. Análisis de la Precipitación Máxima de 24 Hr

Para la estimación de caudales se efectuó un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Se consideró el siguiente procedimiento:

- a) Uso de registros de precipitación máxima en 24 hrs.
- b) Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- c) Análisis estadístico de las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años.
- d) Estimación de caudales máximos.

Se analizó la variación de la precipitación con la altitud asumiendo un mecanismo de precipitación orográfico. En base al promedio de la precipitación máxima en 24 horas de las estaciones disponibles, se intentó obtener la correlación precipitación vs altitud, pero no fue posible encontrar una correlación aceptable.

Se seleccionó la estación Yauricocha para el análisis de precipitación máxima en 24 horas, porque es la única estación que se encuentra dentro la cuenca Alis y además el tramo de estudio de encuentra dentro de su área de influencia de acuerdo a los polígonos de Thiessen.

En el cuadro N° 2.3.2.1 se muestra las precipitaciones máximas de 24 horas por año. Desde 1964 hasta 2008 de las estaciones estudiadas.

Cuadro N° 2.3.2.1
Precipitación máxima en 24 horas por año

Año	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
1964	28,4	14,2		37,0	25,4	17,6		19,5
1965	44,3	43,5	15,0	41,6	34,5	19,6		31,4
1966	25,0	34,4	25,1	20,0	26,6	33,5		23,3
1967	18,6	62,8	35,3	39,8	28,0	44,8		23,6
1968	14,1	18,1	12,9	17,7	23,7	29,0		15,4
1969	29,3	17,2	21,3	20,3	33,0	15,3		17,4
1970	16,6	24,2	28,0	21,2	37,9	20,0		26,8
1971	18,0	31,5	19,6	18,5	24,5	23,0		33,0
1972	20,1	16,3	70,5	29,3	26,1	19,8		19,4
1973	22,6	15,8	27,2	30,2	18,2	22,9		28,2
1974	16,8	15,7	12,7	20,0	19,3	25,1		21,5
1975	16,0	14,1	34,6	40,1	15,1	24,8		19,0
1976	19,3	23,2	26,5	32,4	17,5	23,6		20,0
1977	17,4	24,9	29,4	27,6	16,4	21,7		14,8
1978	16,1	25,2	49,8	22,0	16,3	18,5		20,1
1979	15,1	22,4	18,1	23,8	11,7	24,1		16,9
1980	17,1	25,5	8,5	18,8	14,4	22,9		15,5
1981	17,5	17,6	21,0	54,3	13,1	28,3		22,8
1982	15,9	17,2	17,2	61,2	13,3	30,5		23,6
1983	16,6	21,5	9,7	33,6	6,7	20,0		27,6
1984	14,2	25,0	14,9	53,4	11,3	32,8		10,0
1985	12,9	8,0	13,8	29,3	12,4	27,7		13,5
1986	20,0	26,5	19,0	36,2	18,0	30,8		17,9
1987	20,9	12,5	13,1	35,5	16,8	35,7	37,6	8,9
1988	33,1		20,4	39,5	13,8	23,1	28,8	20,3
1989	24,4		20,0	27,7	13,9	21,8	26,1	22,8
1990	26,0		20,0		15,8	17,3	30,8	18,3
1991	12,4		19,0		11,8	15,5	24,0	
1992	15,1		5,0		16,0	14,3	21,5	6,3
1993	16,0		20,0		41,6	55,0	40,5	17,3
1994	14,1		24,0		26,4	48,4	21,8	31,5
1995	13,5		30,0		27,0	42,0	20,2	12,2
1996	16,1		23,0		31,7	17,5	16,6	24,3
1997	14,6		25,3		74,0	34,0	28,2	18,8
1998	14,1		33,8		41,8	31,0	27,6	14,7
1999	15,6		24,3		24,5	18,2	24,4	19,9
2000	27,0		30,6		28,9	20,1	58,6	12,9
2001	14,9		12,8			16,2	20,6	13,3
2002	17,7		24,8			20,8	25,8	11,6
2003	18,9		15,0				60,4	14,4
2004	21,4		17,7			31,2	41,3	14,2
2005	20,5		13,0			17,0	30,4	13,6
2006	30,1		25,1			25,5	26,2	20,6
2007	23,4		14,6			30,0	29,0	19,8
2008	21,9		24,0			22,7	15,4	19,9
N° datos	45	24	44	26	37	44	22	44
Promedio	19,6	23,2	22,4	32,0	22,9	25,8	29,8	19,0
Máx	44,3	62,8	70,5	61,2	74,0	55,0	60,4	33,0
Min	12,4	8,0	5,0	17,7	6,7	14,3	15,4	6,3

Fuente: 1964 - 1999 Inrena
2000 - 2008 Senamhi

2.3.3. Información Hidrométrica

Como no se cuenta con datos de descargas máximos instantáneos, los registros de descargas para la elaboración del estudio son los de máxima descarga promedio en un día, de la estación Tinco de Alis, cuyos datos generales se muestran en el cuadro N° 2.3.3.1

Cuadro N° 2.3.3.1

Estación Hidrométrica de Descargas Diarias

Estación	Altitud	Coordenadas		Registro
		Latitud	Longitud	
Tinco de Alis	3150	12°17'00"	75°48'00"	1964 - 1998

Fuente: Proyecto el Platanal, Fase 1: Hidroeléctrica San Juanito 220 MW, anexo 5: Hidrología y Sedimentación

2.3.4. Análisis de las descargas máximas instantáneas

Para la estimación de caudales se efectuó un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y descargas máximas. Se consideró el siguiente procedimiento:

- a) Uso de registros de descargas máximas diarias.
- b) Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- c) Análisis estadístico de las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años.
- d) Estimación de caudales máximos.

Se seleccionó la estación Tinco de Alis para el análisis de descargas máximas instantáneas, porque se ubica muy cerca de la zona de estudio, a pesar de ubicarse en diferentes cuencas, la dimensión de sus áreas están en el mismo orden.

En el cuadro N° 2.3.4.1 se muestra las descargas máximas diarias por año. Desde 1964 hasta 2008 de las estaciones estudiadas.

Cuadro N° 2.3.4.1

Descargas Máximas Diarias – Estación Tinco de Alis

Años	Descarga Máxima Diaria m³/s
1964	28,3
1965	36,4
1966	34,7
1967	51,6
1968	28,4
1969	48,6
1970	58,8
1971	61,1
1972	106,1
1973	66,8
1974	49,7
1975	46,5
1976	50,4
1977	40,7
1978	36,6
1979	32,3
1980	20,6
1981	41,6
1982	30,8
1983	38,1
1984	60,7
1985	30,0
1986	56,6
1987	55,4
1988	39,7
1989	58,5
1990	30,5
1991	42,0
1992	24,2
1993	42,4
1994	52,0
1995	39,9
1996	39,1
1997	51,1
1998	48,02

N° datos	35
Promedio	45,1
Máx.	106,1
min.	20,6

Fuente: Estudio del Desarrollo Integral de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Cañete en la República del Perú

2.3.5. Análisis de Bondad de Ajuste

Las distribuciones de frecuencia usadas en el análisis de eventos hidrológicos máximos son: Distribución Gumbel, Distribución Normal, Distribución Log Pearson III, Distribución Log Normal.

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

- a) Análisis gráfico
- b) Método del error cuadrático mínimo
- c) Test de Kolmogorov – Smirnov
- d) Test de Chi – Cuadrado X^2

En el presente estudio se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov ya que este análisis es aplicable a cualquier tipo de distribución.

En este caso se hicieron análisis estadísticos de las distribuciones probabilísticas de las precipitaciones máximas en 24 hrs y las máximas descargas promedio en un día de las estaciones mencionadas donde se disponía de datos en una longitud de registro apropiada (22 y 35 años). Luego de la prueba de Bondad de Ajuste en la estación Yauricocha y Tinco de Alis, donde en resumen al aplicar el test de Kolmogorov se encontró que las distribuciones de mejor ajuste es la Distribución Log Normal para ambas estaciones. En el cuadro 2.3.5.1 se muestra el resumen de los resultados.

Cuadro N° 2.3.5.1

Resumen de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnof

Estación	FUNCION DE DISTRIBUCION			
	Normal	Log-Normal	Log Pearson III	Gumbel
Yauricocha	0,205	0,132	0,937	0,135
Tinco de Alis	0,069	0,055	0,969	0,060

Por lo tanto se empleará la distribución de Log Normal por ser a la mejor se ajustan los datos.

2.3.6. Análisis de Frecuencia

El procedimiento está basado en calcular los valores máximos para un determinado tiempo de retorno de acuerdo a las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en el análisis de eventos hidrológicos máximos mencionados.

Del análisis de Frecuencia para la distribución Log Normal se obtiene los valores de precipitaciones y descargas para diferentes períodos de retorno, aplicando la expresión 2.3.6.1, como se muestra en el cuadro N° 2.3.6.1.

$$Q_{\text{máx}} = Q_{\text{prom}} + K\delta \quad (2.3.6.1)$$

Donde:

$Q_{\text{máx}}$ = Caudal Máximo en m^3/s .

Q_{prom} = Caudal Promedio de los Valores Máximos en m^3/s .

K = Variable Estandarizada Reducida.

δ = Desviación Estandar.

Cuadro N° 2.3.6.1

Distribución de Probabilidad Log Normal

T años	K	Pmax24h mm	Q máx. m^3/s
10	1,28	43,80	64,81
20	1,64	49,71	72,90
50	2,05	57,33	83,22
100	2,33	63,04	90,90
200	2,58	68,77	98,54
500	2,88	76,41	108,67

Figura N° 2.3.6.1

Precipitaciones para Diferentes Períodos de Retorno

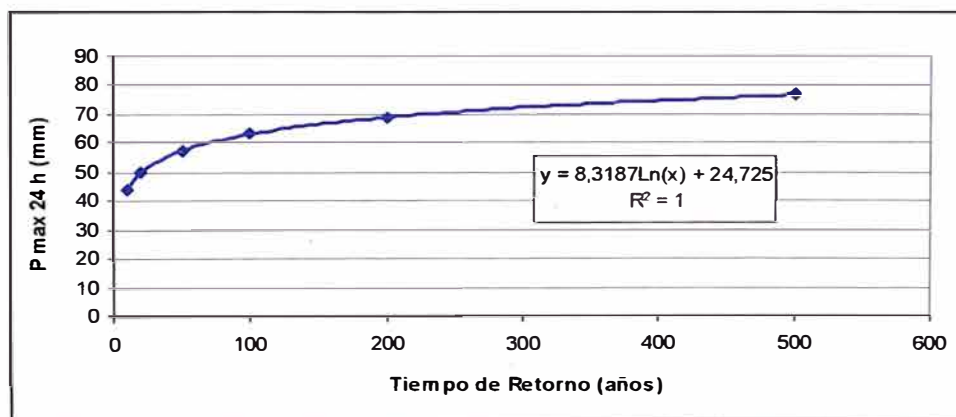
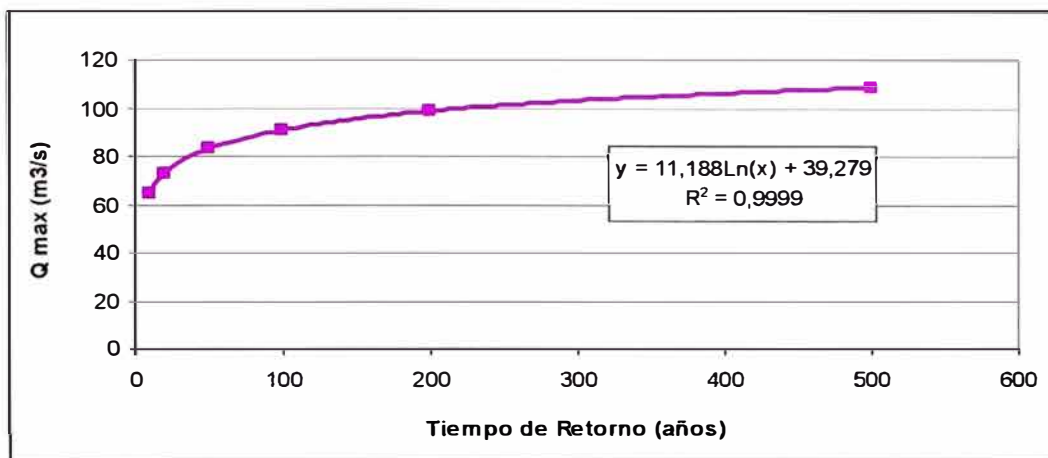


Figura N° 2.3.6.2
Descargas para Diferentes Períodos de Retorno



2.3.7. Intensidad de Lluvia

La intensidad máxima de la tormenta se ha determinado utilizando los valores de precipitación máxima en 24 horas de la estación pluviométrica Yauricocha.

Para determinar la intensidad correspondiente al tiempo de concentración se ha adoptado al modelo 2.3.7.1.

$$i = \frac{P}{D} = aD^{n-1} \quad (2.3.7.1)$$

Donde:

i: Intensidad máxima de la tormenta

P: Precipitación máxima

D: Duración de la tormenta

a, n: Constantes

El exponente n se toma del estudio de "Hidrología del Perú", realizado por IILA-SENAMHI-UNI. El área de estudio corresponde a la zona 123₁₁, cuyo exponente n es 0,286.

Como:

$$P = aD^n \quad (2.3.7.2)$$

De la ecuación 2.3.7.2 se puede determinar el valor de “a” para cada periodo de retorno, en el cuadro 2.3.7.1 se muestran los resultados considerando que la precipitación máxima de 24 horas corresponde a una duración de 16 horas.

Cuadro N° 2.3.7.1
Coefficiente a e intensidad de lluvia por el cálculo de la intensidad máxima

Tr (años)	10	20	50	100	200	500
P máx. 24h	43,8	49,7	57,3	63,0	68,8	76,4
a	19,8	22,5	25,9	28,5	31,1	34,6
i (mm/hr)	116,8	132,6	152,9	168,2	183,5	203,8

2.4. ESTUDIO DE MÁXIMAS AVENIDAS

En el presente estudio para la determinación de los caudales máximos se emplearon procedimientos de precipitación – escorrentía para las estructuras de drenaje superficial proyectadas y caudales máximos instantáneos para las estructuras ubicadas en el río como defensas ribereñas.

2.4.1. Caudal de Diseño para Cuencas Pequeñas

Para las cuencas pequeñas, donde predominan los fenómenos de concentración del caudal, se aplicó:

El Método Racional

Cuya representación se muestra en la expresión 2.4.1.1.

$$Q = 0,278CiA \quad (2.4.1.1)$$

Donde:

Q: Es el caudal máximo en m³/s

C: Es el coeficiente de escorrentía y depende de las características de la cuenca como pendiente, usos y tipos de suelos, cobertura vegetal, etc.

i: Es la intensidad máxima de la tormenta de diseño en mm/h. Se selecciona el valor correspondiente a una duración de la tormenta igual a tiempo de concentración.

A: Es el área de drenaje en km².

El coeficiente de escorrentía para las condiciones topográficas y de cobertura vegetal, está comprendida entre 0,20 y 0,61, según lo descrito en la en la tabla 2.4.1.1.

Cuadro N° 2.4.1.1

Coeficiente de Escorrentía C – Método Racional (*)

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas no desarrolladas							
Áreas de cultivos							
Plano 0-2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio 2-7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano 0-2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio 2-7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

(*) Fuente: "Hidrología Aplicada", Ven Te Chow

En el cuadro 2.4.1.2 se muestran los coeficientes de escorrentía y los caudales máximos estimados para las cuencas que interceptan la carretera en el tramo de estudio, considerando que no tienen desarrollo urbano, tienen pendiente pronunciada y presenta cobertura vegetal de bosques.

Cuadro N° 2.4.1.2

Caudales Máximos

Tr años	C	Caudal m ³ /s
10	0,41	0,69
20	0,44	0,84
50	0,48	1,06
100	0,52	1,27
200	0,54	1,43

2.4.2. Caudal de Diseño para Cuencas Medianas y Grandes

En este caso para la determinación de descargas máximas en las cuencas medianas, se calculo a partir de las máximas descargas promedio en un día de la estación Tinco de Alis que se ubica sobre el Río Cañete.

Caudales Máximos Diarios

Con la distribución probabilística seleccionada se procedió a calcular los caudales máximos diarios en Tinco de Alis para varios tiempos de retorno como se muestra en el cuadro 2.3.5.1.

Caudales Máximos Instantáneos

Los caudales máximos instantáneos se obtuvieron a partir de los caudales máximos diarios, mediante la expresión de Fuller:

$$Q_{mi} = Q_{md} (1 + 3,54A^{-0,3}) \quad (2.4.2.1)$$

Donde:

Q_{mi} = Caudal Máximo Instantaneo en m^3/s .

Q_{md} = Caudal Máximo Diario en m^3/s .

A = Area Total de la Cuenca en km^2 .

Aplicando la expresión (2.4.2.1) en la cuenca de Tinco de Alis se determinó que el caudal máximo instantáneo es 1,45 veces el caudal máximo diario, los resultados se muestran en el cuadro 2.4.2.1.

Cuadro N° 2.4.2.1

Tr (años)	Caudales Máximos (m^3/s)	
	Diarios (Q_{md})	Instantáneos (Q_{mi})
10	64,8	94,3
20	72,9	106,1
50	83,2	121,1
100	90,9	132,3
200	98,5	143,4
500	108,7	158,1

A partir de estos resultados se calculo el caudal máximo instantáneo para la sub cuenca del río Alis, mediante la expresión 2.4.2.2, los resultados se muestran en el cuadro 2.4.2.2.

$$Q_{miAlis} = \left(\frac{A_{Alis}}{A_{TincodeAlis}} \right) \left(\frac{P_{Alis}}{P_{TincodeAlis}} \right) Q_{miTincodeAlis} \quad (2.4.2.2)$$

Donde:

$$A_{Alis} = 933,62 \text{ Km}^2$$

$$A_{TincodeAlis} = 426,00 \text{ Km}^2$$

Cuadro N° 2.4.2.2

Caudales Máximos Instantáneos (m³/s)

Tr (años)	Cuenca	
	Tinco de Alis	Alis
10	94,3	49,2
20	106,1	55,3
50	121,1	63,2
100	132,3	69,0
200	143,4	74,8
500	158,1	82,5

2.4.3. Caudales de diseño para estructuras de drenaje

Se recomiendan utilizar los periodos de retorno mostrados en el cuadro N° 2.4.3.1 para calcular los caudales de diseño para las estructuras de drenaje.

Cuadro N° 2.4.3.1

Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje

Tr (años)	Tipo de obra
100 (mínimo)	Puentes y pontones
50	Alcantarillas de paso y badenes
10-20	Alcantarilla de alivio
10	Drenaje de la plataforma
500	Puentes

Fuente: Manual para diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, MTC

CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE Y OBRAS DE ARTE

3.1. Evaluación de las estructuras existentes

Durante los días 10 y 11 de abril del presente año en curso se desarrollo la evaluación de campo a la zona en estudio, a continuación se describe las condiciones actuales del tramo.

En la margen izquierda presenta un talud de pendiente pronunciada y en la margen derecha se ubica el río Alis, ambos márgenes presentan cobertura vegetal, a lo largo del tramo no se ubico cruce de quebradas, la superficie de rodadura tiene un ancho irregular que varia desde 4 m hasta 8 m. No existen estructuras de drenaje, ni obras de arte.

3.2. Diseño del sistema de drenaje

3.2.1. Drenaje Longitudinal

Como sistema de drenaje longitudinal se proyecto cunetas a lo largo de todo el tramo de estudio, cuya función es recolectar el agua pluvial producida de manera temporal, que incide directamente sobre las laderas aledañas a la carretera y así a la superficie de rodadura. Dicho flujo superficial debe ser ordenadamente evacuado con estructuras de drenaje que siguen el sentido longitudinal de la carretera y que serán evacuadas por las estructuras de drenaje transversal que se proyecten. Tales estructuras para el Sistema de Drenaje Longitudinal son las denominadas cunetas revestidas.

Las cunetas revestidas sirven para conducir las aguas de escorrentía superficial en aquellas zonas donde la carretera se desarrolla aledaña a una ladera y no tienen restricciones críticas de estrechamiento del trazo que impida su colocación.

Determinación del caudal de diseño

La longitud promedio es; la distancia que se considera entre cada alcantarilla de alivio, el criterio empleado es que estén espaciadas a 200 m como máximo para zonas lluviosas de acuerdo al MTC en su manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. En lo que se refiere al ancho promedio, es la estimación de la altura de corte más desfavorable que los taludes aporta hacia la cuneta y el ancho de la carretera respectivo.

En el estudio de Hidrología se determinaron los caudales de diseño, para el tramo de estudio se consideró los aportes del escurrimiento de la ladera del talud y de media plataforma de carretera, obteniendo 0,33 m³/s para un tiempo de retorno de 10 años.

Dimensionamiento hidráulico

En el tramo del estudio desde el Km 166+200 hasta el Km 166+500 se adoptó como diseño la cuneta de sección triangular de acuerdo a las recomendaciones del MTC en su manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, al lado izquierdo de la carretera, revestida de concreto, de 0,50 m de profundidad con talud interno 1V:2H y el talud externo 2V:1H, como se muestra en el plano HD-001.

En general la pendiente mínima del fondo de la cuneta es de 2, el borde libre considerado en el presente diseño es el que se adopta para canales pequeños y es igual al 0,25 del tirante normal.

Para el diseño hidráulico de cunetas emplearemos la ecuación de Manning:

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

Donde:

- Q = Caudal de diseño (m³/s)
- A = Área hidráulica (m²)
- R = Radio hidráulico (m)
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning
- S = Pendiente de la cuneta (m/m)

Las variables empleadas son las siguientes:

- A : Área hidráulica (m²)
 Y : Tirante hidráulico (m)
 R : Radio hidráulico (m)
 P : Perímetro mojado (m)
 n : Coeficiente de rugosidad de Manning
 S : Pendiente de la cuneta (m/m)
 ZI : Talud del lado interior de la cuneta.
 ZE : Talud del lado exterior de la cuneta.
 V : Velocidad del flujo (m/s)

Para el caso de las cunetas triangulares revestidas de concreto se procedió a tomar el valor de $n = 0,015$ (Ver: Ven Te Chow), obteniendo una velocidad de 2,15 m/s, siendo menor al valor admisible (ver cuadro N°3.2.1), los resultados se muestran en el Anexo 1 Hojas de cálculo.

Cuadro N° 3.2.1
Velocidad máxima del agua

Tipo de Superficie	Máxima Velocidad Admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual para diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, MTC

3.2.2. Drenaje Transversal

Las alcantarillas son estructuras que conforman la mayor parte del sistema de drenaje transversal. Para el presente estudio se ha proyectado una alcantarilla tipo TMC de 36" de diámetro, ubicada en la progresiva 166+360 su finalidad es aliviar el agua por exceso de longitud de la cuneta. En la entrada y salida de la alcantarilla se ha proyectado cabezales, para las alcantarillas de descarga de cunetas se considera un cabezal tipo cajón en el ingreso y un cabezal tipo alas en la salida.

Determinación del caudal de diseño

Para el diseño de alcantarillas se han considerado que el borde libre sea igual 10% del tirante, este borde libre tiene relación con la cantidad de transporte de sólidos para cada tipo de alcantarilla. En el estudio de Hidrología se determinó el caudal de diseño de $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$, por tratarse de una alcantarilla de descarga se consideró el aporte de la cuneta, este caudal se calculó para un tiempo de retorno de 20 años.

Dimensionamiento hidráulico

Para el dimensionamiento de la alcantarilla se ha verificado las siguientes variables con la ayuda de software HY-8 7.1.0.

Cálculo del tirante en el ingreso.

Cálculo la velocidad de salida.

Coefficientes de rugosidad, para el caso de alcantarillas, el coeficiente de rugosidad de Manning que asume el programa depende del tipo de material a usar, así tenemos que para las alcantarillas TMC el coeficiente de rugosidad que considera es 0,024.

Se consideraron los siguientes datos de entrada al software:

Del flujo: caudal de diseño

De la estructura de salida: dimensiones, coeficiente de Manning, elevación.

De la carretera: sección, tipo de carpeta, ancho máximo.

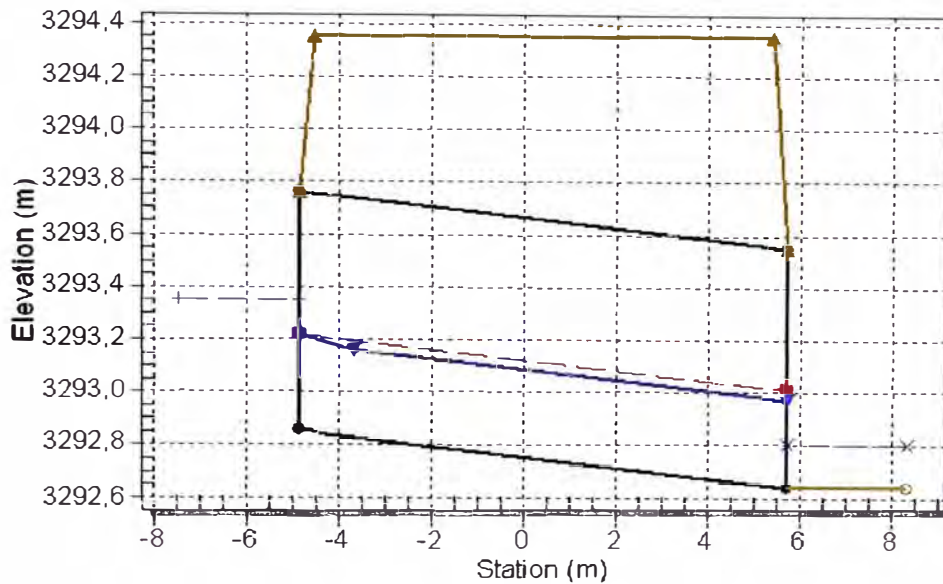
De la alcantarilla: sección, material, diámetro, coeficiente de Manning, condiciones de borde de entrada.

Del lugar: estación y cota de entrada y salida.

En la figura 3.2.2.1 se muestra el perfil hidráulico en la alcantarilla, la línea azul representa el tirante normal y la roja el tirante crítico.

Figura N° 3.2.2.1

Perfil hidráulico – Alcantarilla TMC 36"



En el cuadro 3.2.2.1 se muestra un resumen de los resultados obtenidos con el HY-8, de donde se observa que el tirante de ingreso de 0, 50 m y la velocidad a la salida 1,86 m/s.

Cuadro N° 3.2.2.1

Resumen de los resultados HY-8 7.1.0

Total Discharge (cms)	Inlet Control Depth (m)	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.07	0.196	0.128	0.141	0.138	0.054	1.072	0.906
0.14	0.283	0.190	0.207	0.192	0.083	1.396	1.182
0.21	0.351	0.230	0.258	0.230	0.108	1.587	1.372
0.28	0.410	0.271	0.299	0.271	0.129	1.698	1.522
0.34	0.462	0.302	0.336	0.305	0.149	1.798	1.649
0.40	0.504	0.327	0.365	0.332	0.164	1.861	1.738
0.48	0.563	0.365	0.401	0.365	0.186	1.964	1.856
0.55	0.610	0.391	0.430	0.394	0.203	2.047	1.944
0.62	0.656	0.418	0.459	0.419	0.219	2.120	2.021
0.69	0.701	0.445	0.484	0.447	0.235	2.169	2.094

3.3. Defensas ribereñas

El enrocado o Riprap consiste en bloques o cantos de roca de diferentes tamaños con formas irregulares colocados sobre el talud a lo largo de la orilla de una corriente. La estabilidad del conjunto se proporciona por el peso de los bloques individuales y el entrelace entre ellos. Se decidió utilizar enrocado debido a la disponibilidad de material. Se prefieren las piedras con forma de bloque que las elongadas o redondeadas.

Para el diseño de las defensas ribereñas se siguió los siguientes pasos: determinación de los niveles de inundación, cálculo de la profundidad de socavación y dimensionamiento del enrocado.

3.3.1. Niveles de Inundación

Se calcularon los niveles de inundación determinar el NAME, mediante el cual podremos definir la altura de las defensas ribereñas, además podemos obtener otros parámetros importantes como la velocidad, el tirante, el ancho hidráulico para determinar la socavación y el tamaño de la roca.

Para calcular el nivel de inundación se ha realizado una modelación del comportamiento hidráulico del río Alis en nuestra zona de trabajo, con la ayuda del modelo Hec-Ras.

Como primer paso se ingresaron las secciones transversales del río tomadas en campo, luego se calibro el modelo con los datos tomados para una sección del río durante la visita de campo, se determinaron los coeficientes de rugosidad n de Manning, los que se fueron modificando hasta calibrar el modelo, luego se interpolaron las secciones cada 2 metros como se muestra en la figura 3.3.1.1.

Datos tomados en campo

Tirante = 1,30 m

Velocidad = 2,00 m/s

Caudal = 20,8 m³/s

Figura N° 3.3.1.1
Configuración de las secciones en planta



Según la clasificación del libro Hidráulica de los Canales Abiertos (Ven Te Chow) en el cuadro 5-6 se puede ubicar el Río Alis en cursos naturales; el cauce central en curvado, con algunos pozos, bancos, algunos pastos y piedras. Las riberas como cursos en montañas con pendiente usualmente pronunciada, árboles y arbustos sumergidas para niveles altos y cantos rodados con grandes rocas.

Para calcular la delimitación del cauce central se realizó una corrida con el caudal promedio registrado de $10,64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Una vez calibrado el modelo se realizaron corridas para el caudal de máximas avenidas de $69 \text{ m}^3/\text{s}$ calculado para un tiempo de retorno de 100 años, obteniéndose una velocidad de $3,62 \text{ m}^3/\text{s}$ en el centro del cauce para la sección mas representativa del tramo de estudio con respecto a las defensas ribereñas, en el cuadro 3.3.1 se resumen los parámetros obtenidos.

Cuadro N° 3.3.1.1

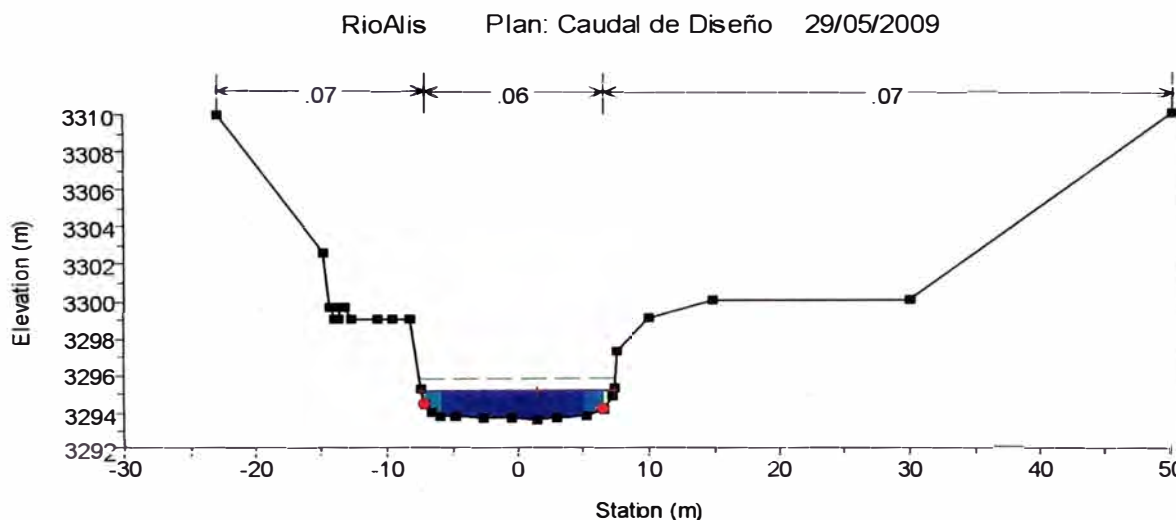
Resumen de los resultados obtenidos con el Hec Ras 3.1.1 (100 años)

Plan: d'seño Río Alis Alts RS:800 Profile:Tr 100					
E.G. Elev (m)	3295.78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.68	Wt. n-Val.	0.07	0.06	0.07
W.S. Elev (m)	3295.10	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	3295.11	Flow Area (m2)	0.08	18.57	0.46
E.G. Slope (m/m)	0.03	Area (m2)	0.08	18.57	0.46
Q Total (m3/s)	69.00	Flow (m3/s)	0.05	68.35	0.61
Top Width (m)	14.65	Top Width (m)	0.22	13.58	0.85
Vel Total (m/s)	3.61	Avg. Vel. (m/s)	0.58	3.68	1.30
Max Chl Dpth (m)	1.58	Hydr. Depth (m)	0.37	1.37	0.55
Conv. Total (m3/s)	380.20	Conv. (m3/s)	0.30	376.60	3.30
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)	0.77	13.83	1.30
Min Ch El (m)	3293.52	Shear (N/m2)	34.02	433.61	115.24
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	19.67	1596.07	150.29
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.03	2.90	0.07
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.05	2.14	0.13

En la 3.3.2 se muestra la distribución de velocidades y el nivel de inundación de inundación para la sección de interés.

Figura N° 3.3.1.2

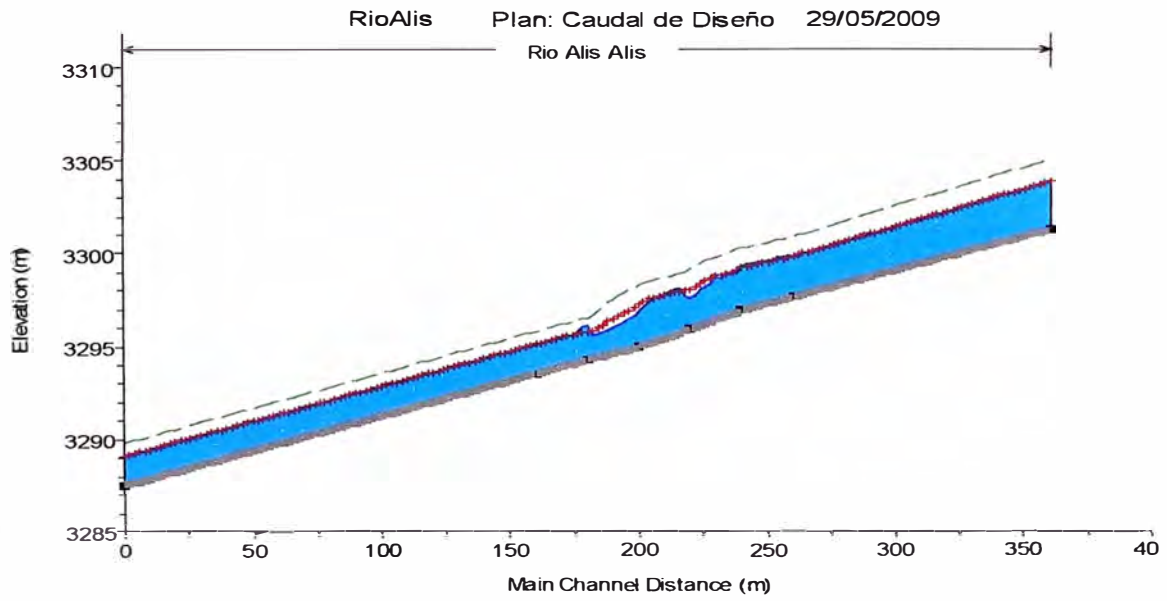
Niveles de Inundación



En la figura 3.3.3 se muestra el perfil hidráulico del río, donde se observa el nivel del tirante crítico, el nivel del agua y el nivel de energía obtenido para el caudal de diseño.

Figura N° 3.3.1.3

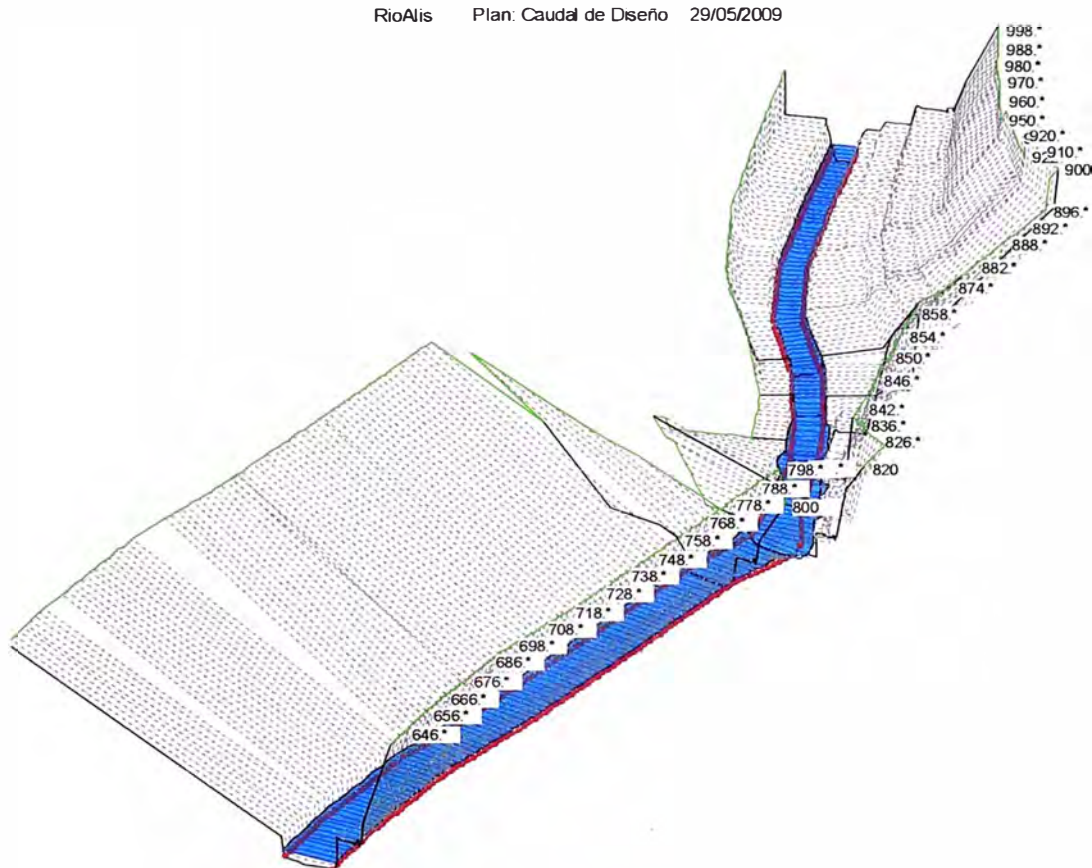
Perfil Hidráulico del Río Alis



En la figura 3.3.4 se muestra la simulación del Río Alis en 3D.

Figura N° 3.3.1.4

Configuración del río en 3D



3.3.2. Socavación

De acuerdo a las condiciones de río en tramos de estudio esta afectada solo por la socavación general, con el profundidad de socavación obtenida podremos determinar el nivel de cimentación mínima de las defensas ribereñas.

Socavación General

Para el cálculo de la socavación general se utilizo el método de Lischtvan-Lebediev, ver referencia (3.3.2.1) y (3.2.2.2). Este método se basa en encontrar el equilibrio entre la velocidad media de la corriente y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar un material de diámetro y densidad conocidos. Se puede emplear en casos en que el material del subsuelo es homogéneo o heterogéneo o incluso cuando se forman estratos.

$$d_s = \left[\frac{\alpha (d_0)^{5/3}}{0,68 (D_m)^{0,28} \beta} \right]^{1/x} \quad (3.3.2.1)$$

Donde,

d_s = profundidad de socavación medida desde la superficie del agua en m

D_m = diámetro medio del material del lecho en mm

D_0 = profundidad inicial del flujo para la crecida de diseño (Q_d) en m

$$\alpha = \frac{Q_d}{(d_m)^{5/3} Be \mu} \quad (3.3.2.2)$$

Donde,

Q_d = caudal pico de la crecida de diseño en m^3/s

Be = ancho efectivo de la sección en m

d_m = profundidad efectiva de la sección = A/Be

μ = coeficiente de contracción producido por pilas

β = coeficiente que toma en cuenta el periodo de retorno de la creciente de diseño

x = exponente que depende del D_m del suelo

El cálculo de la socavación se realizó para un caudal correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, los resultados obtenidos del Hec-Ras se muestran en el cuadro 3.3.2.1.

Cuadro N° 3.3.2.1

Resumen de los resultados obtenidos con el Hec Ras 3.1.3 (500 años)

Plan. diseño Río Alis Atis R _c 800 Perfil Tr 500					
E.G. Elev (m)	3296.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.82	Wt. n-Val.	0.07	0.06	0.07
W.S. Elev (m)	3295.22	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	3295.27	Flow Area (m2)	0.11	20.29	0.58
E.G. Slope (m/m)	0.03	Area (m2)	0.11	20.29	0.58
Q Total (m3/s)	82.50	Flow (m3/s)	0.07	81.59	0.83
Top Width (m)	14.73	Top Width (m)	0.25	13.58	0.90
Vel Total (m/s)	3.93	Avg. Vel. (m/s)	0.66	4.02	1.45
Max Chl Dpth (m)	1.70	Hydr. Depth (m)	0.44	1.49	0.64
Conv. Total (m3/s)	441.30	Conv. (m3/s)	0.40	436.40	4.50
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)	0.90	13.83	1.44
Min Ch El (m)	3293.52	Shear (N/m2)	42.33	502.65	136.98
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	28.03	2021.67	198.50
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.04	3.25	0.09
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.06	2.14	0.14

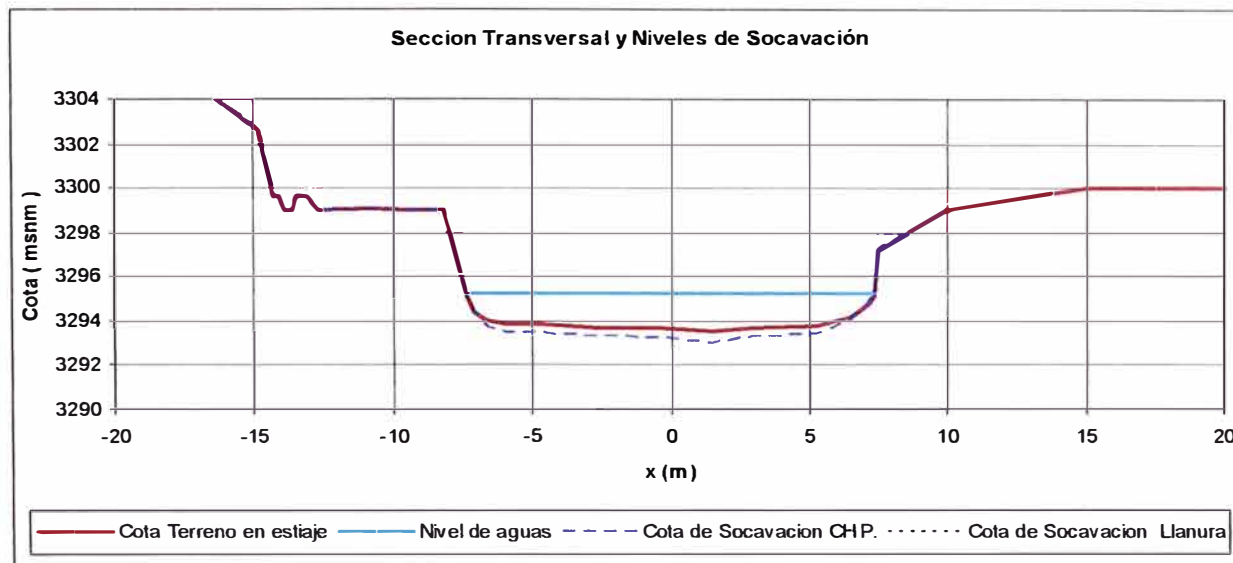
El perfil estratigráfico se está tomando de una sección ubicada en el río cañete como referencia, ya que no se cuenta con esta información. Esta sección cuenta con un estrato de grava pobremente gradada y otro estrato de roca ígnea intrusita. El lecho del río cañete cuenta con los siguientes datos:

$$G_s = 2,20 \text{ Tn/m}^3$$

$$D_m = 121,62 \text{ mm.}$$

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del Hec-Ras y los datos del material del lecho río Cañete, se aplicó el método de Lischvan-Lebediev y se obtuvo 0,54 m de profundidad de socavación máxima, la configuración de la sección con los niveles de interés se muestra en la figura 3.4.1.

Figura N° 3.3.2.1
Sección Transversal y niveles de socavación



3.3.3. Dimensionamiento del enrocado

Debido a la fuerza tractiva del río y los niveles de socavación que este puede producir se ha planteado defensas ribereñas que consta de una estructura de enrocado en la ribera derecha del río Alis, tomando en cuenta las recomendaciones de la US Army Corps en su manual de Design of Rip Rap revetment.

Longitud de protección

La magnitud de la longitud necesaria para la defensa ribereña depende principalmente de las condiciones del lugar. En general el revestimiento debe ser continuo por una distancia más grande que la longitud que es impactada por las fuerzas del flujo del río que sean suficientemente severas para causar deslizamiento y/o transporte del material de la ribera.

Tamaño de la roca

Para hallar la dimensión del D_{50} del enrocado se utilizó la expresión 3.3.3.1, que se basa en la teoría de la fuerza tractiva cuyo parámetro principal es la velocidad.

$$D_{50} = \frac{0,001V_a^3}{d_{avg}^{0,5} K_1^{1,5}} \quad (3.3.3.1)$$

Donde:

D_{50} = Diámetro que corresponde a la mediana del enrocado en m

C = Factor de corrección

V_a = Velocidad promedio en el centro del cauce en m/s

D_{avg} = Profundad promedio en el centro del cauce en m

K_1 esta definido como:

$$K_1 = \left[1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi} \right]^{0,5}$$

Donde:

Θ = Angulo de inclinación con la horizontal

Φ = Angulo de reposo del material de enrocado

La expresión 3.3.3.1 esta basada en un enrocado de gravedad específica 2,65 y un factor de estabilidad de 1,2. Las expresiones 3.3.3.2 y 3.3.3.3 representan factores de corrección para otras gravedades específicas y factores de estabilidad.

$$C_{sg} = \frac{2,12}{(S_g - 1)^{1,5}} \quad (3.3.3.2)$$

Donde:

S_g = gravedad especifica del enrocado

$$C_{sf} = (SF / 1,2)^{1,5} \quad (3.3.3.3)$$

Donde:

SF = Factor de estabilidad a ser aplicado

La gravedad específica obtenida de las canteras analizadas en el estudio de geología y geotecnia es de 2,54, el factor de estabilidad que se aplica a las zonas cercanas a la zona de estudio es de 1,2, de acuerdo a la tabla 3.3.3.1.

Cuadro N° 3.3.3.1
Factor de estabilidad

Flujo uniforme, canal recto	1,00 < SF < 1,20
Flujo gradualmente variado, curva moderada, impacto de escombros flotantes.	1,30 < SF < 1,60
Flujo rápidamente variado, tramo en curva forzada, alta Turbulencia, fuerte oleaje.	1,60 < SF < 2,0

Aplicando la expresión 3.3.3.1 y multiplicando por el factor de corrección correspondiente se plantea el enrocado de protección con rocas de diámetro medio 0,50 m, pero por cuestiones de seguridad el diámetro medio de diseño es 0,60, un ancho mínimo de la estructura de 1,10 m, talud de colocación de 2H:1V, con un dentellón trapezoidal en el pie del talud de una profundidad de 1,80 m, y un ancho mínimo de 2,00 m. En el Cuadro N° 3.3.3.2 se muestra la gradación del enrocado.

Cuadro N° 3.3.3.2
Límites de gradación del enrocado

Rango de Tamaño de Partícula (m)			% que pasa
0,75	a	0,85	100
0,60	a	0,70	85
0,50	a	0,58	50
0,20	a	0,30	15

CAPITULO IV: EXPEDIENTE TECNICO

4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

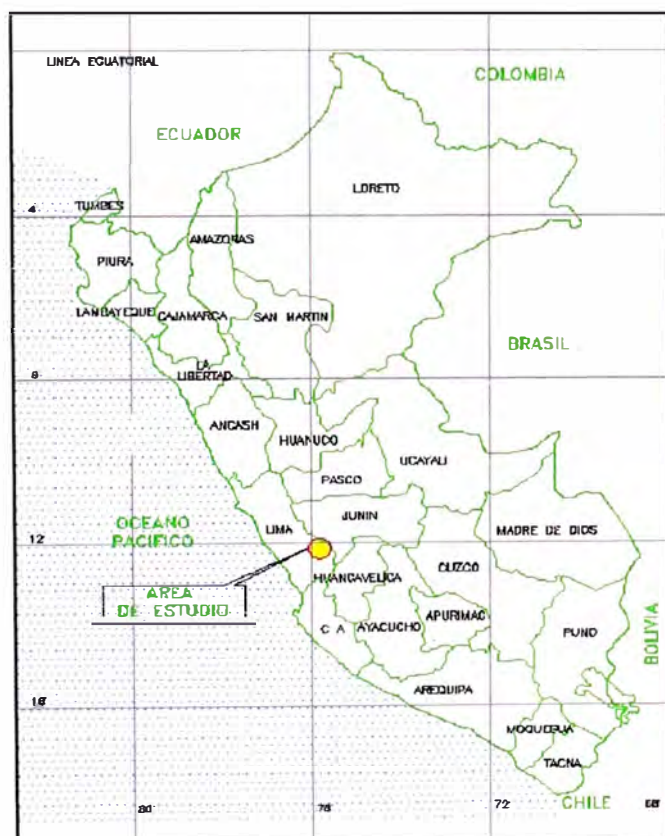
4.1.1. Descripción General del Proyecto

La carretera Cañete – Yauyos – Huancayo se encuentra entre los 40 y 4 755 m.s.n.m., con una longitud de 218.73 km (Ruta nacional 024) y pertenece a las zonas de Costa y Sierra Central del Perú.

El tramo de estudio va desde el Km 166+200 al Km166+500 en el distrito de Alis, provincia de Yauyos, departamento de Lima (ver figura 4.1.1.1), sobre los 3200 msnm aproximadamente. El tramo estudiado se encuentra en la sierra de Lima, en la margen izquierda presenta un talud de pendiente pronunciada y en la margen derecha se ubica el río Alis (ver figura 4.1.1.2), la zona de estudio se ubica aguas arriba del poblado de Alis.

Figura N° 4.1.1.1

Ubicación del área de estudio



El clima es variable, la temperatura media es mas baja, en promedio 14°C, presentando un máximo de hasta 23°C y un mínimo de hasta 6°C.

Figura N° 4.1.1.2
Vista de la carretera



4.1.2. Estudio de Hidrología

La cuenca del río Alis de encuentra ubicada al noreste de la cuenca del río Cañete. Las precipitaciones pluviales mas intensas se producen desde diciembre a marzo, meses que son marcadamente lluviosos mientras que desde abril a octubre las precipitaciones disminuyen, tal como se aprecia en la Figura 4.1.2.1, en los meses de mayo, junio, julio y agosto las precipitaciones son muy escasas, tal como se aprecia en el cuadro 4.1.2.1.

Cuadro N° 4.1.2.1.

Precipitaciones acumuladas mensuales en la Estación Yauricocha en mm

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	173,6	162,0	159,3	84,3	22,8	10,4	12,7	18,0	36,6	84,2	74,7	130,1	968,6
Desvesta	61,9	46,6	48,4	47,4	15,7	11,6	15,5	14,8	16,8	37,6	35,1	46,7	136,9
Max	315,4	255,7	239,0	177,9	53,8	41,8	70,6	57,5	68,9	173,1	185,3	188,3	1 271,0
Min	71,7	90,9	66,8	13,9	0,7	0,0	0,0	0,0	7,3	27,8	36,9	41,8	670,6

Figura N° 4.1.2.1



Parámetros Fisiográficos

Se ha delimitado la extensión de la cuenca y subcuencas que se analizan en el presente estudio, siguiendo la línea de cumbres para determinar el área drenante. En el Cuadro 4.1.2.2 se muestran los parámetros fisiográficos determinados para sub cuenca del río Alis.

Cuadro N° 4.1.2.2

Parámetros fisiograficos Sub cuenca del río Alis	
Área (Km2)	426
Perímetro (Km)	117
Cota máxima (msnm)	4450
Cota mínima (msnm)	3390
D cota (msnm)	1060
Longitud del cauce principal (Km)	56803
Altitud Media (msnm)	3900
Índice de Compacidad	1,58

Información Pluviométrica

Para calcular el caudal de diseño de la cuneta y la alcantarilla se analizaron estadísticamente los datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones mostradas en el cuadro N°4.1.2.3.

Cuadro N° 4.1.2.3

Estaciones Pluviométricas de Precipitaciones Máximas en 24 horas

Estación	Altitud	Coordenadas		Registro
		Latitud	Longitud	
Carania	3 875	12°22'40,8"	75°52'20,7"	1964 - 2008
Colonia	3379	12°38'05"	75°53'40"	1964 - 2000
Huangascar	2533	12°53'56"	75°50'02"	1965 - 2008
Huantan	3272	12°27'48"	75°49'00"	1964 - 2000
Tanta	4323	12°07'48"	76°01'00"	1964 - 2000
Vilca	3816	12°07'00"	75°50'00"	1964 - 2008
Yauricocha	4675	12°18'60,3"	75°43'22,5"	1987 - 2008
Yauyos	2871	12°27'30"	75°55'00"	1964 - 2008

Fuente: Senamhi

Trazando los polígonos de Thiessen se determinó que el tramo de estudio que se encuentra dentro del área de influencia de la estación Yauricocha, además es la única estación pluviométrica ubicada dentro de la cuenca del río Alis por estas razones se decidió trabajar con los datos de la estación Yauricocha para el cálculo del caudal de diseño.

Para las cunetas y alcantarillas se analizaron estadísticamente los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Yauricocha para la intercuenca del talud izquierdo de la carretera, obteniéndose la precipitación máxima probable para diferentes tiempos de retorno, se determinó la intensidad y el tiempo de concentración por diferentes métodos, seleccionado el más adecuado, finalmente se aplicó el método racional para determinar el caudal de diseño de 0,33 m³/s para la cuneta y 0,40 m³/s para la alcantarilla.

Información Hidrométrica

Como no se cuenta con datos de descargas máximos instantáneos, los registros de descargas para la elaboración del estudio son los de máxima descarga promedio en un día, de la estación Tinco de Alis, cuyos datos generales se muestran en el cuadro N° 4.1.2.4.

Cuadro N° 4.1.2.4

Estación Hidrométrica de Descargas Diarias

Estación	Altitud	Coordenadas		Registro
		Latitud	Longitud	
Tinco de Alis	3150	12°17'00"	75°48'00"	1964 - 1998

Fuente: Proyecto el Platanal, Fase 1: Hidroeléctrica San Juanito 220 MW, anexo 5: Hidrología y Sedimentación

Para las defensas ribereñas se analizaron estadísticamente los datos de máximas descargas promedio en un día de la estación hidrométrica Tinco de Alis obteniéndose el caudal máximo diario para diferentes tiempos de retorno, para obtener los caudales máximos instantáneos se aplicó la fórmula de Fuller. La estación Tinco de Alis se encuentra ubicada sobre el río Cañete, aguas arriba de la confluencia con el río Alis, para obtener los caudales máximos instantáneos sobre el río Alis se aplicó un factor proporcional al área y a la precipitación promedio de la cuenca, obteniéndose los caudales de diseño de 69,0 m³/s y 82,5 m³/s para el nivel de inundación y la profundidad de socavación respectivamente.

4.1.3. Diseño del Sistema de Drenaje y Obras de Arte

Drenaje Longitudinal

El sistema de drenaje longitudinal y en este caso las cunetas, tienen como función la recolección del agua pluvial producida de manera temporal, que incide directamente sobre la superficie de rodadura y sobre las laderas adyacentes a la carretera. Dicho flujo superficial debe ser ordenadamente evacuado con estructuras de drenaje que siguen el sentido longitudinal de la carretera y que serán evacuadas por las estructuras de drenaje transversal que se proyecten. Tales estructuras para el Sistema de Drenaje Longitudinal son las denominadas cunetas revestidas.

Las cunetas revestidas sirven para conducir las aguas de escorrentía superficial en aquellas zonas donde la carretera se desarrolla adyacente a una ladera y no

tienen restricciones críticas de estrechamiento del trazo que impida su colocación.

En el tramo del estudio desde el Km 166+200 hasta el Km 166+500 se adoptó como diseño la cuneta Tipo 1 al lado izquierdo de la carretera, la cual es de concreto de 0.20 m de profundidad con talud interno 1V:2H y el talud externo de la cuneta con talud 1V:0,5H.

En general la pendiente mínima del fondo de la cuneta es de 2%.

El borde libre considerado en el presente diseño es el que se adopta para canales pequeños y es igual al 0.25 del tirante normal.

En el estudio de Hidrología se determinaron los caudales de diseño, para el tramo de estudio se considero los aportes del escurrimiento de la ladera del talud y de media plataforma de carretera, obteniendo 0,33 m³/s para un tiempo de retorno de 10 años.

Con el análisis que se desarrolla, se sustenta que las dimensiones propuestas para la cuneta ofrecen la capacidad hidráulica suficiente para conducir eficientemente la avenida de diseño, en los planos HD-01 se muestra la sección y los detalles.

Drenaje Transversal

Las alcantarillas son estructuras que conforman la mayor parte del sistema de drenaje transversal. Para el presente estudio se ha proyectado una alcantarilla tipo TMC de 36" de diámetro, ubicada en la progresiva 166+360 su finalidad es aliviar el agua por exceso de longitud de la cuneta. En la entrada y salida de la alcantarilla se ha proyectado cabezales, para las alcantarillas de descarga de cunetas se considera un cabezal tipo cajón en el ingreso y un cabezal tipo alas en la salida.

Para el diseño de alcantarillas se han considerado que el borde libre sea igual 10% del tirante, este borde libre tiene relación con la cantidad de transporte de sólidos para cada tipo de alcantarilla. En el estudio de Hidrología se determino el caudal de diseño de 0,40 m³/s, por tratarse se una alcantarilla se descarga se

considero el aporte de la cuneta, este caudal se calculo para un tiempo de retorno de 20 años.

Para el dimensionamiento de la alcantarilla se ha verificado las siguientes variables.

Cálculo del tirante en el ingreso = 0,50 m

Cálculo la velocidad de salida = 1,86 m/s

El Coeficientes de rugosidad para el caso de alcantarillas, el coeficiente de rugosidad de Manning depende del tipo de material a usar, así tenemos que para las alcantarillas TMC el coeficiente de rugosidad que considera es 0,024.

Defensas Ribereñas

El enrocado o Riprap consiste en bloques o cantos de roca de diferentes tamaños con formas irregulares colocados sobre el talud a lo largo de la orilla de una corriente. La estabilidad del conjunto se proporciona por el peso de los bloques individuales y el entrelace entre ellos. Se decidió utilizar enrocado debido a la disponibilidad de material. Se prefieren las piedras con forma de bloque que las elongadas o redondeadas.

La pendiente para la colocación de enrocados es 2H : 1V.

Se debe utilizar piedras no redondeadas preferiblemente de forma tabloide con $D_{50} = 0,60$ m, las piedras se colocaran sueltas. Debajo de la piedra es necesario colocar un manto de geotextil o filtro para evitar la erosión, en este caso decidió utilizar un manto de geotextil no tejido clase 2.

Debido a su habilidad para resistir fuertes corrientes el rip rap es un método efectivo y generalmente de bajo costo y es tal vez el material más utilizado para la protección de riberas de ríos. El uso de revestimientos de roca cubre un gran rango de aplicaciones desde la protección directa contra el impacto de flujo hasta la construcción de capas de filtro debajo de otros materiales. El enrocado puede ser colocado en forma aleatoria (riprap) o colocando bloque por bloque.

El enrocado se adapta fácilmente a los movimientos del terreno, se repara en forma sencilla, puede aumentarse su espesor si se requiere, controla las olas y permite el establecimiento de vegetación.

Tamaño y gradación del enrocado

El tamaño de los bloques de roca, la forma la distribución de tamaños y el espesor de la capa de enrocado son los elementos básicos en el diseño. El tamaño de los bloques se puede dar en peso (Kg) o en diámetro (mm).

La gradación se caracteriza por medio de una curva granulométrica similar a la utilizada para clasificación en mecánica de suelos. En el cuadro 4.1.3.1 se muestra la gradación del enrocado.

Cuadro N° 4.1.3.1

Límites de gradación del enrocado

Rango de Tamaño de Partícula (m)			% que pasa
0,75	a	0,85	100
0,60	a	0,70	85
0,50	a	0,58	50
0,20	a	0,30	15

Siguiendo a las recomendaciones de la US Army Corps en su manual de Design of Rip Rap revetmente, se plantea el enrocado de protección con rocas de diámetro medio 0,60 m, un ancho mínimo de la estructura de 1,10 m, talud de colocación de 2H:1V, con un dentellón trapezoidal en el pie del talud de una profundidad de 1,80 m, y un ancho mínimo de 2,00 m.

4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas se enumeran a continuación y se detallan en el Anexo 2, corresponden a las partidas involucradas en el diseño de drenaje superficial y defensas ribereñas. Estas partidas pertenecen al manual de Especificaciones Técnicas EG-2000.

- 601.E Excavación no clasificada para Estructuras
- 605.A Relleno para Estructuras
- 610.I Concreto Clase I ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$)
- 616. A Encofrado y Desencofrado
- 622. B Alcantarilla tipo TMC Ø 36" (0,90 m)
- 635.A Cunetas Revestidas con Concreto, Tipo 1 0,50 x 1,00 m
- 650.G Geotextil no tejido clase II
- 655.B Emboquillado de piedra $e= 0,35 \text{ m}$
- 659.B Enrocado $D_{50}= 0.60 \text{ m}$

4.3. COSTOS Y PRESUPUESTOS

4.3.1. Planilla de metrados

Los metrados de las diversas estructuras proyectadas, se elaboraron tomando en cuenta las diferentes partidas de obra a ejecutarse, la unidad de medida, los diseños propuestos e indicados en los planos en concordancia con especificaciones técnicas y normatividad aplicable.

El resumen de las planillas de metrados se muestra en el cuadro 4.3.1.1.

Cuadro N° 4.3.1.1
Resumen de metrados

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	Metrado
601.E	Excavacion no clasificada para Estructuras	m3	1607,21
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	206,98
610.I	Concreto Clase I ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$)	m3	11,18
616.A	Encofrado y Desencofrado	m2	47,67
622.B	Alcantarilla tipo TMC Ø 36" (0,90 m)	m	10,53
635.A	Cunetas Revestidas con Concreto, Tipo 1 0,50 x 1,00 m	m	298,00
650.G	Geotextil no tejido clase II	m2	1181,60
655.B	Emboquillado de piedra $e= 0,35 \text{ m}$	m2	15,11
648.B	Enrocado $D_{50}= 0.60 \text{ m}$	m3	176,50

4.3.2. Presupuesto de Obra

El Presupuesto de Obra se elaboro considerando la ejecución de la obra por el Sistema de Precios Unitarios en base a los metrados y precios unitarios (Ver Anexo 03 Análisis de Costos Unitarios), afectando al costo directo por los porcentajes correspondientes a Gastos Generales y Utilidad, además del Impuesto General a las Ventas.

El presupuesto para las estructuras de drenaje y obras de arte se estiman en 127087,06 nuevos soles.

En el cuadro 4.3.2.1 se presenta el presupuesto del para las estructuras de drenaje y obras de arte.

Cuadro N° 4.3.2.1
Presupuesto de Obra

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	Metrado	P. Unitario (S/.)	Parcial (S/.)	SubTotal (S/.)
6.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					85436,68
601.E	Excavacion no clasificada para Estructuras	m3	1607,21	5,47	8791,44	
605.A	Rellenos para Estructuras	m3	206,98	38,67	8003,92	
610.I	Concreto Clase I (f'c=175 kg/cm2 + 30% PM)	m3	11,18	308,27	3446,46	
616.A	Encofrado y Desencofrado	m2	47,67	50,54	2409,24	
622.B	Alcantarilla tipo TMC Ø 36" (0,90 m)	m	10,53	453,37	4773,99	
635.A	Cunetas Revestidas con Concreto, Tipo 1 0,50 x 1,00 m	m	298,00	88,76	26450,48	
650.G	Geotextil no tejido clase II	m2	1181,60	5,04	5955,26	
655.B	Emboquillado de piedra e= 0,35 m	m2	15,11	79,85	1206,53	
648.B	Enrocado D ₅₀ = 0.60 m	m3	1412,00	17,28	24399,36	

COSTO DIRECTO	S/.	85436,68
GASTOS GENERALES FIJOS (15% C.D.)	S/.	12815,50
UTILIDADES (10% C.D.)	S/.	8543,67
SUBTOTAL	S/.	106795,85
IGV (19%)	S/.	20291,21
TOTAL	S/.	127087,06

4.4. Cronograma de Ejecución de Obras

En la figura N° 4.4.1 se presenta el correspondiente Cronograma de Ejecución de Obras.

4.5. Planos

Hidrología

HI-01 Delimitación de Cuencas

HI-02 Mapa de Polígonos de Thiessen

Hidráulica

HD-01 Cunetas - Drenaje Longitudinal

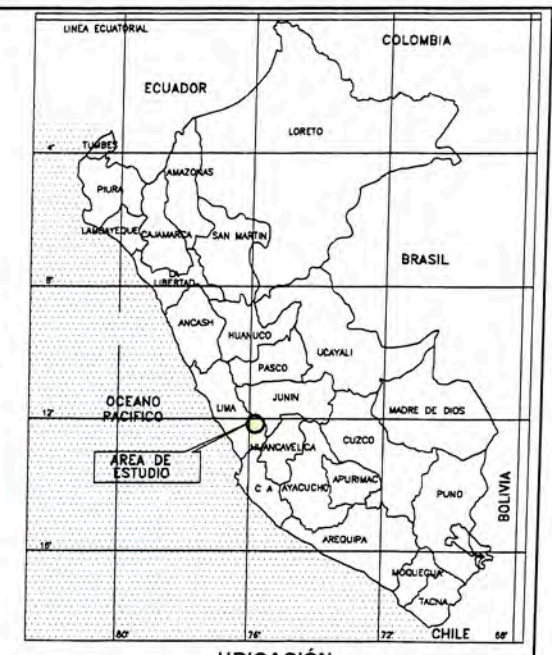
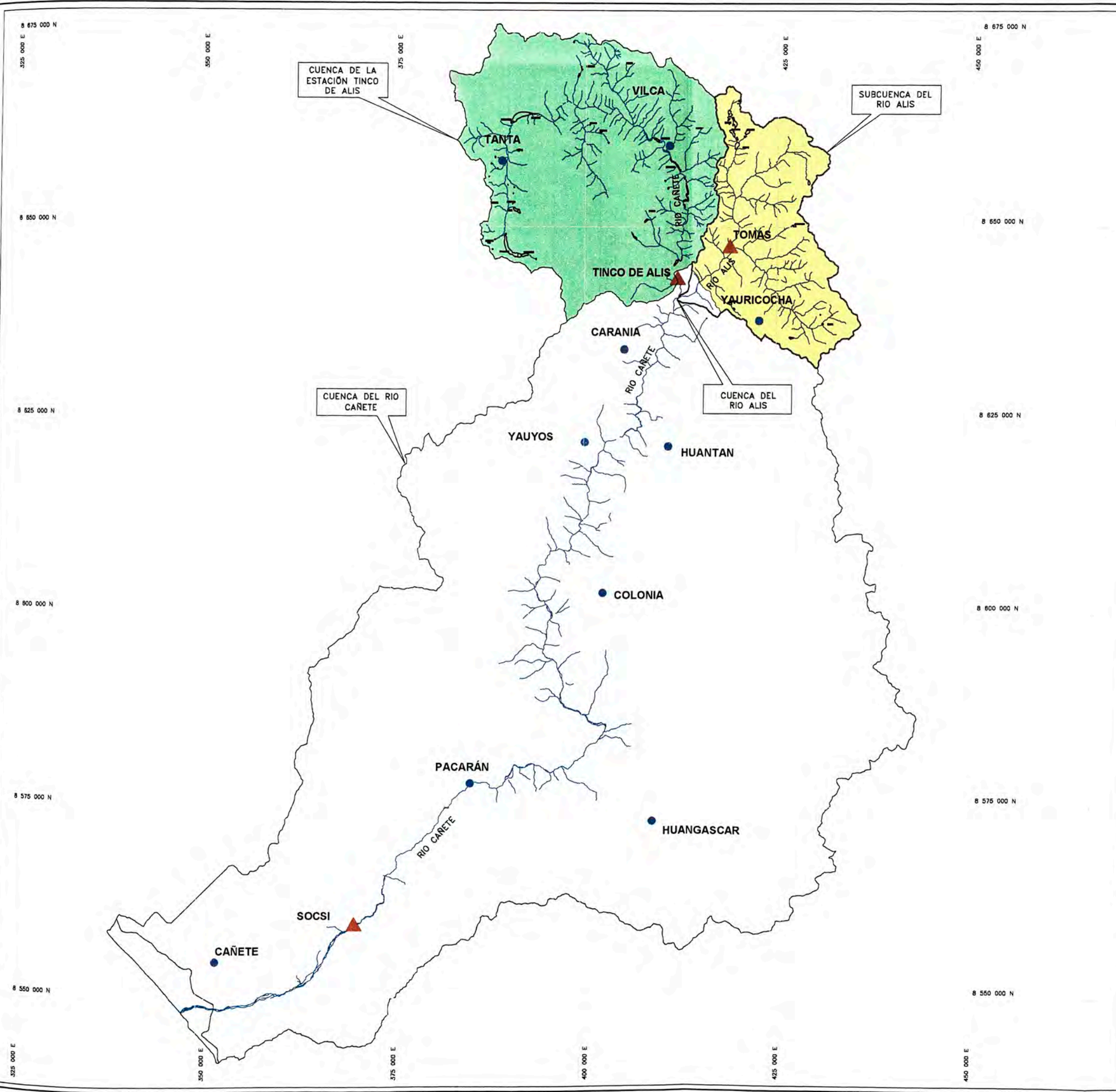
HD-02 Alcantarillas - Drenaje Transversal

HD-03 Cabezales - Drenaje Transversal

HD-04 Defensas Ribereñas

Figura N° 4.4.1
Cronograma de Ejecución de Obra

ITEM	DESCRIPCION	DIAS																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE																								
6.01	Movimiento de tierras																								
601.E	Excavacion no clasificada para Estructuras																								
605.A	Rellenos para Estructuras																								
6.02	Defensa ribereña																								
650.G	Geotextil no tejido clase II																								
648.B	Enrocado D ₅₀ = 0.60 m																								
6.03	Alcantarilla																								
616.A	Encofrado y Desencofrado																								
610.I	Concreto Clase I (f'c=175 kg/cm2 + 30% PM)																								
622.B	Tubería Corrugada de Acero Galvanizado Circular de 0,90 (36")																								
655.B	Emboquillado de piedra e= 0,35 m																								
6.04	Cunetas																								
635.A	Cunetas Revestidas con Concreto, Tipo 1 0,50 x 1,00 m																								



LEYENDA

	PLUVIOMETRICAS
	HIDROMETRICAS
	DELIMITACIÓN DE CUENCA

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIÓN	ALTITUD	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
CARANIA	3,875	12°22',40.8"	75°52',20.7"
COLONIA	3,379	12°38',05"	75°53',40"
HUANGASCAR	2,533	12°53',58"	75°50',02"
HUANTAN	3,272	12°27',48"	75°49',00"
TANTA	4,323	12°07',48"	76°01',00"
VILCA	3,816	12°07'00"	75°50',00"
YAUICOCHA	4,675	12°18'00.3"	75°43',22.5"
YAUYOS	2,871	12°27'30"	75°55',00"

ESTACIONES HIDROMETRICAS

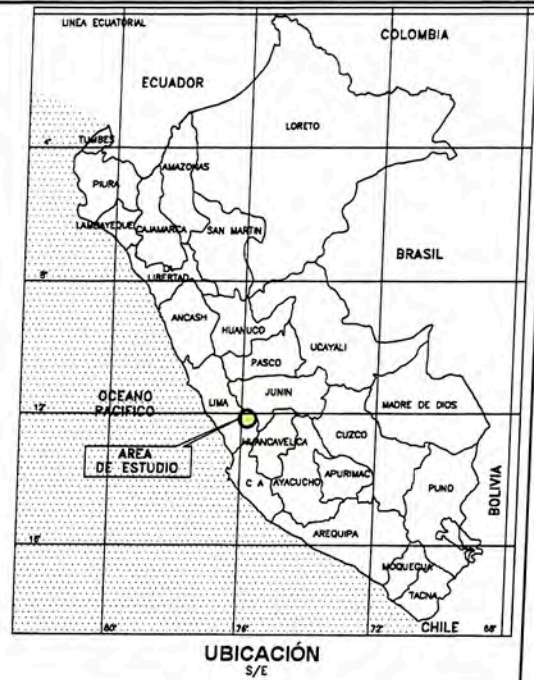
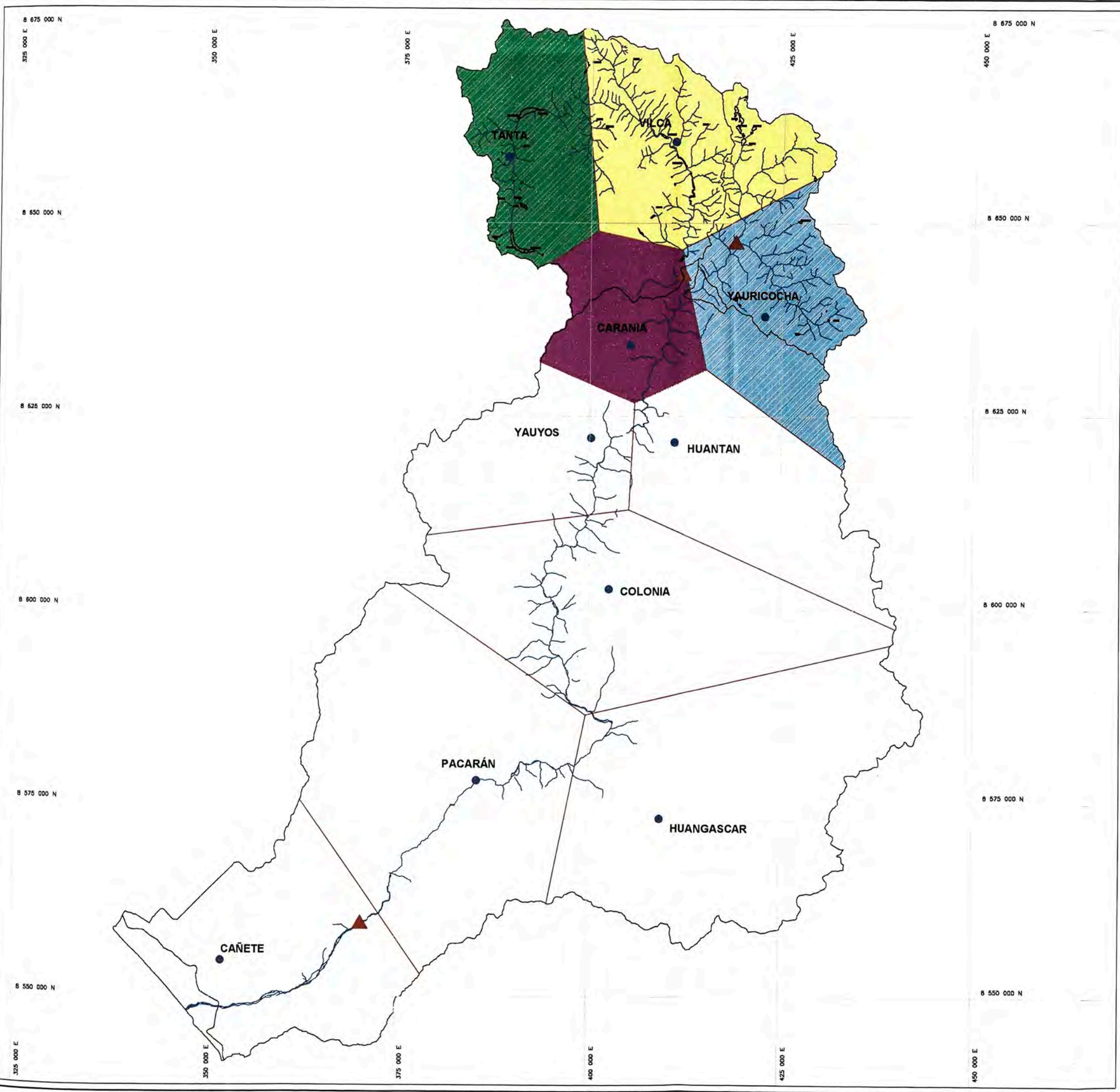
ESTACIÓN	ALTITUD	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
TINCO DE ALIS	3150	12°17',00"	75°48',00"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Ampliación y Mejoramiento de la Carretera
Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte

Informe de Suficiencia

TITULO: DELIMITACIÓN DE CUENCAS	PLANO N°: HI-01		
ELABORO : K.E.N.	REVISO : H.M.C.	ESCALA : 1:250	REV. : A
DIBUJO : K.E.N.	APROBO : A.M.V.	FECHA : JUNIO 2009	PAGINA : 60



LEYENDA

	HIDROMETRICAS
	PLUVIOMETRICAS
	DELIMITACIÓN DE POLIGONOS

CUENCA TINCO DE ALIS

ESTACIÓN	AREA	PORCENTAJE %
TANTA	408.13	43.50
VILCA	409.50	43.83
CARANIA	110.57	11.84
YAUICOCHA	7.42	0.80
TOTAL	933.61	100.00

CUENCA RIO ALIS

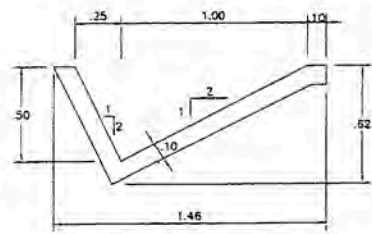
ESTACIÓN	AREA	PORCENTAJE %
VILCA	154.38	38.24
YAUICOCHA	271.62	63.76
TOTAL	933.61	100.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Ampliación y Mejoramiento de la Carretera
Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte

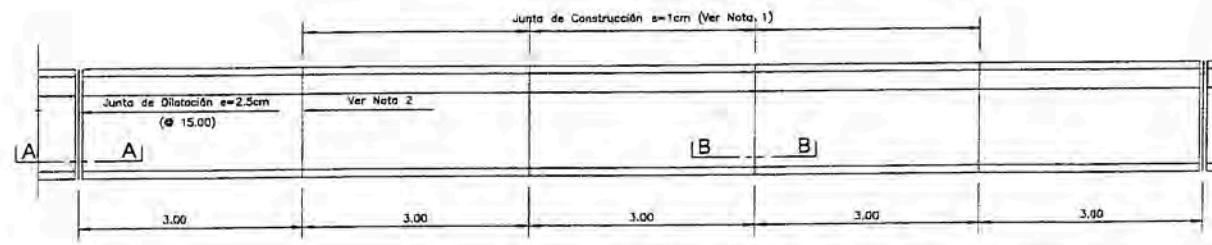
Informe de Suficiencia

TITULO: POLIGONOS DE THIESSEN	PLANO N°: HI-02		
ELABORO : K.E.N.	REVISO : H.M.C.	ESCALA : INDICADA	REV. : A
DIBUJO : K.E.N.	APROBO : A.M.V.	FECHA : JUNIO 2009	PAGINA : 61



CUNETA TIPO 1
1:20

DETALLE DE CUNETAS T1 DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TECNICAS



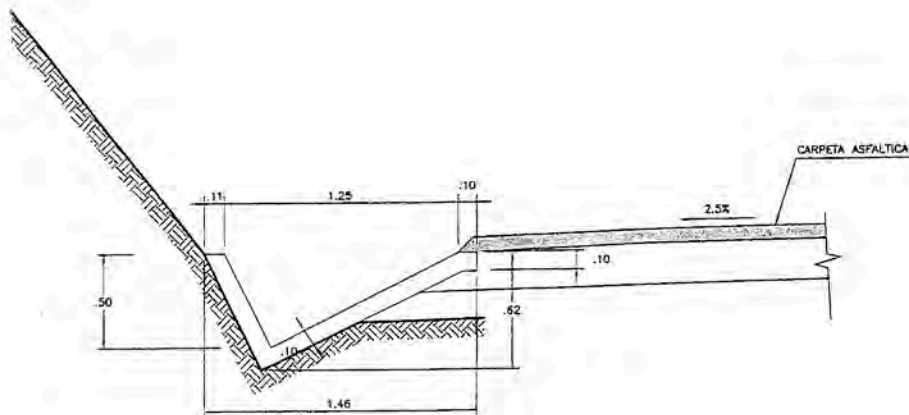
PLANTA : CUNETAS TIPO 1
1:75

NOTAS:

- (1) 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.
- (2) UBICAR CADA 15m, UNA JUNTA DE DILATAION 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).

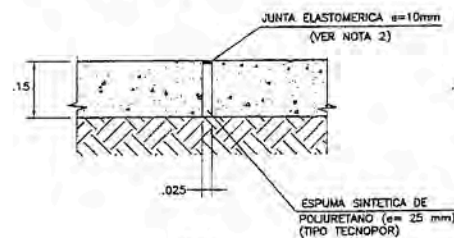
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CUNETAS TIPO 1
- CONCRETO : f'c = 175 kg/cm2



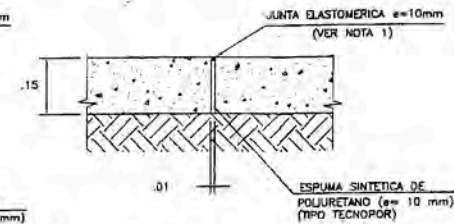
CUNETA TIPO 1
1:20

JUNTA DE DILATACION



A-A
1:10

JUNTA DE CONSTRUCCION



B-B
1:10

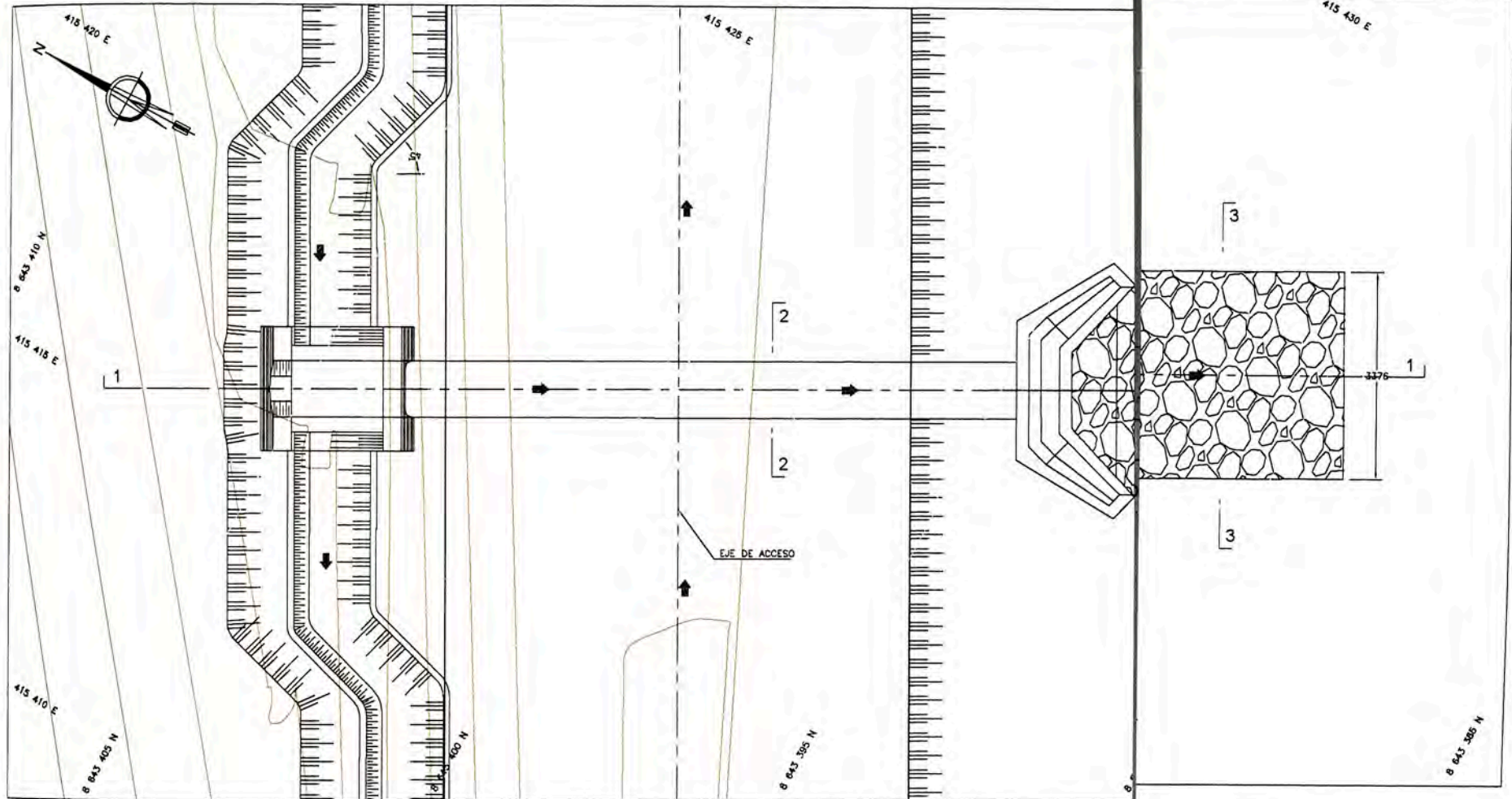
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Ampliación y Mejoramiento de la Carretera
Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte

Informe de Suficiencia

TITULO: DETALLE DE CUNETAS DRENAJE LONGITUDINAL PLANO N: HD-01

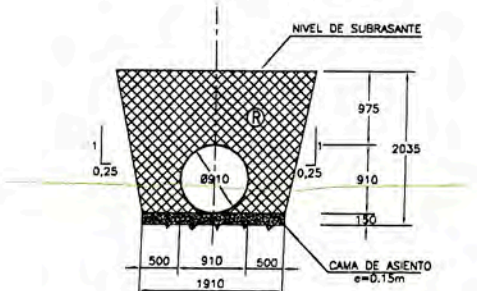
ELABORO : K.E.N.	REVISO : H.M.C.	ESCALA : INDICADA	REV. : A
DIBUJO : K.E.N.	APROBO : A.M.V.	FECHA : JUNIO 2009	PAGINA 52



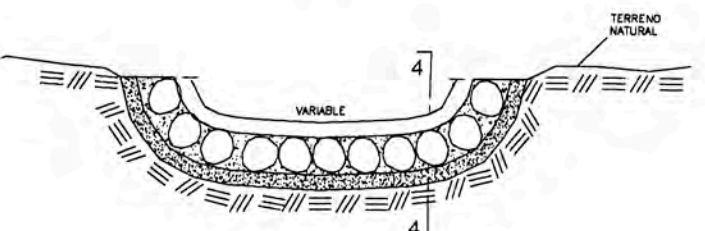
PLANTA
ESC: 1:50

LEYENDA

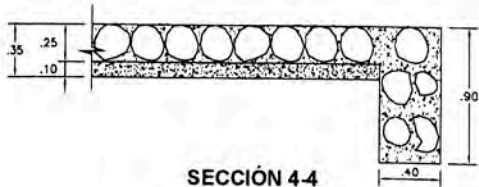
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA
	CONCRETO f'c=20 MPa
	RELLENO ESTRUCTURAL
	AFIRMADO
	CAMA DE ARENA
	CONCRETO SIMPLE f'c=10 MPa PARA SOLADO
	CORTE EN ROCA
	MATERIAL SELECCIONADO GRAVO ARCILLOSO



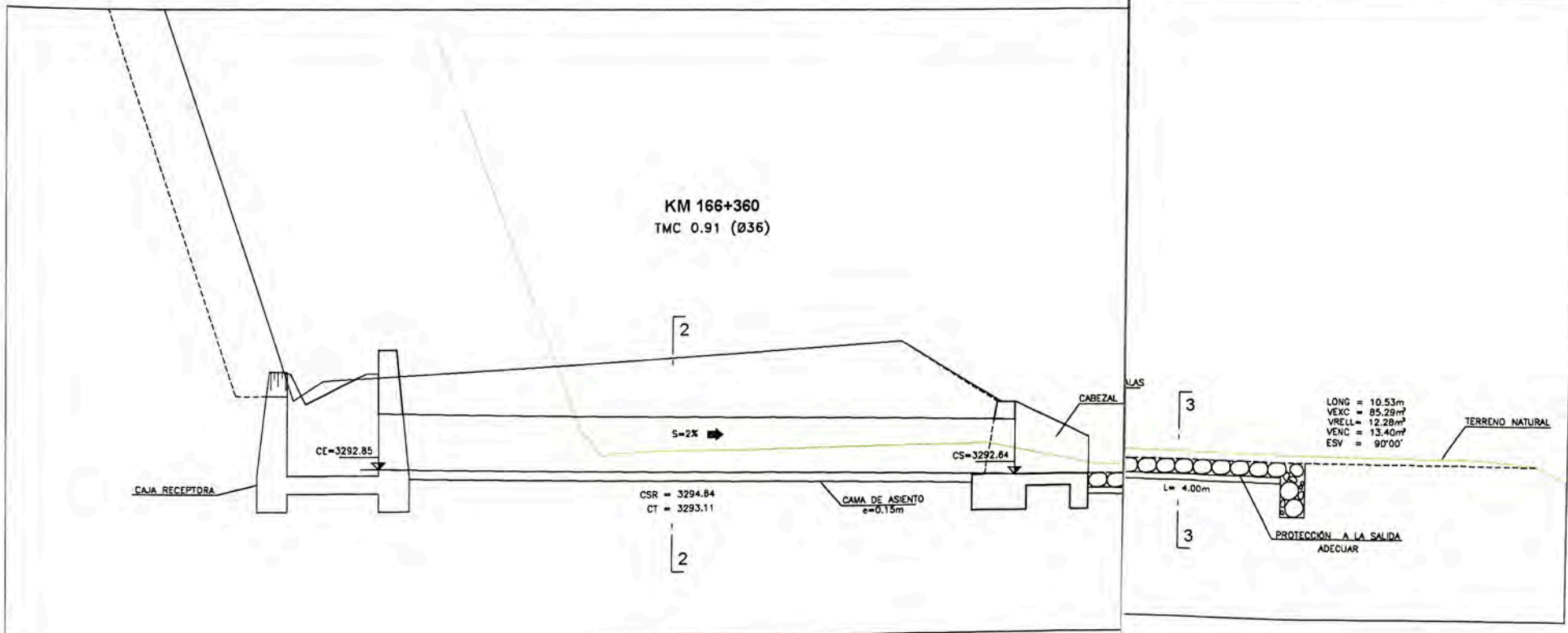
SECCIÓN 2-2
ESC: 1:50



SECCIÓN 3-3
ESC: 1:25

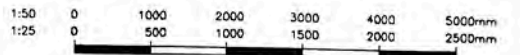


SECCIÓN 4-4
ESC: 1:25



SECCIÓN 1-1
ESC: 1:50

LONG = 10.53m
VENC = 85.29m²
VRELL = 12.28m³
VENC = 13.40m³
ESV = 90'00"

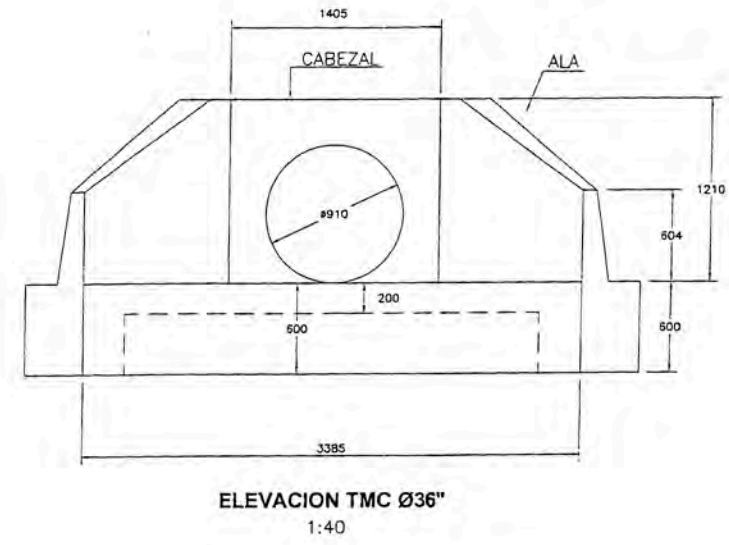
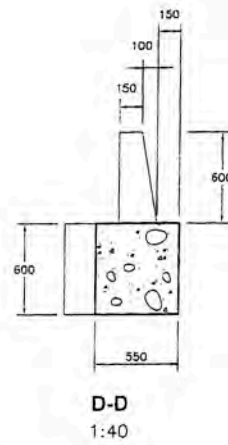
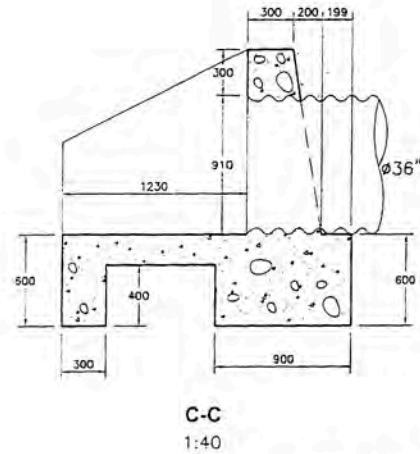
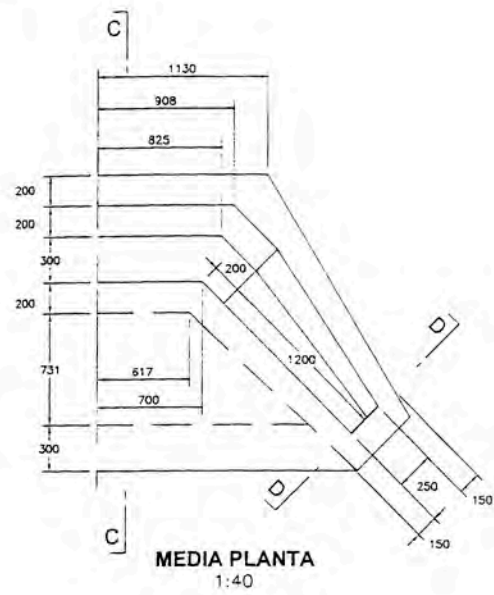


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Ampliación y Mejoramiento de la Carretera
Cafete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte

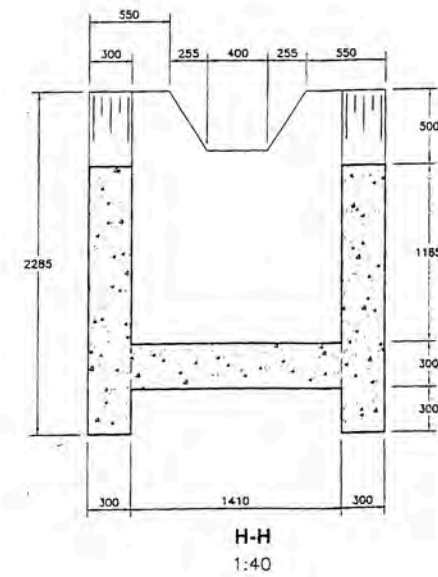
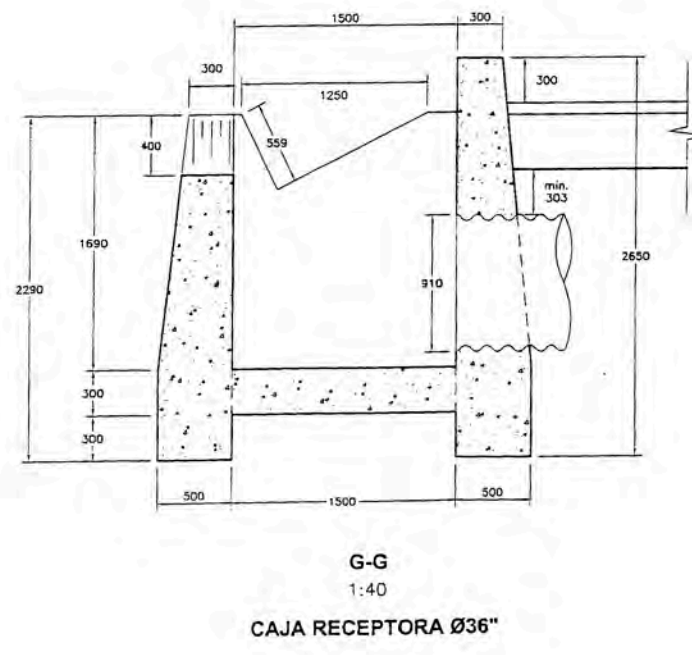
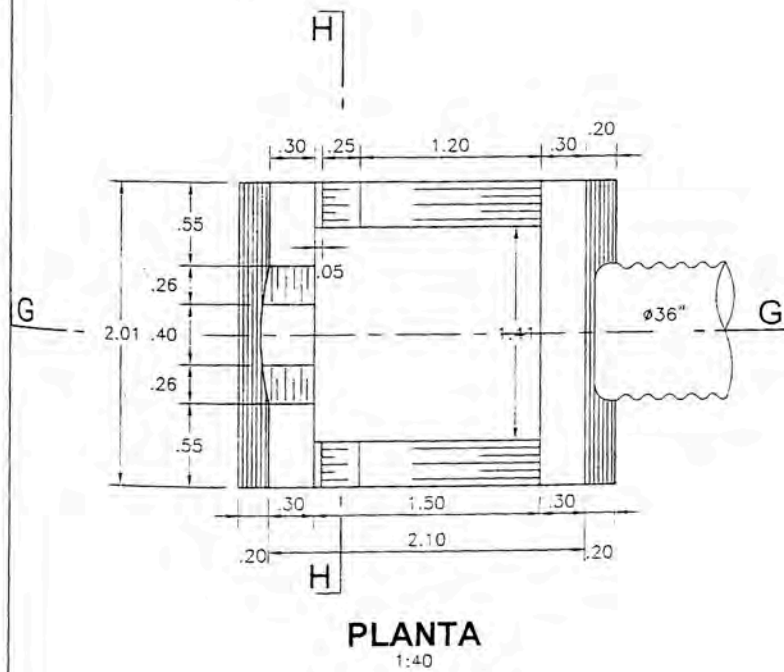
Informe de Suficiencia

TITULO: ALCANTARILLA TMC 36" DRENAJE TRANSVERSAL		PLANO N°: HD-02
ELABORO : K.E.N.	REVISO : H.M.C.	ESCALA : INDICADA
DIBUJO : K.E.N.	APROBO : A.M.V.	FECHA : JUNIO 2009
REV. : A		PAGINA : 63



CABEZAL CON ALAS Ø36"

LEYENDA	
	CONCRETO $f_c=175 \text{ Kg/m}^2$



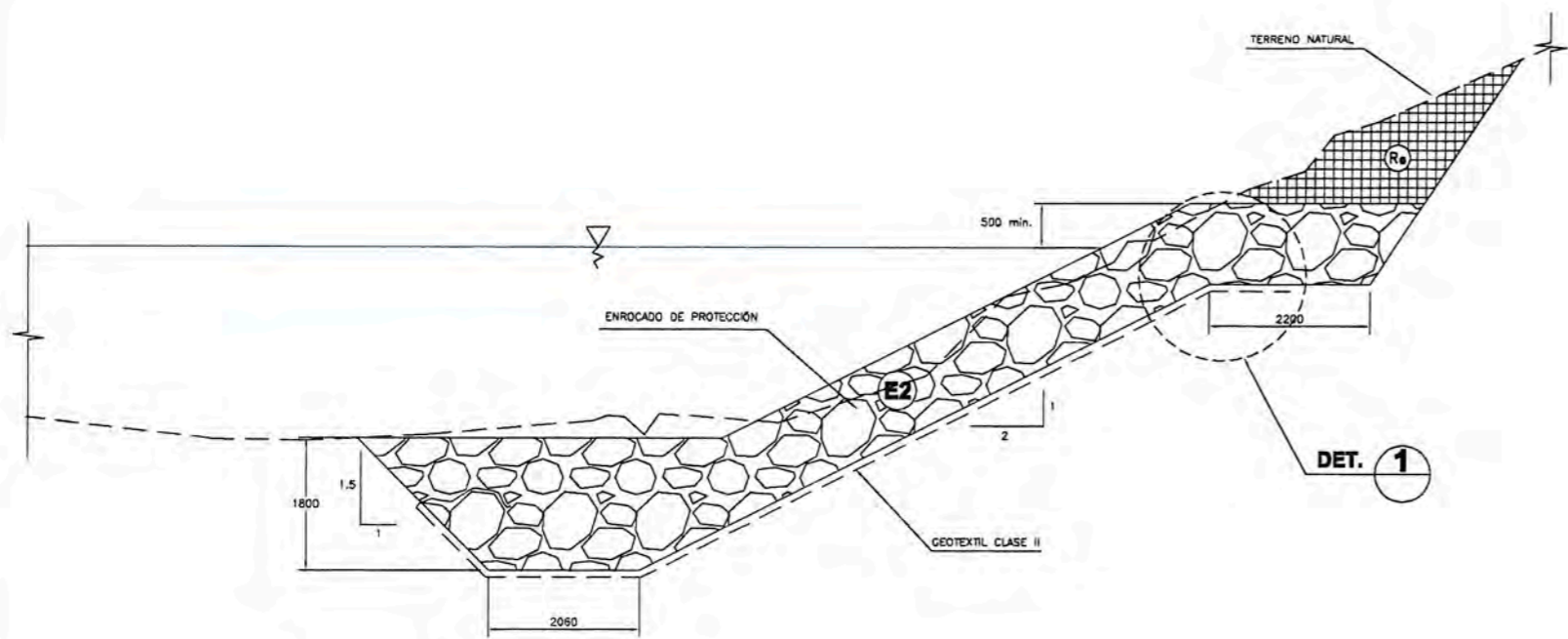
CAJA RECEPTORA Ø36"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

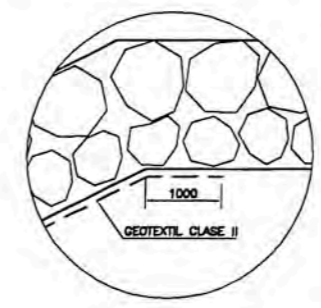
Ampliación y Mejoramiento de la Carretera
Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte

Informe de Suficiencia

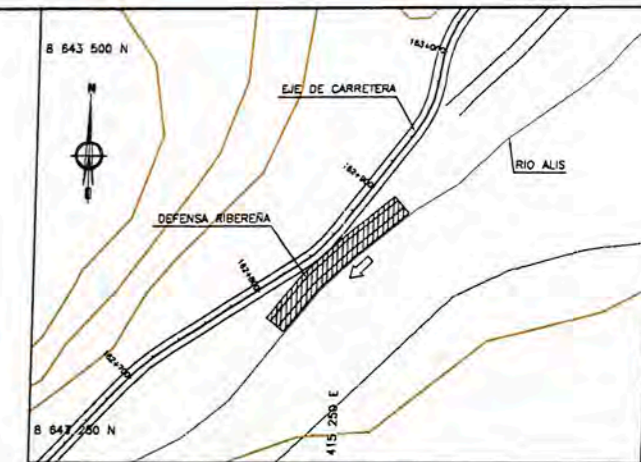
TITULO:		PLANO N.º:
DETALLE DE CABEZALES DRENAJE TRANSVERSAL		HD-03
ELABORO: K.E.N.	REVISO: H.M.C.	ESCALA INDICADA
DIBUJO: K.E.N.	APROBO: A.M.V.	FECHA JUNIO 2009
		REV.: A
		PAGINA 64



ENROCADOS DE PROTECCIÓN - SECCIONES TÍPICAS
ESC. 1:50



DETALLE DE GEOTEXTIL 1
1:20

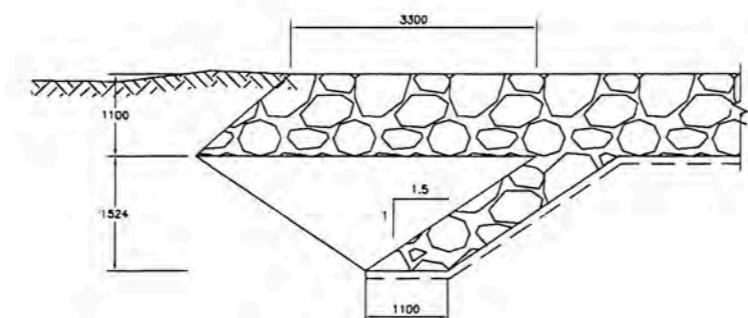


UBICACION
1:2 500

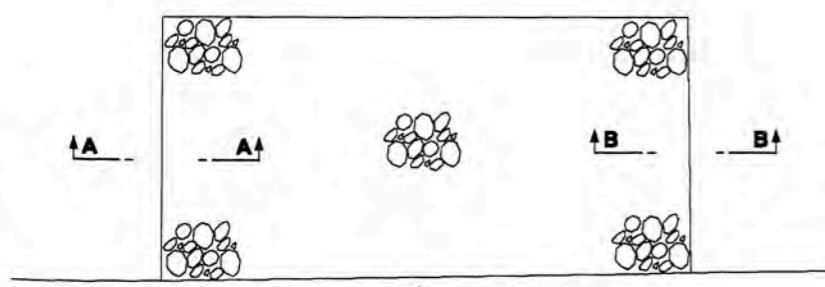
LEYENDA	
	SENTIDO DE FLUJO
	RELLENO MASIVO COMPACTADO
	ENROCADO
	GEOTEXTIL

GRADACIÓN DEL ENROCADO DE PROTECCIÓN	
% que pasa	Rango de Tamaño de Partícula (m)
100	0,90 a 1,02
85	0,72 a 0,84
50	0,60 a 0,69
15	0,24 a 0,36

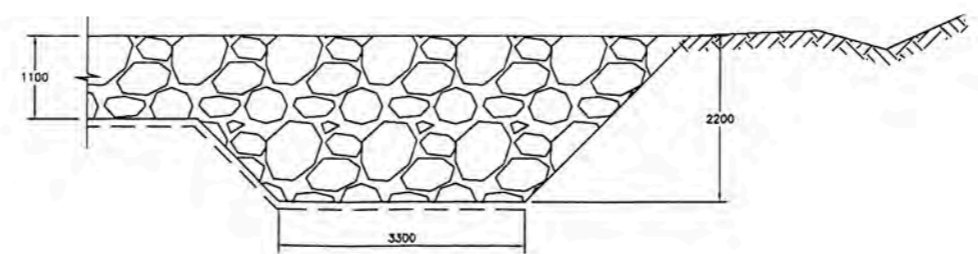
- NOTAS:**
- LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - DIMENSIONES EN MILIMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANDS.



SECCIÓN A - A
1:100

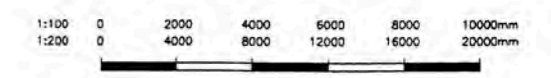


PLANTA
ESC. 1:100



SECCIÓN B - B
1:100

DETALLE DE EMPALME EN LOS EXTREMOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cafete-Yayuos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500 Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte			
Informe de Suficiencia			
TITULO: DETALLE DE ENROCADOS DEFENSAS RIBERENAS		PLANO N°: HD-04	
ELABORO : K.E.N.	REVISO : H.M.C.	ESCALA : INDICADA	REV. : A
DIBUJO : K.E.N.	APROBO : A.M.V.	FECHA : JUNIO 2009	PAGINA : 65

CONCLUSIONES

En el presente informe se determino caudales para el río Alis y el drenante que se encuentran en el tramo de la carretera estudiado, esta información servirá para realizar los diseños de las defensas ribereñas, estructuras de drenaje longitudinal y transversal.

La función de distribución de probabilidades a la que mejor se ajustan los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Yauricocha es Log Normal.

La función de distribución de probabilidades a la que mejor se ajustan los datos de descarga máxima diaria es Log Normal.

El caudal de diseño para las cunetas es $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$, para un periodo de retorno de 10 años.

El caudal de diseño para la alcantarilla es $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$, para un periodo de retorno de 20 años.

El caudal diario máximo instantáneo en el río Alis, para un periodo de retorno de 100 años es de $69 \text{ m}^3/\text{s}$.

El caudal diario máximo instantáneo en el río Alis, para un periodo de retorno de 500 años es de $82,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

RECOMENDACIONES

Los trabajos de ejecución de obras tales protecciones provisionales, defensas ribereñas, entre otros se recomienda realizarlos en la época de estiaje, los trabajos se deben empezar en el mes de mayo o junio y se deben concluir a mas tardar en mes de septiembre.

También se debe preveer la utilización de una bomba pequeña en caso se presenten flujos subterráneos de agua.

Se sugiere un programa de mantenimiento periódico y/o después de cada evento extraordinario, con inspecciones realizadas por personal calificado y entrenado en inspecciones.

BIBLIOGRAFIA

Aparicio Mijares Francisco Javier; Fundamentos de Hidrología de Superficie; Editorial Limusa; 1996; México.

Chow Ven Te, Maidment David R., Mays Larry W.; Hidrología Aplicada; Ed. McGraw-Hill Interamericana S.A.; 1994; Colombia.

Chow Ven Te; Hidráulica de Canales Abiertos. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana S.A.; 1959; Colombia.

Clyde Eric S., Brown Scott A. (FHWA); Design of Riprap Revetment (Hec11); 1988; EEUU.

Díaz Arias José Martín; Tesis Factores Hidráulicos para el Diseño de Puentes; Universidad Nacional de Ingeniería; 2 000; Perú.

Jerome M. Norman, Robert J. Houghtalen and William J. Johnston (FHWA); Hydraulic Design of Highway Culverts, Second Edition (HDS No. 5); 2 001; EEUU.

Nippon Koei Co. Ltd. Y Pacific Consultants International de la Japan International Cooperation Agency (JICA); Estudio del Desarrollo Integral de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Cañete en la Republica del Perú.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología / UNI; Estudio de hidrología del Perú IILA. Instituto Ítalo Latinoamericano / SENAMHI, 1981, Perú.

Estudio de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuaná – Dv. Yauyos – Chupaca; 2005; Perú.

Wolfgang Schröder; Regularización y Control de Ríos; Perú; 1994.

ANEXOS

- I. Hojas de calculo
 - A. Hidrología
 - B. Hidráulica
- II. Especificaciones técnicas
- III. Planillas de metrados
- IV. Análisis de costos unitarios
- V. Panel fotográfico

Anexo I

Hojas de cálculo

A. Hidrología

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) - SENAMHI

Estación : YAURICOCHA

Lat. : 12°19'

Dpto. : Lima

Long. : 75°43'

Prov. : Yauyos

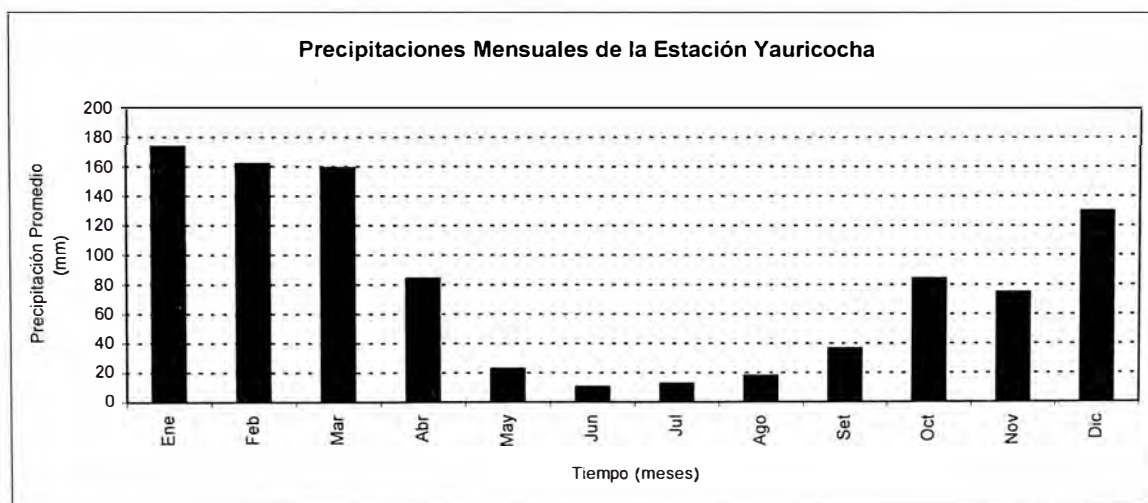
Cuenca : Río Cañete

Alt. : 4 522 msnm

Dist. : Laraos

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1964	94,3	132,9	239,0	97,0	28,5	0,0	0,0	2,0	45,3	44,1	85,2	75,7	844,0
1965	113,6	255,7	164,9	47,6	18,1	1,8	19,5	19,2	34,2	36,9	47,1	125,0	883,6
1966	161,0	101,3	138,5	69,5	16,2	0,8	0,0	0,0	68,9	173,1	92,7	171,5	993,5
1967	204,9	222,4	150,2	13,9	34,3	17,9	27,5	18,4	29,3	105,3	48,8	65,3	938,2
1968	167,9	112,5	136,2	52,2	27,1	7,5	15,2	36,5	35,0	65,9	84,6	143,0	883,6
1969	71,7	119,1	149,6	82,3	7,1	4,7	19,7	13,0	38,0	104,1	90,0	130,1	829,4
1970	289,7	141,6	114,1	94,5	32,0	4,3	16,7	10,5	61,6	52,2	52,8	178,9	1 048,9
1987	315,4	180,7	89,8	39,1	12,0	20,5	70,6	13,2	10,7	27,8	63,7	143,8	987,3
1988	209,1	129,3	214,4	163,9	21,3	10,3	0,0	10,7	33,8	60,6	81,4	175,3	1 110,1
1989	196,8	176,7	212,0	49,3	17,7	27,6	8,5	49,7	61,4	86,2	38,4	41,8	966,1
1990	148,9	90,9	107,3	68,6	51,1	32,7	4,5	19,4	54,7	121,0	124,2	183,4	1 006,7
1991	117,9	172,4	171,1	138,5	6,5	41,8	8,4	9,7	20,2	118,5	48,9	87,5	941,4
1992	129,3	107,5	128,3	44,1	5,8	12,6	7,5	15,9	7,3	113,8	46,8	51,7	670,6
1993	164,5	183,3	183,0	177,9	26,8	2,1	18,7	18,1	30,7	120,7	185,3	159,9	1 271,0
1994	228,2	210,7	225,7	163,6	40,0	8,3	7,4	17,4	54,0	44,0	36,9	91,1	1 127,3
1995	139,5	114,4	191,9	68,7	8,9	2,3	7,8	1,9	40,3	65,2	78,4	131,1	850,4
1996	178,3	162,2	102,2	96,1	14,3	1,8	3,3	22,8	40,6	44,1	39,2	133,5	838,4
1997	157,9	183,8	66,8	30,4	8,2	4,0	1,0	57,5	38,7	88,6	108,6	182,8	928,3
1998	249,8	176,1	177,0	65,3	0,7	12,9	2,0	7,1	15,9	80,9	88,9	99,8	976,4
1999	114,2	233,4	156,1	143,8	47,8	2,6	8,8	5,4	24,7	82,5	62,4	172,0	1 053,7
2000	191,7	194,9	227,6	63,1	53,8	2,7	19,2	29,1	23,9	131,7	65,4	188,3	1 191,4
Promedio	173,6	162,0	159,3	84,3	22,8	10,4	12,7	18,0	36,6	84,2	74,7	130,1	968,6
Desvesta	61,9	46,6	48,4	47,4	15,7	11,6	15,5	14,8	16,8	37,6	35,1	46,7	136,9
Max	315,4	255,7	239,0	177,9	53,8	41,8	70,6	57,5	68,9	173,1	185,3	188,3	1 271,0
Min	71,7	90,9	66,8	13,9	0,7	0,0	0,0	0,0	7,3	27,8	36,9	41,8	670,6
Nº Datos	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

Fuente : Senamhi



Precipitación Máxima en 24 horas

Año	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
1964	28,4	14,2		37,0	25,4	17,6		19,5
1965	44,3	43,5	15,0	41,6	34,5	19,6		31,4
1966	25,0	34,4	25,1	20,0	26,6	33,5		23,3
1967	18,6	62,8	35,3	39,8	28,0	44,8		23,6
1968	14,1	18,1	12,9	17,7	23,7	29,0		15,4
1969	29,3	17,2	21,3	20,3	33,0	15,3		17,4
1970	16,6	24,2	28,0	21,2	37,9	20,0		26,8
1971	18,0	31,5	19,6	18,5	24,5	23,0		33,0
1972	20,1	16,3	70,5	29,3	26,1	19,8		19,4
1973	22,6	15,8	27,2	30,2	18,2	22,9		28,2
1974	16,8	15,7	12,7	20,0	19,3	25,1		21,5
1975	16,0	14,1	34,6	40,1	15,1	24,8		19,0
1976	19,3	23,2	26,5	32,4	17,5	23,6		20,0
1977	17,4	24,9	29,4	27,6	16,4	21,7		14,8
1978	16,1	25,2	49,8	22,0	16,3	18,5		20,1
1979	15,1	22,4	18,1	23,8	11,7	24,1		16,9
1980	17,1	25,5	8,5	18,8	14,4	22,9		15,5
1981	17,5	17,6	21,0	54,3	13,1	28,3		22,8
1982	15,9	17,2	17,2	61,2	13,3	30,5		23,6
1983	16,6	21,5	9,7	33,6	6,7	20,0		27,6
1984	14,2	25,0	14,9	53,4	11,3	32,8		10,0
1985	12,9	8,0	13,8	29,3	12,4	27,7		13,5
1986	20,0	26,5	19,0	36,2	18,0	30,8		17,9
1987	20,9	12,5	13,1	35,5	16,8	35,7	37,6	8,9
1988	33,1		20,4	39,5	13,8	23,1	28,8	20,3
1989	24,4		20,0	27,7	13,9	21,8	26,1	22,8
1990	26,0		20,0		15,8	17,3	30,8	18,3
1991	12,4		19,0		11,8	15,5	24,0	
1992	15,1		5,0		16,0	14,3	21,5	6,3
1993	16,0		20,0		41,6	55,0	40,5	17,3
1994	14,1		24,0		26,4	48,4	21,8	31,5
1995	13,5		30,0		27,0	42,0	20,2	12,2
1996	16,1		23,0		31,7	17,5	16,6	24,3
1997	14,6		25,3		74,0	34,0	28,2	18,8
1998	14,1		33,8		41,8	31,0	27,6	14,7
1999	15,6		24,3		24,5	18,2	24,4	19,9
2000	27,0		30,6		28,9	20,1	58,6	12,9
2001	14,9		12,8			16,2	20,6	13,3
2002	17,7		24,8			20,8	25,8	11,6
2003	18,9		15,0				60,4	14,4
2004	21,4		17,7			31,2	41,3	14,2
2005	20,5		13,0			17,0	30,4	13,6
2006	30,1		25,1			25,5	26,2	20,6
2007	23,4		14,6			30,0	29,0	19,8
2008	21,9		24,0			22,7	15,4	19,9

N° datos	45	24	44	26	37	44	22	44
Promedio	19,6	23,2	22,4	32,0	22,9	25,8	29,8	19,0
Máx	44,3	62,8	70,5	61,2	74,0	55,0	60,4	33,0
Min	12,4	8,0	5,0	17,7	6,7	14,3	15,4	6,3

Fuente: 1964 - 1999 Inrena
2000 - 2008 Senamhi

Descarga Maxima Diaria

Estación : Tinco de Alis

Años	Descarga Maxima Diaria m³/s
1964	28,3
1965	36,4
1966	34,7
1967	51,6
1968	28,4
1969	48,6
1970	58,8
1971	61,1
1972	106,1
1973	66,8
1974	49,7
1975	46,5
1976	50,4
1977	40,7
1978	36,6
1979	32,3
1980	20,6
1981	41,6
1982	30,8
1983	38,1
1984	60,7
1985	30,0
1986	56,6
1987	55,4
1988	39,7
1989	58,5
1990	30,5
1991	42,0
1992	24,2
1993	42,4
1994	52,0
1995	39,9
1996	39,1
1997	51,1
1998	48,02
N° datos	35
Promedio	45,1
Máx	106,1
Min	20,6

**PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE
PRUEBA DE KOLMOGOROV - SMIRNOV
ESTACION: YAURICOCHA**

X
Numero de datos n : 22
Promedio x : 29,81
Desviacion estándar s : 11,71
Coeficiente asimetria Cs : 1,54

log X
22
1,45
0,15
0,65

log X
Numero de datos n : 22
Promedio x : 1,45
Desviacion estándar s : 0,15
Coeficiente asimetria Cs : 0,65
Parametro de forma g : 9,44
Parametro de escala b : 0,049
Parametro de escala x₀ : 0,98

X
22
29,809
11,712
1,536
μ_γ : 0,578
s_γ : 1,2825

N	P = x	P = LOG x	P(X≥x _T) _{Obs}	DISTRIBUCION NORMAL				DISTRIBUCION LOG NORMAL				DISTRIBUCION LOG PEARSON III				DISTRIBUCION GUMBEL					
				z	F _(z)	P(X≥x _T) _{TEO}	D _(N)	z	F _(z)	P(X≥x _T) _{TEO}	D _(N)	y	F _(z)	P(X≥x _T) _{TEO}	D _(N)	P = x	K	Y	P(X≥x _T) _{TEO}	D _(N)	
1	60,40	1,78	0,04	2,61	1,00	0,00	0,04	2,20	0,99	0,01	0,03	16,21	0,02	0,98	0,94	60,40	2,61	3,93	0,02	0,02	
2	58,60	1,77	0,09	2,46	0,99	0,01	0,08	2,12	0,98	0,02	0,07	15,94	0,02	0,98	0,89	58,60	2,46	3,73	0,02	0,06	
3	41,30	1,62	0,13	0,98	0,84	0,16	0,03	1,11	0,87	0,13	0,00	12,86	0,11	0,89	0,76	41,30	0,98	1,84	0,15	0,02	
4	40,50	1,61	0,17	0,91	0,82	0,18	0,01	1,06	0,85	0,15	0,03	12,69	0,12	0,88	0,71	40,50	0,91	1,75	0,16	0,01	
5	37,60	1,58	0,22	0,67	0,75	0,25	0,04	0,84	0,80	0,20	0,02	12,03	0,15	0,85	0,63	37,60	0,67	1,43	0,21	0,00	
6	30,80	1,49	0,26	0,08	0,53	0,47	0,21	0,27	0,61	0,39	0,13	10,27	0,30	0,70	0,44	30,80	0,08	0,69	0,40	0,13	
7	30,40	1,48	0,30	0,05	0,52	0,48	0,18	0,23	0,59	0,41	0,10	10,16	0,32	0,68	0,38	30,40	0,05	0,64	0,41	0,10	
8	29,00	1,46	0,35	-0,07	0,47	0,53	0,18	0,10	0,54	0,46	0,11	9,74	0,36	0,64	0,29	29,00	-0,07	0,49	0,46	0,11	
9	28,80	1,46	0,39	-0,09	0,47	0,53	0,14	0,08	0,53	0,47	0,08	9,68	0,37	0,63	0,24	28,80	-0,09	0,47	0,47	0,07	
10	28,20	1,45	0,43	-0,14	0,45	0,55	0,12	0,02	0,51	0,49	0,06	9,49	0,39	0,61	0,17	28,20	-0,14	0,40	0,49	0,05	
11	27,60	1,44	0,48	-0,19	0,43	0,57	0,10	-0,04	0,48	0,52	0,04	9,31	0,42	0,58	0,11	27,60	-0,19	0,34	0,51	0,03	
12	26,20	1,42	0,52	-0,31	0,38	0,62	0,10	-0,19	0,42	0,58	0,05	8,85	0,48	0,52	0,00	26,20	-0,31	0,18	0,57	0,04	
13	26,10	1,42	0,57	-0,32	0,38	0,62	0,06	-0,20	0,42	0,58	0,02	8,81	0,48	0,52	0,05	26,10	-0,32	0,17	0,57	0,00	
14	25,80	1,41	0,61	-0,34	0,37	0,63	0,03	-0,24	0,41	0,59	0,02	8,71	0,49	0,51	0,10	25,80	-0,34	0,14	0,58	0,03	
15	24,40	1,39	0,65	-0,46	0,32	0,68	0,03	-0,40	0,35	0,65	0,00	8,22	0,56	0,44	0,21	24,40	-0,46	-0,01	0,64	0,01	
16	24,00	1,38	0,70	-0,50	0,31	0,69	0,01	-0,44	0,33	0,67	0,02	8,07	0,58	0,42	0,28	24,00	-0,50	-0,06	0,65	0,04	
17	21,80	1,34	0,74	-0,68	0,25	0,75	0,01	-0,72	0,24	0,76	0,03	7,23	0,70	0,30	0,44	21,80	-0,68	-0,30	0,74	0,00	
18	21,50	1,33	0,78	-0,71	0,24	0,76	0,02	-0,76	0,22	0,78	0,01	7,10	0,72	0,28	0,50	21,50	-0,71	-0,33	0,75	0,03	
19	20,60	1,31	0,83	-0,79	0,22	0,78	0,04	-0,88	0,19	0,81	0,01	6,73	0,76	0,24	0,59	20,60	-0,79	-0,43	0,79	0,04	
20	20,20	1,31	0,87	-0,82	0,21	0,79	0,08	-0,94	0,17	0,83	0,04	6,55	0,79	0,21	0,65	20,20	-0,82	-0,47	0,80	0,07	
21	16,60	1,22	0,91	-1,13	0,13	0,87	0,04	-1,50	0,07	0,93	0,02	4,82	0,94	0,06	0,86	16,60	-1,13	-0,87	0,91	0,01	
22	15,40	1,19	0,96	-1,23	0,11	0,89	0,07	-1,72	0,04	0,96	0,00	4,16	0,97	0,03	0,93	15,40	-1,23	-1,00	0,93	0,02	
						MAX.	0,205				MAX.	0,132			MAX.	0,937				MAX.	0,135

RESUMEN DE RESULTADOS

ESTADISTICO	FUNCION DE DISTRIBUCION			
	NORMAL	LOG-NORMAL	LOG PEARSON III	GUMBEL
D _(N)	0,205	0,132	0,937	0,135

FUNCION DE DISTRIBUCION SELECCIONADA : LOG-NORMAL

DE LA TABLA : n : 22
a : 5,0%
Máximo tabular: D_α : 0,281

D_(N) < D_α

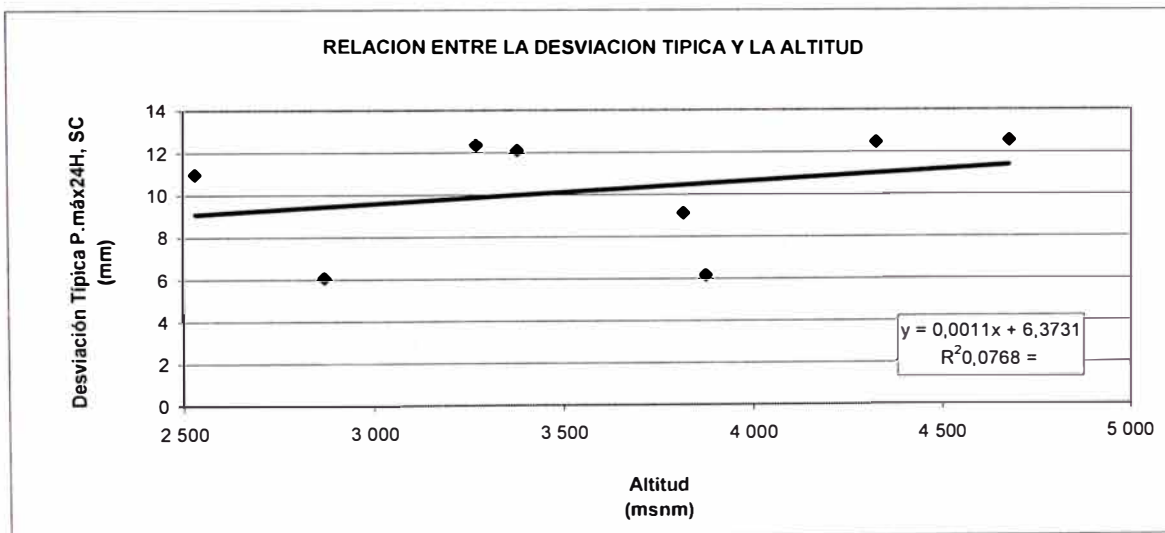
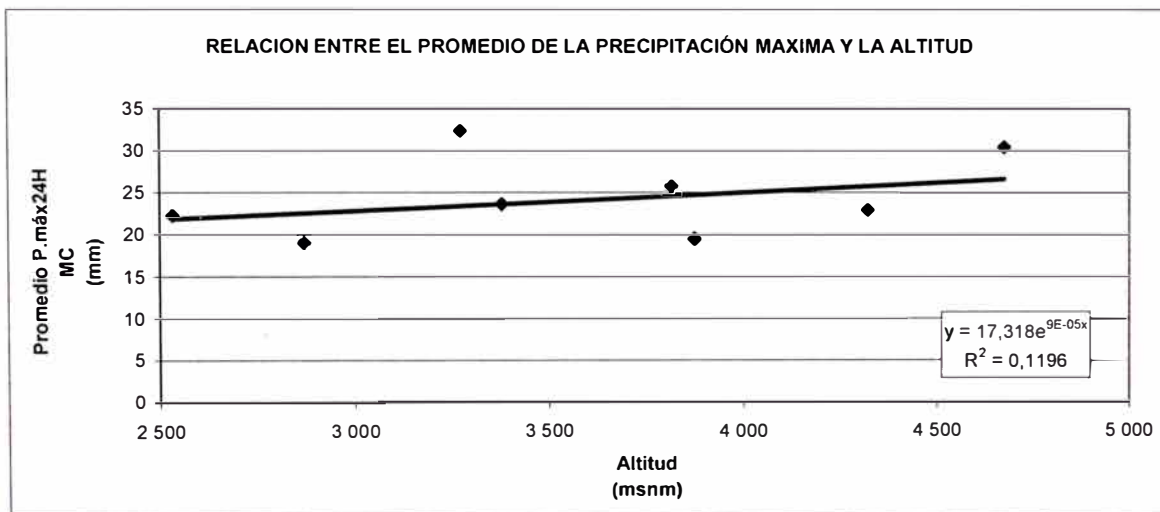
3.1.1 Precipitación Máxima en 24 Horas - mm

Años	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
1964	28,4	14,2		37,0	25,4	17,6		19,5
1965	44,3	43,5	15,0	41,6	34,5	19,6		31,4
1966	25,0	34,4	25,1	20,0	26,6	33,5		23,3
1967	18,6	62,8	35,3	39,8	28,0	44,8		23,6
1968	14,1	18,1	12,9	17,7	23,7	29,0		15,4
1969	29,3	17,2	21,3	20,3	33,0	15,3		17,4
1970	16,6	24,2	28,0	21,2	37,9	20,0		26,8
1971	18,0	31,5	19,6	18,5	24,5	23,0		33,0
1972	20,1	16,3	70,5	29,3	26,1	19,8		19,4
1973	22,6	15,8	27,2	30,2	18,2	22,9		28,2
1974	16,8	15,7	12,7	20,0	19,3	25,1		21,5
1975	16,0	14,1	34,6	40,1	15,1	24,8		19,0
1976	19,3	23,2	26,5	32,4	17,5	23,6		20,0
1977	17,4	24,9	29,4	27,6	16,4	21,7		14,8
1978	16,1	25,2	49,8	22,0	16,3	18,5		20,1
1979	15,1	22,4	18,1	23,8	11,7	24,1		16,9
1980	17,1	25,5	8,5	18,8	14,4	22,9		15,5
1981	17,5	17,6	21,0	54,3	13,1	28,3		22,8
1982	15,9	17,2	17,2	61,2	13,3	30,5		23,6
1983	16,6	21,5	9,7	33,6	6,7	20,0		27,6
1984	14,2	25,0	14,9	53,4	11,3	32,8		10,0
1985	12,9	8,0	13,8	29,3	12,4	27,7		13,5
1986	20,0	26,5	19,0	36,2	18,0	30,8		17,9
1987	20,9	12,5	13,1	35,5	16,8	35,7	37,6	8,9
1988	33,1		20,4	39,5	13,8	23,1	28,8	20,3
1989	24,4		20,0	27,7	13,9	21,8	26,1	22,8
1990	26,0		20,0		15,8	17,3	30,8	18,3
1991	12,4		19,0		11,8	15,5	24,0	
1992	15,1		5,0		16,0	14,3	21,5	6,3
1993	16,0		20,0		41,6	55,0	40,5	17,3
1994	14,1		24,0		26,4	48,4	21,8	31,5
1995	13,5		30,0		27,0	42,0	20,2	12,2
1996	16,1		23,0		31,7	17,5	16,6	24,3
1997	14,6		25,3		74,0	34,0	28,2	18,8
1998	14,1		33,8		41,8	31,0	27,6	14,7
1999	15,6		24,3		24,5	18,2	24,4	19,9
2000	27,0		30,6		28,9	20,1	58,6	12,9
2001	14,9		12,8			16,20	20,6	13,30
2002	17,7		24,8			20,80	25,8	11,60
2003	18,9		15,0				60,4	14,40
2004	21,4		17,7			31,20	41,3	14,20
2005	20,5		13,0			17,00	30,4	13,60
2006	30,1		25,1			25,50	26,2	20,60
2007	23,4		14,6			30,00	29,0	19,80
2008	21,9		24,0			22,70	15,4	19,90

Estaciones	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
Altitud	3 875	3379	2533	3272	4323	3816	4675	2871
Nº años	45	24	44	26	37	44	22	44
M	19,64	23,22	22,40	31,96	22,90	25,76	29,81	19,02
S	6,27	11,43	11,13	11,77	12,40	9,05	11,71	6,00
FCM	0,99	1,02	0,99	1,01	1,00	1,00	1,02	1,00
FCS	0,98	1,06	0,99	1,05	1,01	1,01	1,07	1,01
MC	19,49	23,58	22,26	32,36	22,90	25,76	30,36	19,03
SC	6,16	12,11	10,97	12,36	12,48	9,11	12,55	6,06
PM	44,3	62,8	70,5	61,2	74,0	55,0	60,4	33,0
KMAX	4,03	3,24	4,40	2,33	4,09	3,21	2,39	2,30

- M** Promedio de las precipitaciones máximas en 24 horas
- S** Desviación típica de las precipitaciones máximas en 24 horas
- FCM** Factor de Corrección por longitud de registro para el promedio
- FCS** Factor de Corrección por longitud de registro para la desviación típica
- MC** Promedio de Pmax en 24h corregido por longitud de registro
- SC** Desviación típica de la Pmax en 24h corregido por longitud de registro
- PM** Máximo valor de la precipitación máxima en 24h
- KMAX** Factor de frecuencia máximo histórico = (PM-MC)/SC

	Promedio	Desviación Típica
Promedio de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	24,47	4,80
Desviación Típica de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	10,23	2,78



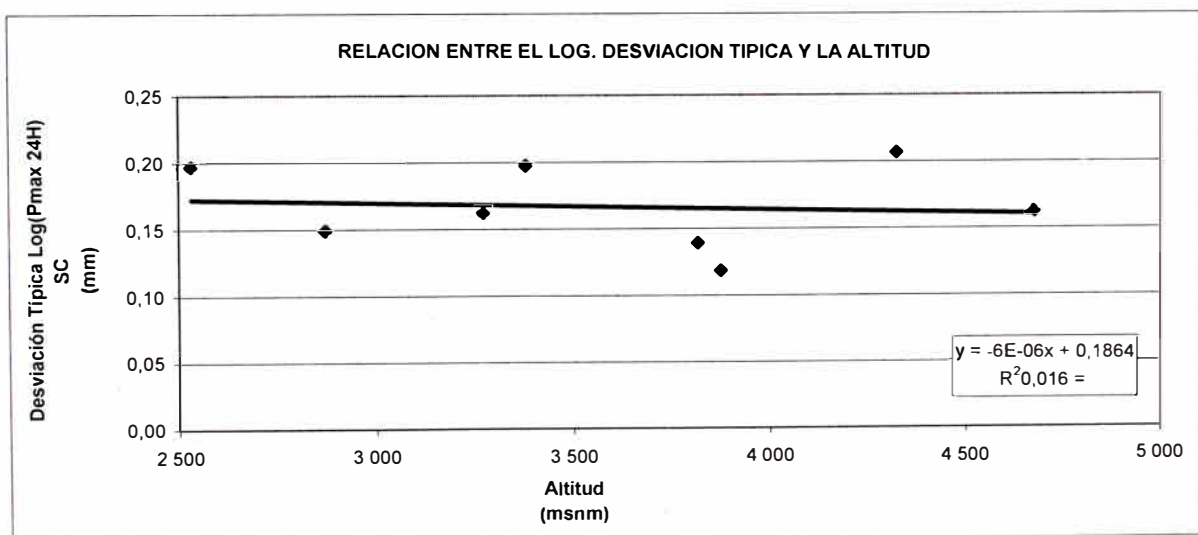
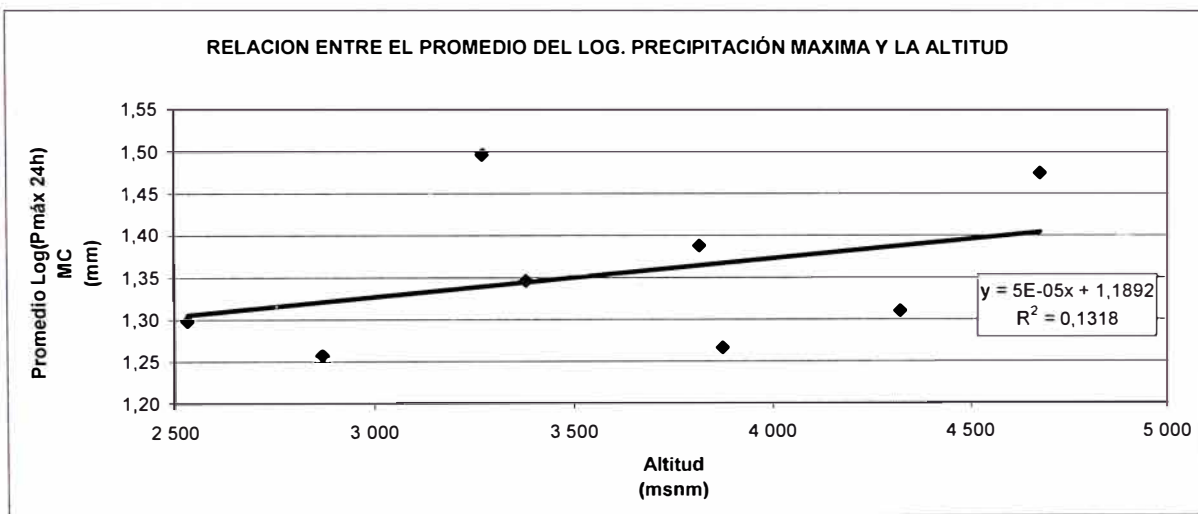
3.1.2 Logaritmo de la Precipitación Maxima en 24 Horas - mm

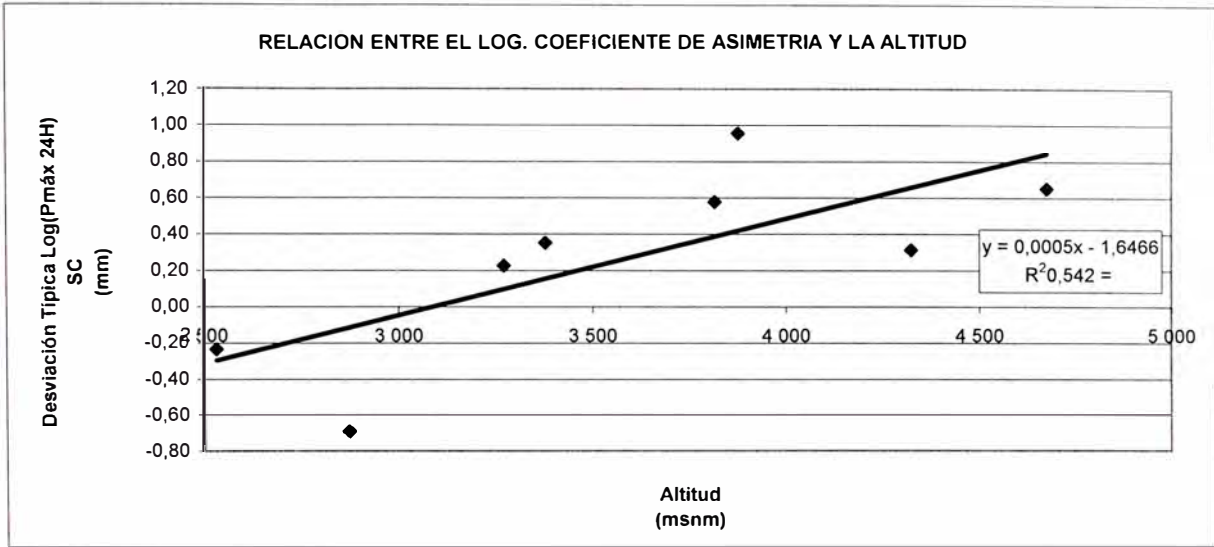
Años	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
1964	1,45	1,15		1,57	1,40	1,25		1,29
1965	1,65	1,64	1,18	1,62	1,54	1,29		1,50
1966	1,40	1,54	1,40	1,30	1,42	1,53		1,37
1967	1,27	1,80	1,55	1,60	1,45	1,65		1,37
1968	1,15	1,26	1,11	1,25	1,37	1,46		1,19
1969	1,47	1,24	1,33	1,31	1,52	1,18		1,24
1970	1,22	1,38	1,45	1,33	1,58	1,30		1,43
1971	1,26	1,50	1,29	1,27	1,39	1,36		1,52
1972	1,30	1,21	1,85	1,47	1,42	1,30		1,29
1973	1,35	1,20	1,43	1,48	1,26	1,36		1,45
1974	1,23	1,20	1,10	1,30	1,29	1,40		1,33
1975	1,20	1,15	1,54	1,60	1,18	1,39		1,28
1976	1,29	1,37	1,42	1,51	1,24	1,37		1,30
1977	1,24	1,40	1,47	1,44	1,21	1,34		1,17
1978	1,21	1,40	1,70	1,34	1,21	1,27		1,30
1979	1,18	1,35	1,26	1,38	1,07	1,38		1,23
1980	1,23	1,41	0,93	1,27	1,16	1,36		1,19
1981	1,24	1,25	1,32	1,73	1,12	1,45		1,36
1982	1,20	1,24	1,24	1,79	1,12	1,48		1,37
1983	1,22	1,33	0,99	1,53	0,83	1,30		1,44
1984	1,15	1,40	1,17	1,73	1,05	1,52		1,00
1985	1,11	0,90	1,14	1,47	1,09	1,44		1,13
1986	1,30	1,42	1,28	1,56	1,26	1,49		1,25
1987	1,32	1,10	1,12	1,55	1,23	1,55	1,58	0,95
1988	1,52		1,31	1,60	1,14	1,36	1,46	1,31
1989	1,39		1,30	1,44	1,14	1,34	1,42	1,36
1990	1,41		1,30		1,20	1,24	1,49	1,26
1991	1,09		1,28		1,07	1,19	1,38	
1992	1,18		0,70		1,20	1,16	1,33	0,80
1993	1,20		1,30		1,62	1,74	1,61	1,24
1994	1,15		1,38		1,42	1,68	1,34	1,50
1995	1,13		1,48		1,43	1,62	1,31	1,09
1996	1,21		1,36		1,50	1,24	1,22	1,39
1997	1,16		1,40		1,87	1,53	1,45	1,27
1998	1,15		1,53		1,62	1,49	1,44	1,17
1999	1,19		1,39		1,39	1,26	1,39	1,30
2000	1,43		1,49		1,46	1,30	1,77	1,11
2001	1,17		1,11			1,21	1,31	1,12
2002	1,25		1,39			1,32	1,41	1,06
2003	1,28		1,18				1,78	1,16
2004	1,33		1,25			1,49	1,62	1,15
2005	1,31		1,11			1,23	1,48	1,13
2006	1,48		1,40			1,41	1,42	1,31
2007	1,37		1,16			1,48	1,46	1,30
2008	1,34		1,38			1,36	1,19	1,30

Estaciones	Carania	Colonia	Huangascar	Huantan	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
Altitud	3 875	3379	2533	3272	4323	3816	4675	2871
Nº años	45	24	44	26	37	44	22	44
MLP	1,28	1,33	1,31	1,48	1,31	1,39	1,45	1,26
SLP	0,12	0,19	0,20	0,15	0,21	0,14	0,15	0,15
Coef.Asim.	0,95	0,35	-0,24	0,22	0,31	0,58	0,65	-0,69
FCMLP	0,99	1,02	0,99	1,01	1,00	1,00	1,02	1,00
FCSLP	0,98	1,06	0,99	1,05	1,01	1,01	1,07	1,01
FCoef.Asim.								
MCLP	1,27	1,35	1,30	1,50	1,31	1,39	1,47	1,26
SCLP	0,12	0,20	0,20	0,16	0,21	0,14	0,16	0,15
Coef.Asim.Correg.								
PM	1,6	1,8	1,8	1,8	1,9	1,7	1,8	1,5
KMAX	3,22	2,29	2,80	1,79	2,71	2,53	1,89	1,75

- MLP** Promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas en 24 horas
- SLP** Desviación típica de los logaritmos de las precipitaciones máximas en 24 horas
- FCMLP** Factor de Corrección por longitud de registro para el promedio
- FCSLP** Factor de Corrección por longitud de registro para la desviación típica
- MCLP** Promedio de los logaritmos de la precipitación máxima en 24 horas corregido por longitud de registro
- SCLP** Desviación típica de los logaritmos de la precipitación máxima en 24 horas corregido por longitud de registro
- PMLP** Máximo valor de los logaritmos de la precipitación máxima en 24 horas
- KMAX** Factor de frecuencia máximo histórico = $(PM-MC)/SC$

	Promedio	Desviación Típica
Promedio los logaritmos de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	1,35	0,09
Desviación Típica de los logaritmos de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm)	0,17	0,03





4.1

Precipitación máxima en 24 horas – mm

Año	Carania	Vilca	Yauricocha
1963			
1964	28,4	17,6	
1965	44,3	19,6	
1966	25,0	33,5	
1967	18,6	44,8	
1968	14,1	29,0	
1969	29,3	15,3	
1970	16,6	20,0	
1971	18,0	23,0	
1972	20,1	19,8	
1973	22,6	22,9	
1974	16,8	25,1	
1975	16,0	24,8	
1976	19,3	23,6	
1977	17,4	21,7	
1978	16,1	18,5	
1979	15,1	24,1	
1980	17,1	22,9	
1981	17,5	28,3	
1982	15,9	30,5	
1983	16,6	20,0	
1984	14,2	32,8	
1985	12,9	27,7	
1986	20,0	30,8	
1987	20,9	35,7	37,6
1988	33,1	23,1	28,8
1989	24,4	21,8	26,1
1990	26,0	17,3	30,8
1991	12,4	15,5	24,0
1992	15,1	14,3	21,5
1993	16,0	55,0	40,5
1994	14,1	48,4	21,8
1995	13,5	42,0	20,2
1996	16,1	17,5	16,6
1997	14,6	34,0	28,2
1998	14,1	31,0	27,6
1999	15,6	18,2	24,4
2000	27,0	20,1	58,6
2001	14,9	16,2	20,6
2002	17,7	20,8	25,8
2003	18,9		60,4
2004	21,4	31,2	41,3
2005	20,5	17,0	30,4
2006	30,1	25,5	26,2
2007	23,4	30,0	29,0
2008	21,9	22,7	15,4
n	45	44	22
Σ	883,6	1133,6	655,8
x	19,636	25,764	29,809
s	6,266	9,050	11,712
Cs	1,813	1,367	1,536
k			

Logaritmo de la Precipitación máxima en 24 horas – mm

Año	Carania	Vilca	Yauricocha
1963			
1964	1,45	1,25	
1965	1,65	1,29	
1966	1,40	1,53	
1967	1,27	1,65	
1968	1,15	1,46	
1969	1,47	1,18	
1970	1,22	1,30	
1971	1,26	1,36	
1972	1,30	1,30	
1973	1,35	1,36	
1974	1,23	1,40	
1975	1,20	1,39	
1976	1,29	1,37	
1977	1,24	1,34	
1978	1,21	1,27	
1979	1,18	1,38	
1980	1,23	1,36	
1981	1,24	1,45	
1982	1,20	1,48	
1983	1,22	1,30	
1984	1,15	1,52	
1985	1,11	1,44	
1986	1,30	1,49	
1987	1,32	1,55	1,58
1988	1,52	1,36	1,46
1989	1,39	1,34	1,42
1990	1,41	1,24	1,49
1991	1,09	1,19	1,38
1992	1,18	1,16	1,33
1993	1,20	1,74	1,61
1994	1,15	1,68	1,34
1995	1,13	1,62	1,31
1996	1,21	1,24	1,22
1997	1,16	1,53	1,45
1998	1,15	1,49	1,44
1999	1,19	1,26	1,39
2000	1,43	1,30	1,77
2001	1,17	1,21	1,31
2002	1,25	1,32	1,41
2003	1,28		1,78
2004	1,33	1,49	1,62
2005	1,31	1,23	1,48
2006	1,48	1,41	1,42
2007	1,37	1,48	1,46
2008	1,34	1,36	1,19
n	45	44	22
Σ	57,39	61,08	31,84
x	1,28	1,39	1,45
s	0,12	0,14	0,15
Cs	0,95	0,58	0,65
k			

4.2 CURVAS IDF (Intensidad - Duración - Frecuencia) Método Regional del IILA-SENAMHI-UNI

Debido a la falta de información pluviométrica en la zona, se empleará las curvas IDF (Intensidad - Duración-Frecuencia) definidas por un estudio regional, en este caso el realizado en "Hidrología del Perú" por IILA-SENAMHI-UNI, modificada para pequeños periodos de retorno.

$$i_{(t,T)} = a(1 + K \log T)(t + b)^{n-1} \quad \dots(1)$$

Donde:

- i intensidad de la lluvia (mm/hora).
- a parámetro de intensidad (mm).
- K parámetro de frecuencia (adimensional).
- b parámetro (hora).
- n parámetro de duración (adimensional).
- t duración (hora).
- T tiempo o periodo de retorno (años).

$$K = K'g$$

$$b = -0.05 \text{ horas}$$

Para la zona de estudio: Distrito Colcabamba, Provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica, de acuerdo el Mapa de zonas y subzonas pluviométricas corresponde a la zona 123₁₁

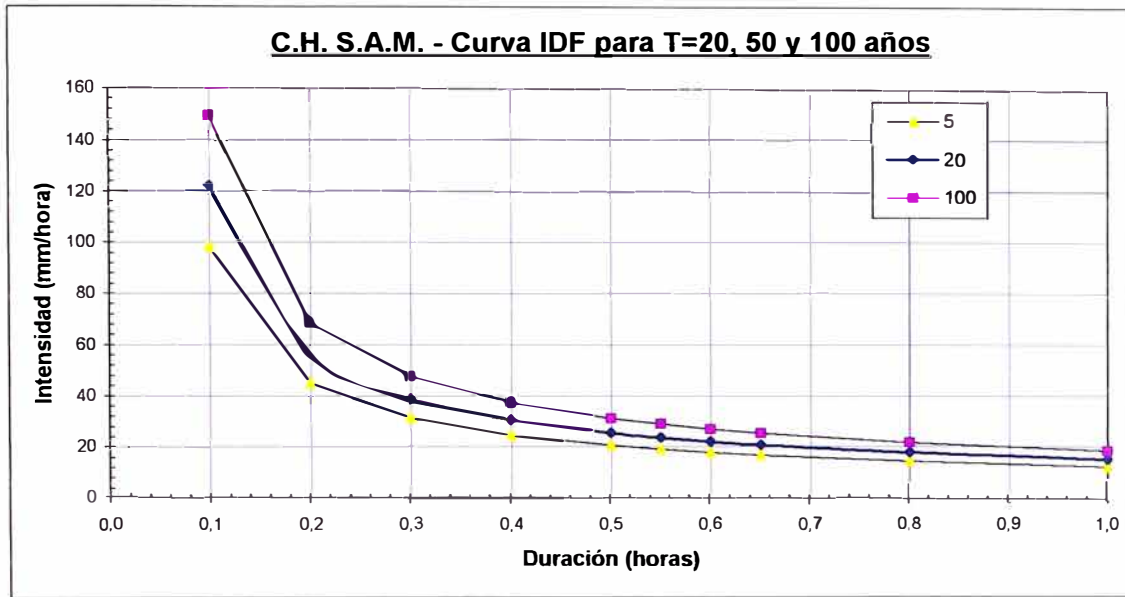
Altitud (msnm): 3570 $i=Y$ ADOPTADO

Del cuadro 1-9 tenemos: $n = 0,286$ $1-n = 0,714$
(se aproximara a 123₁₁) $a = 8,351$ $a = 0,46 + 0,0023Y$

Del cuadro 1-7 tenemos: $K'g = 0,553$ $\xi_g = 1 + 0,005Y$
 $\varepsilon_g = 18,850$

Reemplazando estos valores en la expresión 1 se obtiene: $i_{(t,T)} = \frac{9,11(1 + 0,553 \log T)}{(t - 0,05)^{0,714}}$

t (horas)	T= PERIODO DE RETORNO (años)				
	5	10	20	50	100
	i (mm/hora)	i (mm/hora)	i (mm/hora)	i (mm/hora)	i (mm/hora)
0,10	98,31	110,11	121,92	137,52	149,32
0,20	44,87	50,26	55,64	62,76	68,15
0,30	31,16	34,90	38,64	43,58	47,32
0,40	24,50	27,44	30,39	34,27	37,22
0,50	20,48	22,94	25,39	28,64	31,10
0,55	18,99	21,27	23,55	26,57	28,85
0,60	17,74	19,87	22,00	24,82	26,95
0,65	16,68	18,68	20,68	23,33	25,33
0,80	14,22	15,93	17,63	19,89	21,60
1,00	12,01	13,45	14,89	16,80	18,24
2,00	7,19	8,05	8,91	10,05	10,92



Tiempo de Concentración Tc			Tc (hr)
Kirpich	B-W	Corps of Engineers	Elegido
0,021	0,091	0,101	0,083

Tiempo de Retorno (Tr) años	Coefficiente de Escorrentia	Intensidad maxima (I) mm/hr	Caudal de Avenida m ³ /s
5	0,39	98,31	0,56
10	0,41	110,11	0,65
20	0,44	121,92	0,78
50	0,48	137,52	0,96
100	0,52	149,32	1,12



Ampliación y Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500.
Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte
Espinoza Núñez, Karim

CUADRO I: 1-7: Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas y valores de los parametros K'_g y ϵ_g que definen la distribución de probabilidades de h_g en cada punto de estas.

ZONA	K'_g	SUBZONA	ϵ_g
123	$K'_g = .553$	123 ₁	$\epsilon_g = 85.0$
		123 ₂	$\epsilon_g = 75.0$
		123 ₃	$\epsilon_g = 100 - .022 Y$
		123 ₄	$\epsilon_g = 70 - .019 Y$
		123 ₅	$\epsilon_g = 24.0$
		123 ₆	$\epsilon_g = 30.5$
		123 ₇	$\epsilon_g = -2 + .006 Y$
		123 ₈	$\epsilon_g = 26.6$
		123 ₉	$\epsilon_g = 23.3$
		123 ₁₀	$\epsilon_g = 6 + .005 Y$
		123 ₁₁	$\epsilon_g = 1 + .005 Y$
		123 ₁₂	$\epsilon_g = 75.0$
		123 ₁₃	$\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = .861$	4 ₁	$\epsilon_g = 20.0$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-.85}$	5a ₁	$\epsilon_g = -7.6 + .006 Y \quad (Y > 2300)$
		5a ₂	$\epsilon_g = 32 - .177 D_c$
		5a ₃	$\epsilon_g = -13 + .010 Y \quad (Y > 2300)$
		5a ₄	$\epsilon_g = 3.8 + .0053 Y \quad (Y > 1500)$
		5a ₅	$\epsilon_g = -6 + .007 Y \quad (Y > 2300)$
		5a ₆	$\epsilon_g = 1.4 + .0067$
		5a ₇	$\epsilon_g = -2 + .007 Y \quad (Y > 2000)$
		5a ₈	$\epsilon_g = 24 + .0025 Y$
		5a ₉	$\epsilon_g = 9.4 + .0067 Y$
		5a ₁₀	$\epsilon_g = 18.8 + .0028 Y$
		5a ₁₁	$\epsilon_g = 32.4 + .004 Y$
		5a ₁₂	$\epsilon_g = 19.0 + .005 Y$
		5a ₁₃	$\epsilon_g = 23.0 + .0143 Y$
		5a ₁₄	$\epsilon_g = 4.0 + .010 Y$
5b	$K'_g = 130 \epsilon_g^{-1.4}$	5b ₁	$\epsilon_g = 4 + .010 \quad (Y > 1000)$
		5b ₂	$\epsilon_g = 41.0$
		5b ₃	$\epsilon_g = 23.0 + 0.143 Y$
		5b ₄	$\epsilon_g = 32.4 + .004 Y$
		5b ₅	$\epsilon_g = 9.4 + .0067 Y$
6	$K'_g = 5.4 \cdot \epsilon_g^{-.6}$	6 ₁	$\epsilon_g = 30 - .50 D_c$
9	$K'_g = 22.5 \cdot \epsilon_g^{-.85}$	9 ₁	$\epsilon_g = 61.5$
		9 ₂	$\epsilon_g = -4.5 + .323 D_m \quad (30 < D_m < 110)$
		9 ₃	$\epsilon_g = 31 + .475 (D_m - 110) \quad (D_m < 110)$
10	$K'_g = 1.45$	10 ₁	$\epsilon_g = 12.5 + .95 D_m$

CUADRO 1: 1-9: Valores de los parámetros a y n que, junto con K' , definen la curvas de probabilidad pluviométrica en cada punto de las subzonas.

Subzona	Estación	número total de estaciones	valor de n	valor de a
123 ₁	321 - 385	2	.357	32.2
123 ₃	384-787-805	3	.405	$a=37.85-.0083 Y$
123 ₁₃	244 - 193	2	.432	
123 ₅	850 - 903	2	.353	9.2
123 ₆	840-913-918	4	.380	11
123 ₈	958 654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	.232	14.0
123 ₉	769	1	.242	12.1
123 ₁₀	446-557-594 653-672-696 708-711-712 715-717-724 757-773	14	.254	$a=3.01 + .0025 Y$
123 ₁₁	508-667-719 750-771	5	.286	$a= .46 + .0023 Y$
5 _{a2}	935 - 968	2	.301	$a=14.1 - .078 D_c$
5 _{a5}	559	1	.303	$a=-2.6 + .0031 Y$
5 _{a10}	248	1	.434	$a=5.80 + .0009 Y$

Promedio del logaritmo de la Pmax 24h 1,45
Desviación Típica del logaritmo de la Pmax 24 h 0,15

Precipitaciones Máximas
Distribución de Probabilidad Log Normal

T	K	Pmax24h mm
10	1,282	43,80
20	1,645	49,71
50	2,054	57,33
100	2,326	63,04
200	2,576	68,77
500	2,878	76,41

Pmax24h = precipitación total en 24 horas para el periodo de retorno específico

$$P = aD^n$$

n 0,286
Duración 16 horas

TR (años)	10	20	50	100	200	500
Pmax 24h	43,8	49,7	57,3	63,0	68,8	76,4
a	19,8	22,5	25,9	28,5	31,1	34,6
i (mm/hr)	116,8	132,6	152,9	168,2	183,5	203,8

Tr años	C	Caudal m ³ /s
10	0,41	0,33
20	0,44	0,40
50	0,48	0,51
100	0,52	0,61
200	0,54	0,69

Caudales Máximos Instantáneos

Promedio del logaritmo Qmax	1,63 m ³ /s
Desviación Típica del logaritmo Qmax	0,14 m ³ /s

Descargas Máximas Distribución de Probabilidad Log Normal

T	K	Qmax m ³ /s
10	1,282	64,8
20	1,645	72,9
50	2,054	83,2
100	2,326	90,9
200	2,576	98,5
500	2,878	108,7

Qmax = Descarga Máxima Media Diaria

Relación entre Caudales Instantáneos y Medios Diarios

Fórmula de Fuller :

$$K = 1 + \frac{3.54}{A^{0.3}}$$

K = 1,45

Donde:

A : Área de la cuenca en Km²

K : Constante

Cuenca	Caudales Máximos (m ³ /s)		
	Tinco de Alis	Río Alis	
Área km ²	933,61	425,98	
Precipitación	820,27	937,76	
Tr años	Diarios	Instantáneos	Instantáneos
10	64,8	94,3	49,2
20	72,9	106,1	55,3
50	83,2	121,1	63,2
100	90,9	132,3	69,0
200	98,5	143,4	74,8
500	108,7	158,1	82,5

Calculo de la precipitación media por el metodo de los Poligonos de Thiessen

Cuenca Tinco de Alis

Estación	Area	Porcentaje %	Precitación media	Area x Pprom
Tanta	406,13	43,50	795,10	34587,29
Vilca	409,50	43,86	917,10	40225,39
Carania	110,57	11,84	545,40	6459,03
Yauricocha	7,42	0,80	949,50	755,04
Total	933,61	100,00		

Precipitacion media cuenca de la estacion Tinco de Alis = 820,27 mm

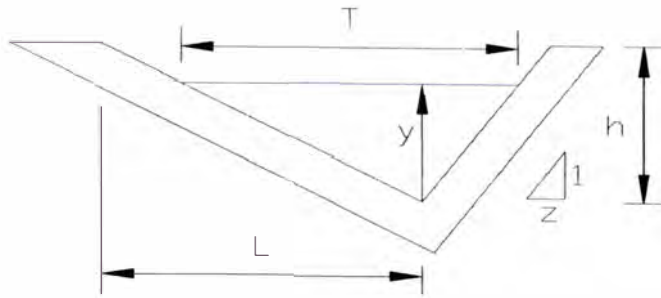
Cuenca Río Alis

Estación	Area	Porcentaje	Precitación media	Area x Pprom
Vilca	154,36	36,24	917,10	33232,61
Yauricocha	271,62	63,76	949,50	60543,32
Total	425,98	100,00		

Precipitacion media cuenca del rio Alis = 937,76 mm

B. Hidráulica

1.1 Diseño de cunetas



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

- L: Ancho
- h: Profundidad
- y: Tirante normal
- T: Espejo de agua
- P: Perímetro mojado
- A: Área hidráulica
- Rh: Radio Hidráulico
- V: Velocidad
- Q: Caudal

Cunetas Triangulares revestidas con concreto

Zmin= 0,500
Smin= 0,030
n= 0,015

Tabla Nº 01

Seccion Nº	L (m)	h (m)	y (m)	T (m)	P (m)	A (m2)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
01	1,00	0,50	0,38	0,94	2,1953	0,1758	0,080	2,15	0,38
02	0,75	0,50	0,38	0,75	1,8453	0,1406	0,076	2,08	0,29
03	1,10	0,55	0,41	1,03	2,4148	0,2127	0,088	2,29	0,49
04	1,50	0,50	0,38	1,31	2,9176	0,2461	0,084	2,22	0,55
05	1,25	0,50	0,38	1,13	2,5540	0,2109	0,083	2,19	0,46

Ok
No
Ok
Ok
Ok

Zmin= 1,000
Smin= 0,020
n= 0,015

Tabla Nº 02

Seccion Nº	L (m)	h (m)	y (m)	T (m)	P (m)	A (m2)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m3/s)
01	1,00	0,50	0,38	1,13	2,4939	0,2109	0,085	1,82	0,38
02	1,10	0,55	0,41	1,24	2,7432	0,2552	0,093	1,94	0,49
03	1,20	0,60	0,45	1,35	2,9926	0,3038	0,101	2,05	0,62
04	0,80	0,60	0,45	1,05	2,4364	0,2363	0,097	1,99	0,47
05	0,80	0,50	0,38	0,98	2,2129	0,1828	0,083	1,79	0,33

Ok
Ok
Ok
Ok
Ok

FINALMENTE

Usaremos la Sección Nº 01 (Tabla Nº 01) para cunetas revestidas con concreto, cuyas medidas son de 1.00 x 0.50(Lxh), con pendiente mínima de 3% y una longitud máxima de 200 m. También podemos usar la Sección 01 (Tabla Nº 02).

1.2 Cunetas Triangulares revestidas con emboquillado

Zmin= 0,500
Smin= 0,030
n= 0,025

Tabla N° 03

Seccion N°	L (m)	h (m)	y (m)	T (m)	P (m)	A (m ²)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
01	1,00	0,50	0,38	0,94	2,1953	0,1758	0,080	1,29	0,23
02	1,20	0,50	0,38	1,09	2,4818	0,2039	0,082	1,31	0,27
03	1,20	0,70	0,53	1,16	2,7914	0,3052	0,109	1,58	0,48
04	1,00	0,60	0,45	0,98	2,3528	0,2194	0,093	1,42	0,31
05	1,20	0,60	0,45	1,13	2,6343	0,2531	0,096	1,45	0,37

No
No
Ok
No
Ok

Zmin= 0,750
Smin= 0,030
n= 0,025

Tabla N° 04

Seccion N°	L (m)	h (m)	y (m)	T (m)	P (m)	A (m ²)	Rh (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
01	1,00	0,50	0,38	1,03	2,3385	0,1934	0,083	1,31	0,25
02	1,00	0,60	0,45	1,09	2,5246	0,2447	0,097	1,46	0,36
03	0,90	0,60	0,45	1,01	2,3862	0,2278	0,095	1,45	0,33
04	1,20	0,50	0,38	1,18	2,6250	0,2215	0,084	1,33	0,30
05	1,20	0,60	0,45	1,24	2,8062	0,2784	0,099	1,48	0,41

No
Ok
Ok
No
Ok

FINALMENTE

Usaremos la Sección N° 05 (Tabla N° 03) para cunetas revestidas con mampostería de piedra, cuyas medidas son de 1.20 x 0.60(Lxh), con pendiente mínima de 3% y una longitud máxima de 200 m. También podemos usar la Sección 02 (Tabla N° 04).

1.3 Diseño de alcantarilla TMC 36"

Software Empleado: **HY-8 Versions 7.1**

Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: Crossing 1

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
3292.85	0.00	0.00	0.00	1
3293.05	0.07	0.07	0.00	1
3293.13	0.14	0.14	0.00	1
3293.20	0.21	0.21	0.00	1
3293.26	0.28	0.28	0.00	1
3293.31	0.34	0.34	0.00	1
3293.35	0.40	0.40	0.00	1
3293.41	0.48	0.48	0.00	1
3293.46	0.55	0.55	0.00	1
3293.51	0.62	0.62	0.00	1
3293.55	0.69	0.69	0.00	1
3294.35	1.73	1.73	0.00	Overtopping

Culvert Performance Curve Plot: Culvert 1

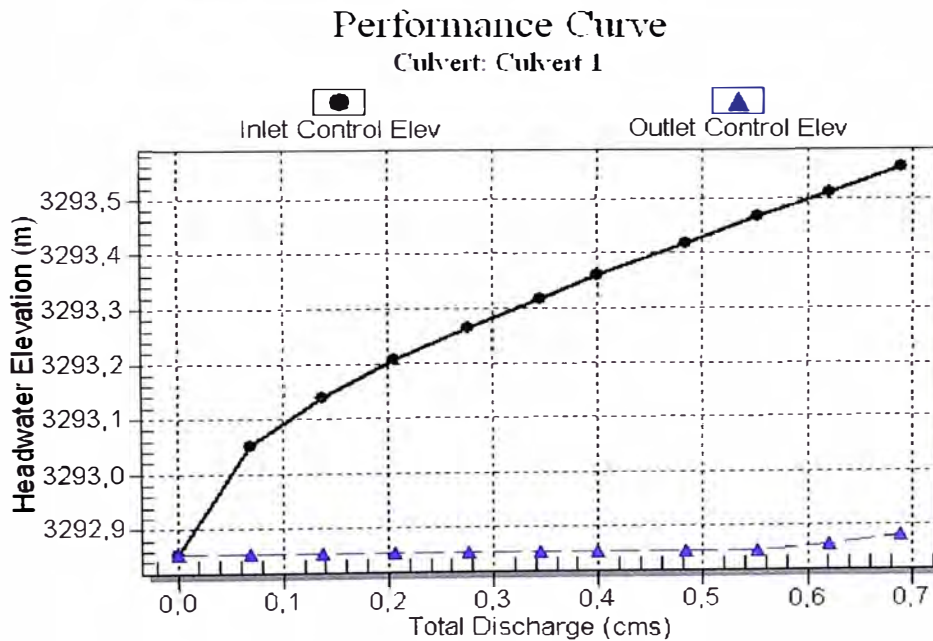


Table 2 - Culvert Summary Table: Culvert 1

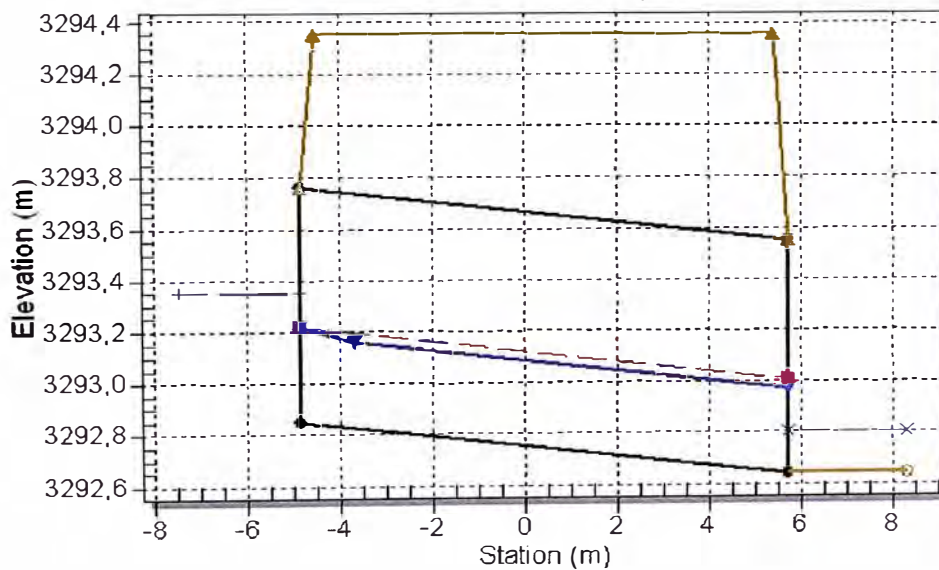
Total Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	3292.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.07	3293.05	0.196	0.128	0.141	0.138	0.054	1.072	0.906
0.14	3293.13	0.283	0.190	0.207	0.192	0.083	1.396	1.182
0.21	3293.20	0.351	0.230	0.258	0.230	0.108	1.587	1.372
0.28	3293.26	0.410	0.271	0.299	0.271	0.129	1.698	1.522
0.34	3293.31	0.462	0.302	0.336	0.305	0.149	1.798	1.649
0.40	3293.35	0.504	0.327	0.365	0.332	0.164	1.861	1.738
0.48	3293.41	0.563	0.365	0.401	0.365	0.186	1.984	1.856
0.55	3293.46	0.610	0.391	0.430	0.394	0.203	2.047	1.944
0.62	3293.51	0.656	0.418	0.459	0.419	0.219	2.120	2.021
0.69	3293.55	0.701	0.445	0.484	0.447	0.235	2.169	2.094

Inlet Elevation (invert): 3292.85 m, Outlet Elevation (invert): 3292.64 m

Culvert Length: 10.53 m, Culvert Slope: 0.0199

Water Surface Profile Plot for Culvert: Culvert 1

Crossing - Crossing 1, Design Discharge - 0.40 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 0.40 cms



Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: -4.83 m

Inlet Elevation: 3292.85 m

Outlet Station: 5.70 m

Outlet Elevation: 3292.64 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Circular
 Barrel Diameter: 910.00 mm
 Barrel Material: Corrugated Steel
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0240
 Inlet Type: Conventional
 Inlet Edge Condition: Square Edge with Headwall
 Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: Crossing 1)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	3292.64	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	3292.69	0.05	0.91	5.33	1.24
0.14	3292.72	0.08	1.18	8.18	1.31
0.21	3292.75	0.11	1.37	10.57	1.33
0.28	3292.77	0.13	1.52	12.69	1.35
0.34	3292.79	0.15	1.65	14.65	1.36
0.40	3292.80	0.16	1.74	16.12	1.37
0.48	3292.83	0.19	1.86	18.22	1.37
0.55	3292.84	0.20	1.94	19.88	1.38
0.62	3292.86	0.22	2.02	21.51	1.38
0.69	3292.88	0.24	2.09	23.07	1.38

Tailwater Channel Data - Crossing 1

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel
 Bottom Width: 1.40 m
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.0150
 Channel Invert Elevation: 3292.64 m

Roadway Data for Crossing: Crossing 1

Roadway Profile Shape: Irregular Roadway Shape (coordinates)

Irregular Roadway Cross-Section:

Coord No.	Station (m)	Elevation (m)
1	-15.85	10808.23
2	0.00	10809.19
3	12.47	10809.94

Roadway Surface: Paved

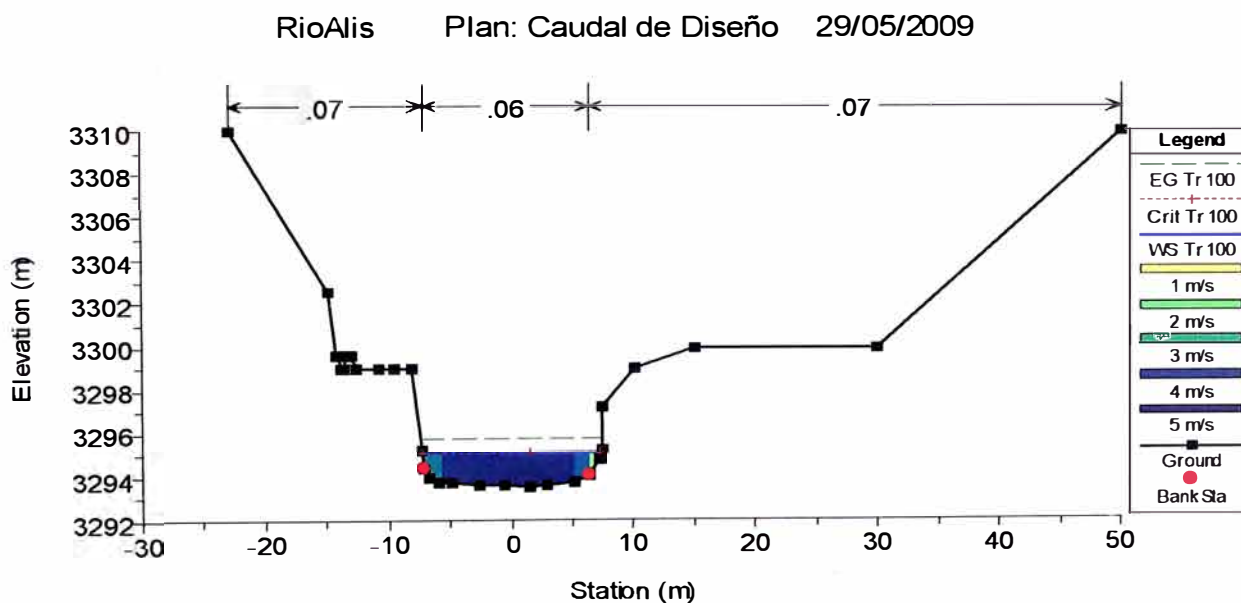
Roadway Top Width: 9.89 m

2.1 Simulación para 100 años

Q 100años 69,00 m3/s

Plan diseño Rio Alis Alis RS 300 Profile Tr 100					
E.G. Elev (m)	3295,78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0,68	Wt. n-Val.	0,07	0,06	0,07
W.S. Elev (m)	3295,10	Reach Len. (m)	2,00	2,00	2,00
Crit W.S. (m)	3295,11	Flow Area (m2)	0,08	18,57	0,46
E.G. Slope (m/m)	0,03	Area (m2)	0,08	18,57	0,46
Q Total (m3/s)	69,00	Flow (m3/s)	0,05	68,35	0,61
Top Width (m)	14,65	Top Width (m)	0,22	13,58	0,85
Vel Total (m/s)	3,61	Avg. Vel. (m/s)	0,58	3,68	1,30
Max Chl Dpth (m)	1,58	Hydr. Depth (m)	0,37	1,37	0,55
Conv. Total (m3/s)	380,20	Conv. (m3/s)	0,30	376,60	3,30
Length Wtd. (m)	2,00	Wetted Per. (m)	0,77	13,83	1,30
Min Ch El (m)	3293,52	Shear (N/m2)	34,02	433,61	115,24
Alpha	1,03	Stream Power (N/m s)	19,67	1596,07	150,29
Frctn Loss (m)	0,07	Cum Volume (1000 m3)	0,03	2,90	0,07
C & E Loss (m)	0,01	Cum SA (1000 m2)	0,05	2,14	0,13

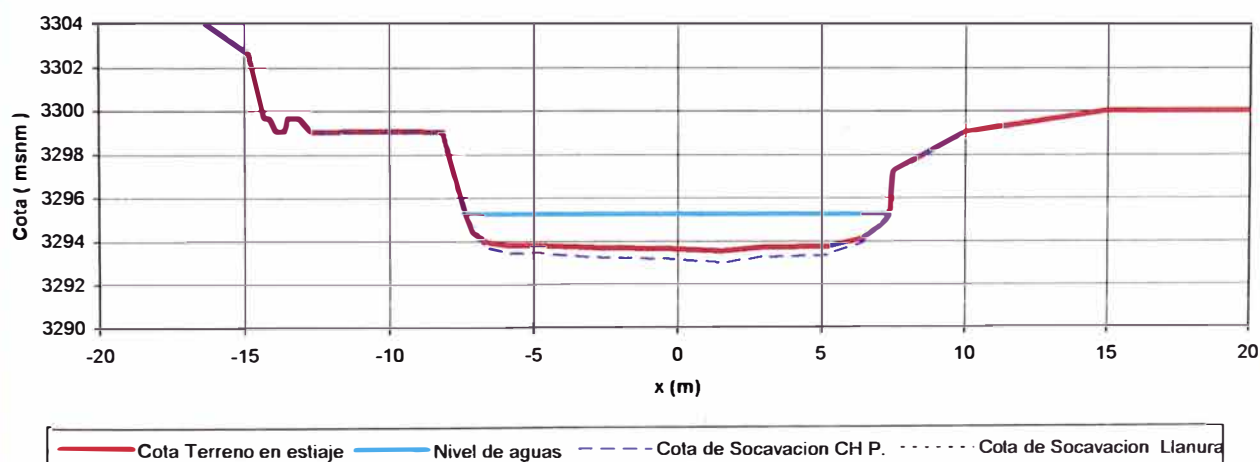
Sección



2.2 Socavacion General

Eje X	Cota Terreno en estiaje	Nivel de aguas	Tirante (m)	Socavacion	Socavacion (2)	Cota de Socavacion CH P.	Cota de Socavacion Llanura
-22,79	3310,00	3 295,22	0,00	0,00		3 310,00	
-14,83	3302,60	3 295,22	0,00	0,00		3 302,60	
-14,30	3299,60	3 295,22	0,00	0,00		3 299,60	
-14,10	3299,60	3 295,22	0,00	0,00		3 299,60	
-13,90	3299,00	3 295,22	0,00	0,00		3 299,00	
-13,60	3299,00	3 295,22	0,00	0,00		3 299,00	
-13,50	3299,60	3 295,22	0,00	0,00		3 299,60	
-13,10	3299,60	3 295,22	0,00	0,00		3 299,60	
-12,70	3299,00	3 295,22	0,00	0,00		3 299,00	
-10,70	3299,05	3 295,22	0,00	0,00		3 299,05	
-9,49	3299,03	3 295,22	0,00	0,00		3 299,03	
-8,15	3299,00	3 295,22	0,00	0,00		3 299,00	
-7,35	3295,20	3 295,22	0,02	0,00		3 295,20	
-7,10	3294,36	3 295,22	0,86	0,06		3 294,30	
-6,63	3293,95	3 295,22	1,27	0,26		3 293,69	
-5,92	3293,80	3 295,22	1,42	0,35		3 293,45	
-4,77	3293,80	3 295,22	1,42	0,35		3 293,45	
-2,64	3293,68	3 295,22	1,54	0,43		3 293,25	
-0,45	3293,64	3 295,22	1,58	0,45		3 293,19	
1,53	3293,52	3 295,22	1,70	0,54		3 292,98	
2,99	3293,69	3 295,22	1,53	0,42		3 293,27	
5,26	3293,74	3 295,22	1,48	0,39		3 293,35	
6,48	3294,13	3 295,22	1,09	0,16		3 293,97	
7,19	3294,81	3 295,22	0,41	0,00		3 294,81	
7,38	3295,20	3 295,22	0,02	0,00		3 295,20	
7,50	3297,20	3 295,22	0,00	0,00		3 297,20	
10,00	3299,00	3 295,22	0,00	0,00		3 299,00	
15,00	3 300,00	3 295,22	0,00	0,00		3 300,00	
30,00	3 300,00	3 295,22	0,00	0,00		3 300,00	
50,00	3 310,00	3 295,22	0,00	0,00		3 310,00	

Seccion Transversal y Niveles de Socavación



Cálculos de Socavación general en la sección del Puente

		Estrato 1	ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
Rugosidad		0,060		
Caudal	m ³ /s	82,50		
Tr	años	500,00		
Nivel aguas	msnm	3295,22		
Ancho	m	14,73		
Tirante Medio	m	1,42		
Velocidad Media	m/s	3,93		
Contracción	(u)	0,98		
Suelo Cohesivo		No		
Suelo No cohesivo		Si		
Gs	Ton/m ³	2,20		
Dm	mm	121,62		
Alfa		3,17		
Beta		1,05		
x		0,28		
1/(1+x)		0,78		
Coefficiente		1,12		
Exponente		1,30		
Profundidad alcanzada :		0,54	Total: 0,54 m	

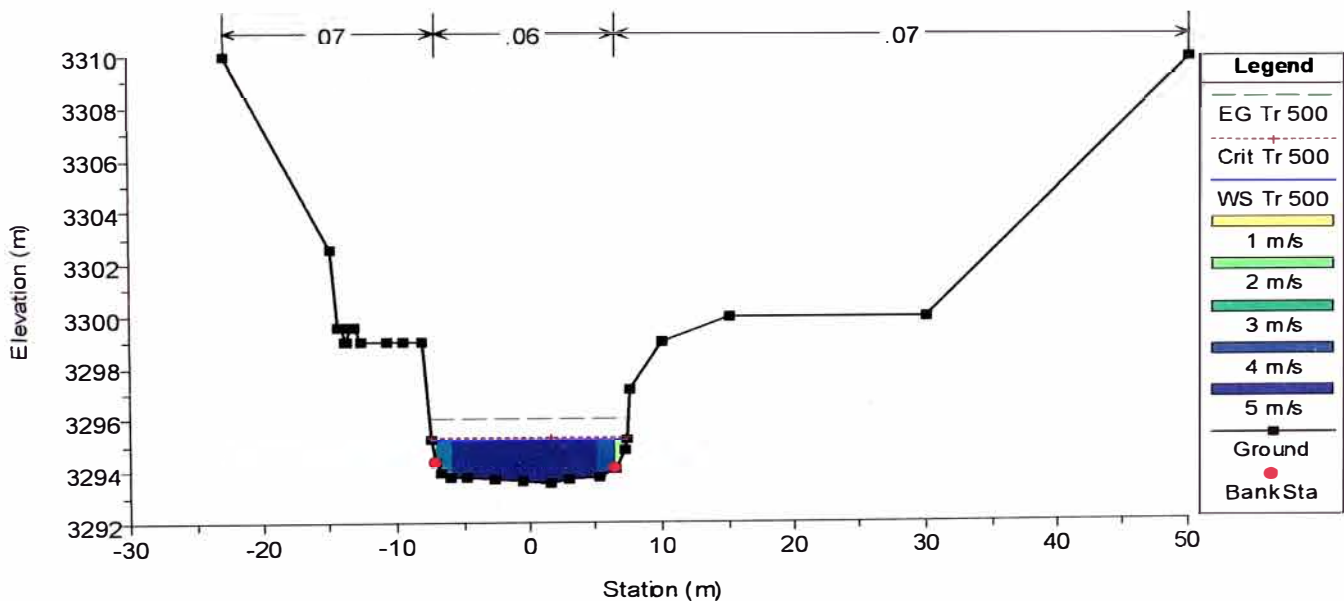
Simulación para 500 años

Q 500años 82,50 m3/s

Plan: diseño Rio Alis Alis RS: 800 Profile: Tr 500					
E.G. Elev (m)	3296,04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0,82	Wt. n-Val.	0,07	0,06	0,07
W.S. Elev (m)	3295,22	Reach Len. (m)	2,00	2,00	2,00
Crit W.S. (m)	3295,27	Flow Area (m2)	0,11	20,29	0,58
E.G. Slope (m/m)	0,03	Area (m2)	0,11	20,29	0,58
Q Total (m3/s)	82,50	Flow (m3/s)	0,07	81,59	0,83
Top Width (m)	14,73	Top Width (m)	0,25	13,58	0,90
Vel Total (m/s)	3,93	Avg. Vel. (m/s)	0,66	4,02	1,45
Max Chl Dpth (m)	1,70	Hydr. Depth (m)	0,44	1,49	0,64
Conv. Total (m3/s)	441,30	Conv. (m3/s)	0,40	436,40	4,50
Length Wtd. (m)	2,00	Wetted Per. (m)	0,90	13,83	1,44
Min Ch El (m)	3293,52	Shear (N/m2)	42,33	502,65	136,98
Alpha	1,04	Stream Power (N/m s)	28,03	2021,67	198,50
Frctn Loss (m)	0,07	Cum Volume (1000 m3)	0,04	3,25	0,09
C & E Loss (m)	0,00	Cum SA (1000 m2)	0,06	2,14	0,14

Sección

RioAlis Plan: Caudal de Diseño 29/05/2009



2.3.1 Determinación De Tamaño del Material D_{50}

$$D_{50} = \frac{0.001V_a^3}{d_{avg}^{0.5} K_1^{1.5}}$$

Para enrocado de Gravedad específica 2.65 Ton/m³
Factor de estabilidad 1,2

$$K_1 = \left[1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi} \right]^{0.50}$$

Theta: 26,57 Angulo del enrocado con la horizontal
Fi: 40,00 Angulo de estabilidad del material
K1: 0,72

V_a 3,68 m/s, Velocidad media 12,070 pies/s
 d_{av} 1,37 m , tirante medio 4,494 pies
 D_{50} 0,42 m , diámetro medio 1,363 pies

Factor de corrección por gravedad específica:

$$C_{sg} = \frac{2,12}{(S_g - 1)^{1,5}}$$

Donde: S_g Gravedad específica del enrocado
 S_g 2,54

C_{sg} 1,11

Factor de corrección por estabilidad:

$$C_{FS} = \left(\frac{SF}{1,2} \right)^{1,5}$$

Donde: SF Factor de estabilidad aplicado
SF 1,20

C_{FS} 1,00

C 1,11
 D_{50} 0,46

Redondeando, y $D_{50} \geq 0.60$:

0,60 m, diámetro medio de diseño

Limites de gradación del Enrocado.

Rango de Tamaño de Partícula (m)			% que pasa
0,90	a	1,02	100
0,72	a	0,84	85
0,60	a	0,69	50
0,24	a	0,36	15

2.3.2 Espesor mínimo del Enrocado T

T mínimo 0,30 m, Valor mínimo requerido para maniobrabilidad.

T=D₁₀₀ 1,02 m, Valor Calculado

T=1.5D₅₀ 0,90 m, Valor Calculado

T diseño 1,02 Sugerido, pudiendo ser mayor => T diseño 1,10 m

2.3.3 Diseño de filtro

	Suelo	Enrocado
D85	0,2540	0,78
D50	0,0400	0,65
D15	0,0024	0,30

Las cantidades estan expresadas en metros y deben cumplir las siguientes inecuaciones para servir como filtro.

Verificación de la necesidad de un filtro :

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} < 5 \quad \dots(1)$$

$$4 < \frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 20 \quad \dots(2)$$

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25 \quad \dots(3)$$

Relación Condición Condición

1,18 Cumple

126,05 Cumple No cumple

16,13 Cumple

SI NECESITA FILTRO

Verificación de la gradación del filtro escogido (m):

	Suelo	Filtro
D85	0,254	0,200
D50	0,040	0,100
D15	0,002	0,025

Relación Condición Condición

0,10 Cumple

10,50 Cumple Cumple

2,50 Cumple

Observación:

Cumple

	Filtro	Enrocado
D85	0,200	0,780
D50	0,100	0,645
D15	0,025	0,300

Relación Condición Condición

1,50 Cumple

12,00 Cumple Cumple

6,45 Cumple

Observación:

Cumple

Anexo II

Especificaciones

Técnicas

601.00 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS

601.01 DESCRIPCIÓN

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la construcción de alcantarillas TMC, alcantarillas de concreto, muros, pontones, 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.

601.02 MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

2.1 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 rellenada 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.
- Cuando tengan que colocarse alcantarillas de tubo en zanjas excavadas con terraplenes, las excavaciones de cada zanja se realizarán después de que el terraplén haya sido construido hasta un plano paralelo a la rasante del perfil propuesto y hasta una altura que sobrepase la parte superior del tubo, como indican los planos o lo requiera el Supervisor. No se permitirá la colocación de las alcantarillas en relleno sin haber cumplido con este requisito. El ancho de la excavación será cuando menos el diámetro del tubo más 0.50 m. a ambos lados de la estructura, para una adecuada

compactación.

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

2.2 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.

2.3 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.

2.4 Tolerancias

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

601.03 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.

601.04 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, que para el caso de alcantarillas tipo tubo, serán planos verticales a 0.50 m., a cada lado de la proyección horizontal del diámetro; 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.

601.05 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 " 103.00 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCION".

605.00 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

605.01 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.

605.02 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	0,75 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.

605.03 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 rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios o apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. La compactación en zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg., de peso con una superficie para

compactar de 15 x 15 cm.

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

605.04 MÉTODOS 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
- Verificación del armado de las tuberías corrugadas, si la cantidad de pernos se encuentra completa, con el debido ajuste (torque), si las planchas están técnicamente colocadas tal como lo recomienda el fabricante y lo que indica la correspondiente especificación técnica.

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 el caso de relleno en alcantarillas TMC, el procedimiento de ejecución se encuentra detallado en las partidas ALCANTARILLAS TIPO TMC y se

complementa con lo descrito en la presente especificación.

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 se 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.

605.05 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.

605.06 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 EXCAVACION 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 TMC 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.

605.07 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 "103.00 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN".

610.00 CONCRETO

610.01 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 el pago mediante las partidas 700.A y 700.B, según corresponda.

610.02 MATERIALES

2.1 Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

2.2 Agregados

a) 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:

1) 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 deleznable	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.

2) 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 C84, se obtienen los siguientes resultados:

SiO₂ > R cuando R > 70

SiO₂ > 35 + 0,5 R cuando R < 70

3) 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.

4) 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 solidez 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 expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

5) Limpieza

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

b) 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:

1) 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.

2) 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.

3) Durabilidad

Las pérdidas de ensayo de solidez (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.

4) Abrasión L.A.

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

5) 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 Nº	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 (Nº4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36 mm (Nº8)	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

6) 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.

c) 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 (80cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30cm). 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".

d) 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

e) 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.

610.03 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.

610.04 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

Se aplica lo especificado en la Subsección 501.03 en donde sea pertinente. Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m³).

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 (300m), 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

610.05 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.

610.06 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula 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 fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. 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
Columna de edificios	4	1
Concreto Ciclópeo	2	1

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

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- 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 de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se 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.

610.07 PREPARACIÓN DE LA ZONA DE LOS TRABAJOS

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.

610.08 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 dispuestos 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.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

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 $210\text{Kg}/\text{cm}^2$, 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 $f'c = 210\text{Kg}/\text{cm}^2$), 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.

610.9 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 lo 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, 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 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 horas
Columnas	48 horas
Lados de vigas	24 horas

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.

1) 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.

2) 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.

I) 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.

610.11 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

1) 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.....	± 1%
Agregado fino	± 2%
Agregado grueso hasta de 38 mm.....	± 2%
Agregado grueso mayor de 38 mm.....	± 3%

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

2) 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.

3) 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/cm²) 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

1) 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.

2) 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

3) 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

4) 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 (5cm) 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 4.11(a) y 4.11(b).

610.12 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.

610.13 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 construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos 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 suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, las instrucciones del Supervisor y lo dispuesto en la Subsección 07.05.

Item de Pago	Unidad de Pago
610.A Concreto Clase A ($f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.B Concreto Clase B ($f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.C Concreto Clase C ($f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.D Concreto Clase D ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.E Concreto Clase E ($f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.F Concreto Clase F ($f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.G Concreto Clase G ($f'c= 140 \text{ kg/cm}^2+30\% \text{ P.G.}$)	Metro cúbico (m^3)
610.H Concreto Clase H ($f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$)	Metro cúbico (m^3)
610.I 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 (SO ₄ ²⁻)	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
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 deleznables	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 " 103.00 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCION".

612.00 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

612.01 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.

612.02 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 cubiertas 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.

612.03 EJECUCION

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.

612.04 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:

4.1 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.

4.2 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°A° tipo MC, costados de losas de pontones y alcantarillas de C°A°, parapetos, muretes y todo aquel elemento que a criterio del Supervisor requiera de este acabado.

4.3 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.

612.05 METODOS DE MEDICION

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).

612.06. 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 " 103.00 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCION"

Item de Pago	Unidad de Pago
612.A Encofrado y Desencofrado	Metro cuadrado (m ²)

622.00 ALCANTARILLA TIPO TMC
622.B ALCANTARILLA Ø 36" – 0.90 m

622.01 DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprende:

- Suministro, transporte en obra, almacenamiento, manejo, armado, colocación de los tubos de acero corrugado galvanizado, para el cruce de aguas superficiales.
- Además comprende el suministro de todas las conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos.
- Comprende también la construcción de la cama de asiento a lo largo de la tubería, las conexiones de éstas a los cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

La tubería tendrá los tamaños, tipos, diseños y dimensiones de acuerdo a los alineamientos, cotas y pendientes indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor.

622.02 MATERIALES

02.01 Tubería metálica corrugada

Se denomina así a las tuberías de gran resistencia estructural formadas por planchas de acero corrugado, galvanizado, unidas con pernos. La sección para el proyecto será circular.

Los elementos de la tubería deberán cumplir con lo siguiente:

- Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-444 y AASHTO M-36. Los espesores de las planchas serán los siguientes:

Diámetro	Espesor (mm)
36" (0.91 m)	2,0
48" (1.22 m)	2,5
60" (1.52 m)	3,0
72" (1.83 m)	3,3

Los pernos deberán cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones ASTM A-307 y ASTM A-449.

Las tuercas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-563

02.02 Material de base o asiento

Se denomina base o asiento al material de reemplazo que estará en contacto con el fondo de la estructura metálica.

La cama de asiento estará constituida por arena gruesa, conformada por una capa de 0.15 m de espesor mínimo y 0.30 m como máximo, y a todo lo ancho de la excavación.

02.03 Calidad de los tubos

02.03.01 Certificado de calidad y garantía del fabricante

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 tubería y para cada lote de materiales

Adicionalmente, el Contratista entregará el certificado de garantía estableciendo que todo material cumple con las especificaciones requeridas.

Ningún tubo será aceptado sin previa recepción y aprobación de los certificados mencionados, por parte del Supervisor.

02.03.02 Inspección, muestreo y rechazo del material

El Supervisor deberá inspeccionar el lote de materiales llegados a obra antes de su ensamblaje. Queda a potestad del Supervisor el muestreo del material para la realización de ensayos que acrediten el cumplimiento de las especificaciones, en laboratorio reconocidos y a costo del Contratista. Los ensayos serán de una muestra como máximo por lote de materiales.

Todas aquellas unidades que hayan perdido el galvanizado o en donde el mismo haya sido quemado, serán rechazadas. En el caso de unidades averiadas, éstas serán rechazadas o reparadas, según lo indique y apruebe el Supervisor.

No se podrá ensamblar ningún tubo, con piezas no aceptadas por el Supervisor.

622.03 MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

03.01 Limpieza y Excavación

Según lo indicado en la partida EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS.

03.02 Preparación de La Base O Asiento Del Tubo

Previa a la colocación del material de base se deberá verificar que el fondo de la excavación se encuentre perfilado, compactado y libre de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. No se permitirá la colocación del material de base si los trabajos anteriores no cuentan con la aprobación del Supervisor.

El espesor mínimo de la cama de asiento será 0.15 m, colocado sobre cualquier tipo de suelo de fundación, con excepción de suelos de baja capacidad portante o rocosos, en cuyo caso el espesor será de 0.30 m. como máximo.

Cualquier reemplazo de material por debajo de este nivel; para efectos de mejoramiento, no forma parte del material de base o asiento.

03.03 Armado y colocación de la tubería

Los tubos metálicos serán armados de preferencia en las cercanías del emplazamiento final, siguiendo las instrucciones de ensamblaje del fabricante.

Una vez ensamblados los tubos serán colocados en su posición mediante equipo de izaje adecuados y con la seguridad del caso. El transporte y manipuleo de la tubería se realizará de manera que no se abollen en ningún caso se permitirá el arrastre sobre el suelo.

La tubería se colocará cuidadosamente sobre el material de base o asiento, siguiendo el alineamiento indicado por dos estacas en línea, cuya colocación será aprobada por el Supervisor; de igual manera, el Supervisor verificará y dará su conformidad a las cotas de cimentación. Al momento de asentar la tubería se deberá verificar que los traslapes transversales se encuentren siempre en la dirección del flujo y que las costuras longitudinales se encuentran a los costados del tubo y por ningún motivo en la base del mismo. Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado en su colocación, será retirado y recolocado o reemplazado sin derecho a compensación alguna.

Para el caso de tubos que soporten grandes rellenos, mayores de 7.50 m o cuando lo indique el Supervisor, se aumentará el diámetro vertical en un cinco por ciento (5%) mediante gatas hidráulicas de manera progresiva de un extremo a otro de la tubería, dicha deformación deberá realizarse antes de colocar el relleno y deberá mantenerse con ayuda de un adecuado apuntalamiento, el cual se retirará cuidadosamente una vez que el relleno se encuentre terminado y consolidado.

03.04 Colocación del relleno alrededor de la estructura

El material de relleno deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la partida RELLENO PARA ESTRUCTURAS.

La colocación del relleno a los costados de la tubería, se realizará en capas alternadas de 0.15 m, para permitir un buen apisonamiento. El relleno se colocará en forma simétrica conservando siempre la misma altura en ambos lados del tubo.

El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la M.D.S. del Próctor Modificado y en el caso de que el relleno se vaya a construir hasta el nivel de subrasante, los 0.30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima del 100% de la M.D.S.

El equipo de compactación será mecánico, pudiendo ser: apisonadores mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios. La elección del equipo dependerá de las condiciones existentes en el lugar y deberá evitar que el equipo golpee la estructura. No será aceptable la compactación del relleno por medio de anegación o chorros de agua.

La colocación de alcantarillas deberá ejecutarse cuando los trabajos de explanaciones hayan alcanzado el nivel de subrasante, por consiguiente, el relleno de estructuras alrededor de la tubería deberá alcanzar el mismo nivel. La altura de relleno mínimo desde la clave de la tubería hasta el nivel de subrasante será de 0.30 m.

03.05 Protección de la estructura durante la construcción

No se deberá permitir la imposición de cargas concentradas fijas o móviles muy superiores a las que soportaría la estructura, por lo que el equipo y vehículos pesados no deberán circular sobre la estructura antes de que la altura de relleno

mínima sobre la misma sea de 0.30 m. En caso del paso de equipo muy pesado se deberá proteger la estructura colocando material adicional encima del relleno. No forman parte del relleno estructural los materiales colocados con el fin de dar protección a la estructura para el mantenimiento del tránsito por lo que no serán reconocidos como tales.

622.04 MÉTODO DE MEDICIÓN

La alcantarilla TMC colocada de la forma descrita, será medida por metro lineal (m) a lo largo de la clave de la tubería, para cada diámetro utilizado.

La medición se realizará cuando la tubería se encuentre instalado en su posición final, terminada y aceptada por el Supervisor.

No deberá medirse ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites indicados en los planos o autorizados por el Supervisor.

No se medirá el material de la cama de asiento, pues se encuentra incluido en el precio unitario de la partida. El transporte del material desde la cantera a la zona de trabajo se medirá tal como se indica en la partida Transporte de material Proveniente de Canteras.

622.05 BASES DE PAGO

La longitud medida de la manera antes descrita, será pagada a los precios unitarios del contrato por metros lineales para "Alcantarillas Tipo TMC" para cada diámetro; dicho precio y pago constituirá compensación completa por suministro, transporte en obra, almacenamiento, manejo, armado, instalación y colocación, accesorios, apuntalamiento de ser necesario, construcción de la base o cama de asiento, conexiones a los cabezales, cajas de entrada y aleros, limpieza de la zona de ejecución al término de la construcción, materiales, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte del material de base o cama de asiento desde la cantera hasta la zona de trabajo se pagará con la partida de TRANSPORTE DE MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA, SEGÚN SEA EL CASO.

La excavación y relleno, serán pagados con las partidas EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS y RELLENO PARA ESTRUCTURAS, respectivamente.

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 " 103.00 MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCION"

Item de Pago	Unidad de Pago
622.B Alcantarilla Ø 36" – 0.90 m	Metro lineal (m)
622.C Alcantarilla Ø 48" – 1.20 m	Metro lineal (m)
622.D Alcantarilla Ø 60" – 1.50 m	Metro lineal (m)
622.E Alcantarilla Ø 72" – 1.80 m	Metro lineal (m)

635. A CUNETA REVESTIDA CON CONCRETO - TIPO 1

635.01 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.

635.02. 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 610.E.

635.03 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 - tipo 1").

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 - tipo 1").

635.04 MÉTODO DE MEDICIÓN

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

635.05 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- Tipo 1" del contrato dependiendo de su dimensión.

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.

ANEXO - PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO - TIPO 1

1. 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.

2. 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.

3. MÉTODO DE MEDICIÓN

Su preparación, acondicionamiento, reposición, perfilado y compactación de la superficie está incluida en la medición de la partida CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO - TIPO 1

4. BASES DE PAGO

El perfilado y compactado para cunetas revestidas está incluido en el precio unitario de las partidas de:

CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO - TIPO 1

ANEXO - JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y DILATACIÓN DE CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO

1. 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.

2. 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.

3. MÉTODO DE MEDICIÓN

La preparación, acondicionamiento y refine de la junta de dilatación están incluidos en el método de medición de la partida Cuneta Revestida con Concreto – Tipo 1.

4. BASES DE PAGO

La longitud de junta está incluida dentro de la partida de Cunetas Revestidas con concreto tipo I de las diferentes dimensiones:

CUNETAS REVESTIDAS CON CONCRETO - TIPO 1

650.00 GEOTEXTILES

650.01 DESCRIPCIÓN

Esta especificación comprende los requisitos para el uso de geotextiles en trabajos de drenaje, separación, estabilización, control permanente de erosión, defensas temporales de finos; en pavimentación para atenuar la reflexión de grietas y en refuerzo.

Específicamente, los geotextiles serán utilizados en pedraplenes, sub drenes, muros de concreto, suelos reforzados y gaviones.

650.02 MATERIALES

Los materiales propósito de esta especificación son los fabricados por polímeros sintéticos no tejidos, de las características solicitadas en los documentos y planos del Proyecto para cada una de las aplicaciones.

Los geotextiles no tejidos podrán ser fabricados con fibras largas o fibras cortas punzonadas o termo fundidas, dependiendo del uso requerido.

650.03 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, el geotextil que utilizará en la obra, de acuerdo con la aplicación y lo indicado exigido en los planos correspondientes.

Todos los geotextiles deben llegar a la obra perfectamente referenciados y el Contratista exigirá a su Proveedor, el envío de los resultados correspondientes a cada rollo. No se permitirán valores de catálogo. Verificando que se encuentre entre las especificaciones, se permitirá su uso en obra.

Por cada 1,500 m² de un geotextil del mismo tipo, el Contratista enviará a un laboratorio especializado, muestras para verificación de resultados. Este laboratorio debe ser diferente del que posee el proveedor o el productor. Las muestras serán tomadas en presencia del Supervisor, de acuerdo con los procedimientos de muestreo solicitados en la Norma AASHTO-D4354.

Además de la aprobación de la calidad del geotextil, el supervisor deberá tomar las medidas necesarias para que el cemento, arcilla, limos, y demás desechos no tengan como receptor final lechos o cursos de agua.

650.04 MEDICIÓN

Para todas las aplicaciones de geotextiles mencionados en esta sección la unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Los traslapes no se diferenciarán en la medida y estarán incluidos en ella.

650.05 PAGO

El pago de los geotextiles para las aplicaciones indicadas en esta sección, se pagarán a los precios unitarios respectivos que se han pactado en el contrato, los que incluirán todas las operaciones para suministrar, transportar, colocar en el punto de aplicación, control de calidad y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo aceptado, a satisfacción del Supervisor. También incluye el costo de traslapes y costuras que se requieran para el cumplimiento de las especificaciones.

Partida	Unidad de Pago
650.O Geotextil No Tejido Clase 2 – 700 N	Metro cuadrado (m ²)

655. B EMBOQUILLADO DE PIEDRA, ESPESOR = 0,35 m

655.01. DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra para protegerlas contra la erosión y socavación, de acuerdo a lo indicado en planos y lo ordenado por el Supervisor. Las estructuras donde se empleará este tipo de recubrimiento serán los siguientes:

Encauzamiento al ingreso y salida de alcantarillas.

Encauzamientos al ingreso de cajas receptoras

Encauzamientos a la salida o entradas de badenes.

Encauzamientos a la salida o entradas de losas de protección.

655.02. MATERIALES

a) Piedra

Las piedras a utilizar en el emboquillado deberán tener dimensiones tales, que la menor dimensión sea inferior al espesor del emboquillado en 10 cm. 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. De preferencia las piedras deberán ser de forma prismática, tener una cara plana como mínimo, la cual será colocada en el lado del emboquillado. No se utilizarán piedras intemperizadas ni piedras frágiles.

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 materias extrañas no removidas.

Las piedras a emplearse pueden ser seleccionadas de Canteras, excavaciones para explanaciones y obras de arte o de Voladura de roca para explanaciones y obras de arte.

b) Concreto Clase F ($f'c=140$ kg/cm²)

Será de acuerdo a la partida 610.F Concreto Clase F ($f'c=140$ kg/cm²). El cemento y la arena deberán cumplir con las especificaciones para cemento incluidas en las partidas de concreto de las presentes Especificaciones Técnicas.

655.03. REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

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

Preparación de la Superficie

Los emboquillados se adecuarán a la topografía del terreno natural, realizándose en todo caso una mínima excavación y relleno. La superficie de apoyo del emboquillado, se perfilará y compactará dándole 3 pasadas con pisón de mano de un peso mínimo de 20 Kg para un área de impacto de 0.10 m² o bien con equipo mecánico vibratorio y guías manuales. El material deberá estar debidamente humedecido. De forma complementaria y con la autorización del Supervisor, se podrá colocar una plantilla de mortero, con la misma dosificación que se utilice en el emboquillado, con o sin piedras en ella, con el espesor mínimo necesario para obtener una superficie uniforme de apoyo para el emboquillado.

Preparación del concreto

El concreto a preparar en la mezcladora se batirá durante un minuto y medio como mínimo. No se empleará mezclas después de 60 minutos de haberse incorporado el agua; asimismo está prohibido el reemplado de la mezcla con el fin de mejorarle la trabajabilidad.

Colocación de Piedras

Antes de asentar una piedra, ésta deberá humedecerse bien, lo mismo que la superficie de apoyo o plantilla y las piedras sobre las que se coloque mortero. Las piedras se colocarán de manera de obtener el mejor amarre posible, sobre una cama de mortero de 10 cm de espesor, 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 se llenarán completamente con mezcla. Antes del

endurecimiento, 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 mezcla nueva, humedeciendo el sitio del asiento.

El emboquillado de taludes comenzará por el pie del mismo, con las piedras que tengan el mayor tamaño; el asentado de piedras se hará de manera análoga que el caso del asentado de ladrillos, colocando juntas de mortero de 5 cm de espesor como mínimo.

Para el desarrollo de los trabajos de emboquillado no será necesario el uso de encofrados. Toda la superficie del emboquillado deberá mantenerse húmeda, durante 3 días después de haberse terminado las juntas.

Control de Trabajos

Para dar por terminado la construcción de emboquillados se verificará el alineamiento, taludes, elevación, espesor y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto 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

655.04. MEDICIÓN

La unidad de medida para los trabajos de emboquillado, aprobados por el Supervisor, será el metro cuadrado (m²), calculado conforme a las secciones del Proyecto y/o a las indicadas por el Supervisor.

No se medirá ninguna área de encofrado para los trabajos de emboquillados.

655.05. PAGO

El área de emboquillado, medida de la manera descrita anteriormente, se pagará al precio unitario de la partida de Contrato. Este precio y pago, constituye

compensación total por toda mano de obra, leyes 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 concreto como para el material pétreo, perfilado y compactado de la superficie de apoyo al emboquillado e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

Partida Unidad de Pago

Partida	Unidad de Pago
655.B Emboquillado de piedra, espesor = 0.25 m	Metro cuadrado (m2)

659.00 ENROCADO TIPO 1 y TIPO 2

659.01 DESCRIPCIÓN

Se trata de la construcción de una estructura conformada por rocas al volteo (tipo 1) o acomodadas (tipo 2) en zonas críticas, con ayuda de equipos mecánicos, con el objeto de proteger taludes evitando su erosión o desprendimiento sirviendo de “cuña” al pie de los taludes.

Los enrocados también serán utilizados para proteger estructuras de la erosión y socavación que producen las aguas.

La ubicación en las zonas críticas que se adecuan a esta aplicación está indicada en los planos.

659.02 MATERIALES

El material de enrocado se obtendrá de los excedentes de corte o de canteras de origen volcánico.

El material utilizado para el enrocado consistirá en roca sólida y no deleznable resistente a la abrasión de grado “A” según se determina por el “Ensayo de Los Angeles” (menos de 35% de pérdidas en peso después de 500 revoluciones). Las rocas y fragmentos individuales de roca no deben encontrarse descompuestas por los efectos externos del ambiente y el intemperismo.

659.03 GRANULOMETRÍA

Rango de Tamaño de Partícula (m)			% que pasa
0,90	a	1,02	100
0,72	a	0,84	85
0,60	a	0,69	50
0,24	a	0,36	15

659.04 EJECUCIÓN

Previo a la iniciación de los trabajos, el Contratista solicitará al Supervisor la verificación de las secciones del terreno y la planificación del trabajo a realizar.

La construcción del enrocado se realizará de acuerdo a las dimensiones mínimas establecidas en los planos.

El relleno rocoso deberá garantizar la protección o defensa de las riberas de los cauces y estribos de puentes proyectados contra las crecidas de ríos a la carretera y estructura de puentes, evitando el efecto erosivo de las aguas del río y, al mismo tiempo, contrarrestando los remansos, turbulencia, y otros efectos perjudiciales que ocasionen daños irreparables tanto a las riberas como a las defensas.

Se diferencian dos tipos de enrocado, según el proceso de colocación de las rocas:

Sección Tipo 1

Este tipo de enrocado para defensa ribereña se caracteriza por el colocado de las rocas por descarga del material o volteo desde volquetes sobre los taludes naturales, mediante descargas sucesivas de tandas de roca a lo largo del cauce y acomodado mediante retroexcavadora u otros medios mecánicos. En lo posible, se tratará de colocarlo por capas y en forma progresiva, para lograr que los intersticios existentes entre las rocas de mayor tamaño puedan ser rellenados por los fragmentos de roca de tamaño menor. Se deberá evitar la excesiva fracturación de las rocas al momento de la descarga de los camiones volquetes.

La protección mediante este tipo de enrocado se concibe como una manera más sencilla de conformar protecciones, sin realizar excavaciones ni rellenos, ante las dificultades que se generan por los estrechamientos del río, la marcada diferencia entre los niveles de la plataforma o banco con respecto a la ribera del río y por las condiciones naturales del río en épocas de avenidas que impide realizar los trabajos a orillas del río.

Debido a la caída de rocas, parte del volumen será arrastrado por el flujo, por lo que se prevé será necesario un mantenimiento de enrocados y supervisión anual después de cada periodo de lluvias.

Debido al plazo de ejecución de obra proyectado, se recomienda tener disponibles acumulaciones de rocas que cumplan las dimensiones estipuladas para cada tramo: Este volumen adicional servirá para reponer las rocas que se desprendan, debiendo acumularse en un lugar apropiado para tal fin. Las dimensiones de la sección típica se muestran en los planos del presente estudio.

No se empleará geotextil. Y solo se realizará una limpieza en la zona de colocación en caso de ser requerido.

Sección Tipo 2

Este tipo considera el acomodo del enrocado mediante el uso de equipo apropiado que permita el izaje, colocación y entrase de las rocas, utilizando las rocas más pequeñas en los lugares o vacíos dejados por las rocas de mayor tamaño. La distribución se ajustará a las medidas dispuestas en los planos. Este tipo de estructura es mucho más resistente al esfuerzo cortante y genera condiciones de rugosidad que reducen la velocidad del agua en la margen a proteger. El acomodo adecuado entre roca y roca debe conseguir el menor número de vacíos posibles.

Es un enrocado típico que involucra trabajos de excavación y relleno, filtro gravoso y rocas acomodadas con retroexcavadora. No se emplean geotextiles.

Las dimensiones de la sección típica se muestran en los planos del presente estudio. El talud interno en contacto con el suelo natural será 1 vertical por 1.5 horizontal (1V : 1.5H), mientras que el talud externo será de 1 vertical por 2 horizontal (1V : 2H).

Para la excavación de la uña se conformará un talud de 1 horizontal y 1vertical (1V : 1H).

659.05 EQUIPO

Se debe disponer de equipo apropiado para extender y colocar las rocas, aprobados por el Supervisor. Serán compatibles al proceso constructivo con capacidad y eficiencia ajustadas al programa de ejecución de obra y cumplirán las exigencias de calidad. Se emplearán herramientas manuales (barretas y escuadras) en los taludes.

659.06 MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) de enrocado construido, según el tipo de enrocado, de acuerdo a la presente especificación, el que se evaluará multiplicando el área de la sección transversal promedio por la longitud entre secciones, hasta completar la longitud total de la partida.

659.07 PAGO

Esta partida, medida de la forma antes descrita, se pagará por metro cúbico (m³) al precio unitario del Contrato. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, leyes sociales, equipos, suministro de materiales, carguío, transporte del material a la zona de colocación, descarga, acopio, almacenaje, desperdicios, herramientas e imprevistos para completar la ejecución de la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

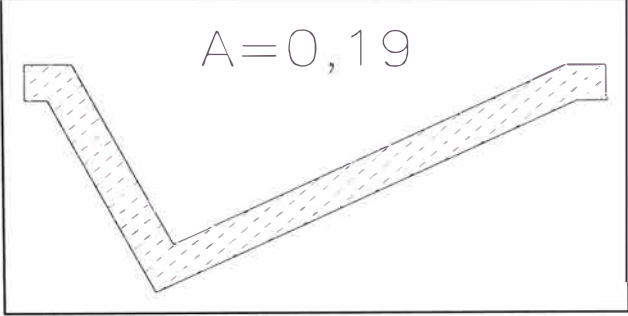
No existirá reconocimiento económico alguno por el material colocado fuera de los límites establecidos en los planos del Proyecto, ni como material ni como transporte.

Partida	Unidad de Pago
659.B Enrocados Tipo 2	Metro cúbico (m ³)

Anexo III

Planillas de Metrados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	RESUMEN DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
		Página:	04/05
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN
Código	Descripción	Und	Metrado
1,00	Cunetas		
1,01	Concreto ciclopeo	m ³	0,18
1,02	Encofrado y desencofrado	m ³	0,68

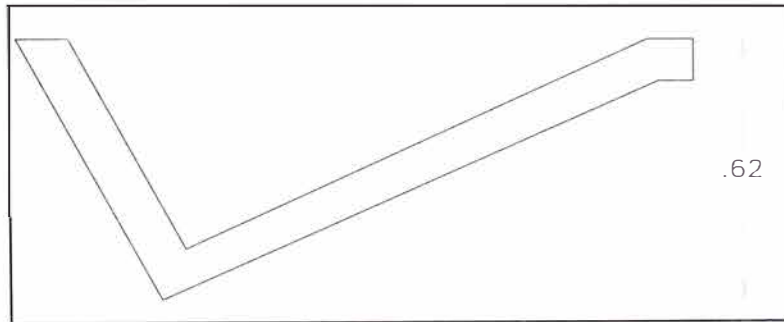
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS			Sección:	B			
				Revision:	A			
				Página:	04/05			
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte				Especialidad:	Hidráulica			
				Fecha:	Junio 2009			
				Elaboró:	KEN			
01.01.00 Concreto ciclopeo								
Referencia: Plano HD - 01								
Gráfico 1:								
								
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresivas: 166+200 166+500	1,00			0,18	0,18	1,00	0,18	
Metrado Total (m³)								0,18

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

01.02.00 Encofrado y desencofrado

Referencia: Plano HD - 01

Gráfico 1:



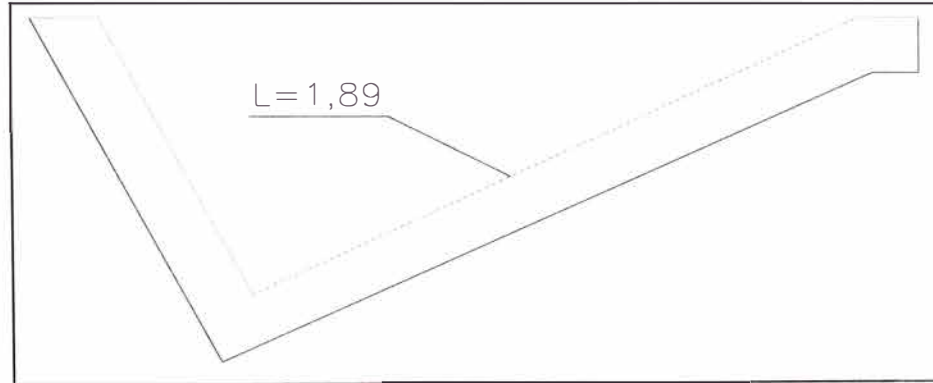
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva:								
166+200	1,00		0,62	0,62		1,00	0,62	
166+500	1,00		0,19	0,19		0,34	0,06	
Metrado Total (m³)								0,68

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
		Página:	04/05
Proyecto:	Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

01.03.00 Juntas de dilatacion y construcción

Referencia: Plano HD - 01

Gráfico 1:



Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva:								
166+200	1,00		0,62	0,62	0,62	1,00	0,62	
166+500	1,00		0,19	0,25	0,25	1,33	0,34	
Metrado Total (m³)								0,96

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	RESUMEN DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN
Codigo	Descripción	Und	Metrado
2,00	Caja receptora en TMC Ø 36"		
2,01	Excavación	m ³	15,75
2,02	Relleno	m ²	7,90
2,03	Concreto	m ³	6,37
2,04	Encofrado	m ²	29,58

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

02.01.00 Excavación

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

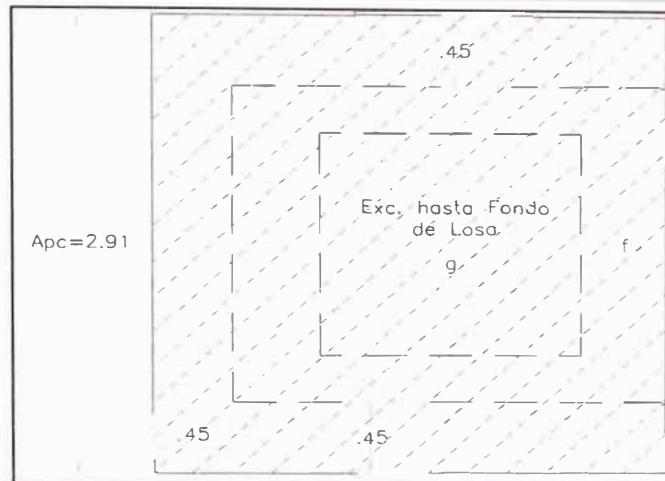
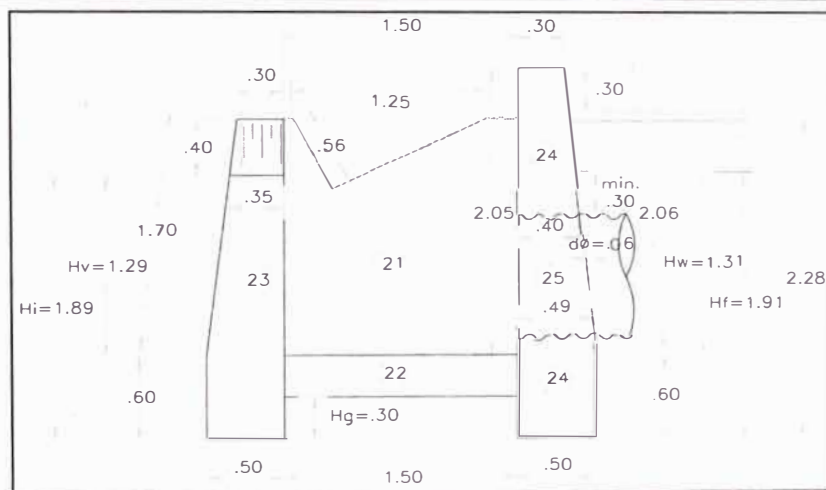


Gráfico 2:



Descripción	Dimensiones (m)			Área (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
f			1,91	8,58	16,39	1	16,39	
g			0,30	2,12	0,64	-1	-0,64	
Metrado Total (m³)								15,75

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

02.02.00 Relleno

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

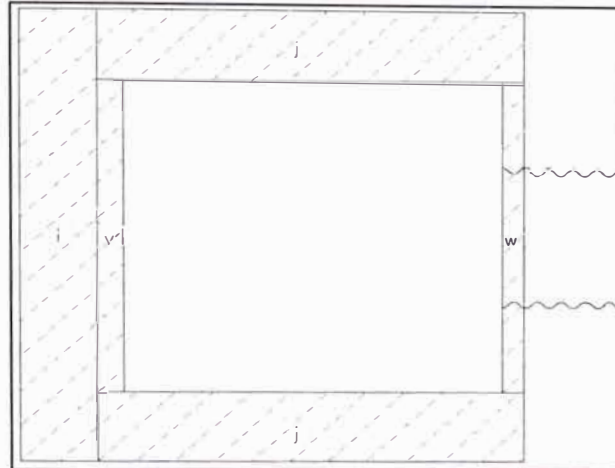
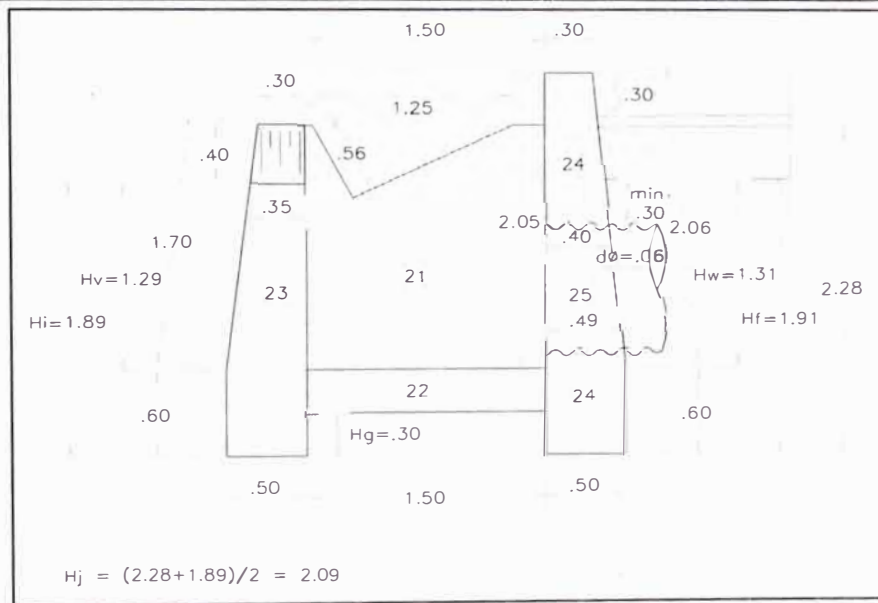


Gráfico 2:



Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
j			2,09	1,13	2,36	2	4,72	
i			1,89	1,31	2,48	1	2,48	
v			1,29	0,31	0,40	1	0,40	
w			1,31	0,26	0,34	1	0,34	
Ø			0,06	0,65	0,04	-1	-0,04	
Metrado Total (m³)								7,90

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	02.03.00 Concreto	Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

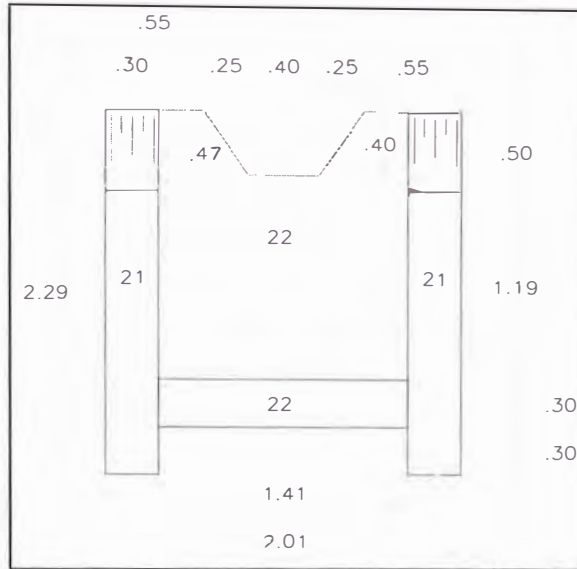
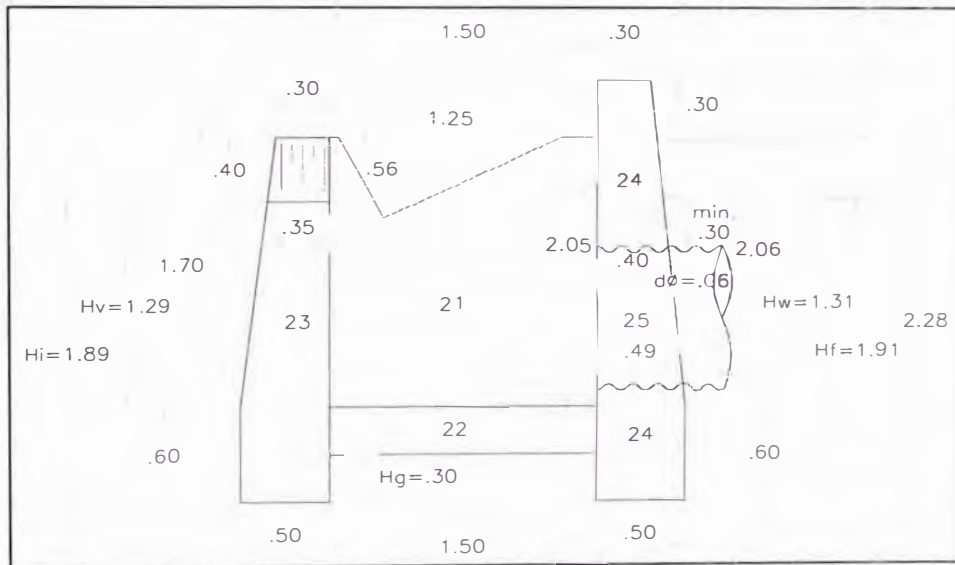


Gráfico 2:



Descripción	Dimensiones (m)			Área (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
21			1,50	0,69	1,04	2	2,07	
			0,30	0,31	0,09	-2	-0,19	
22			0,30	2,12	0,64	1	0,64	
23			2,01	0,98	1,97	1	1,97	
			0,33	0,26	0,08	-1	-0,08	
24			2,01	1,12	2,25	1	2,25	
25			0,45	0,65	0,29	-1	-0,29	
Metrado Total (m³)								6,37

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

02.04.00 Encofrado

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

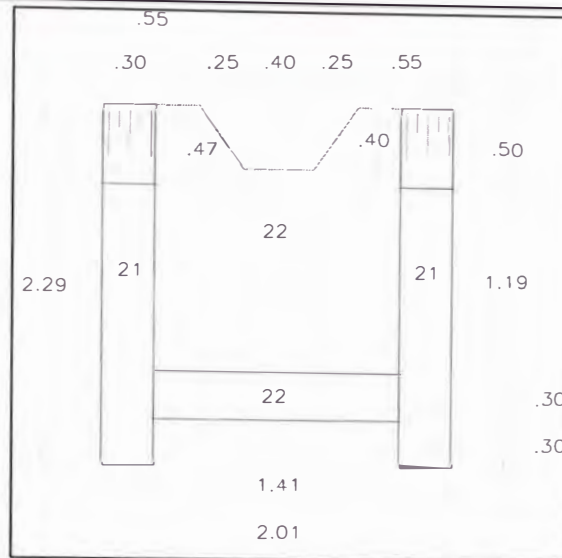
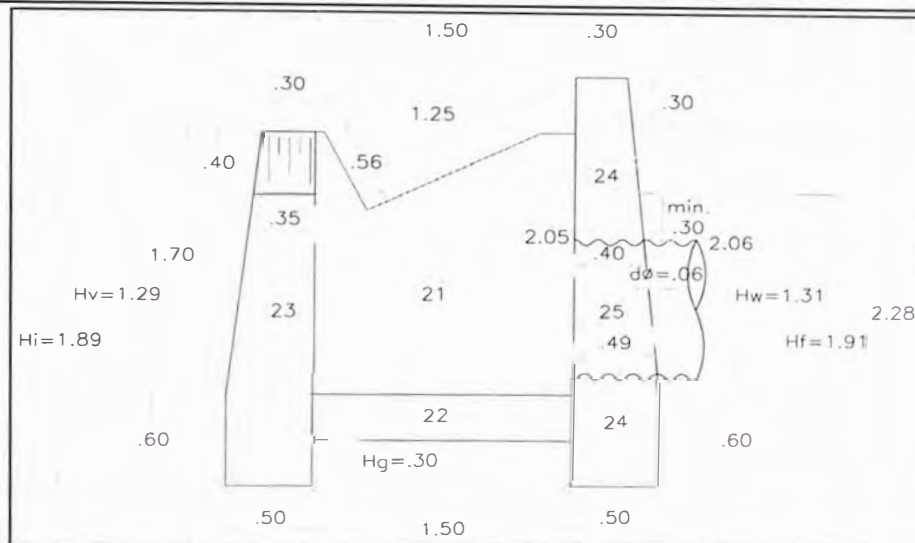


Gráfico 2:



Descripción	Dimensiones (m)			Área (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
21	1,50		2,29	3,44		2,00	6,87	
	1,50		1,69	2,54		2,00	5,07	
	0,56		0,30	0,17		2,00	0,34	
	0,62		0,50	0,31		-2,00	-0,62	
23	1,41		1,69	2,38		1,00	2,38	
	2,01		2,30	4,62		1,00	4,62	
	0,33		0,47	0,15		2,00	0,31	
	0,65		0,40	0,26		-2,00	-0,52	
	0,50		0,60	0,30		2,00	0,60	
	0,40		1,69	0,68		2,00	1,35	
24	1,41		2,05	2,89		1,00	2,89	
	2,01		2,66	5,35		1,00	5,35	
	0,50		0,60	0,30		2,00	0,60	
	0,40		2,05	0,82		2,00	1,64	
25				0,65		-2,00	-1,30	
Metrado Total (m²)								29,58

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	RESUMEN DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN
Codigo	Descripción	Und	Metrado
3,00	Cabezal con alas Ø 36"		
3,01	Excavación	m ³	14,81
3,02	Relleno	m ²	4,48
3,03	Concreto	m ³	4,81
3,04	Encofrado	m ²	18,03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Página:	04/05	
	Especialidad:	Hidráulica	
	Fecha:	Junio 2009	
Elaboró:		KEN	

03.01.00 Excavación

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

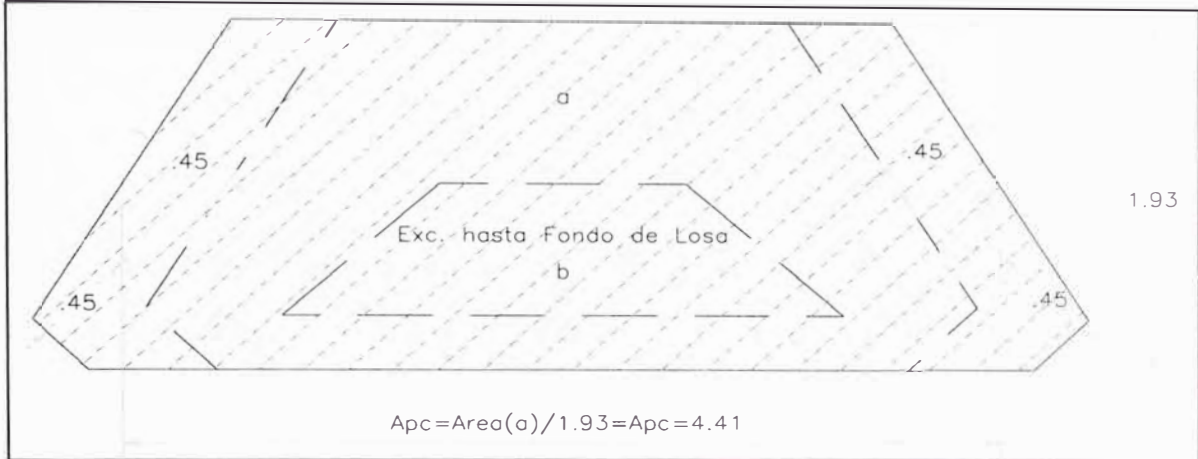
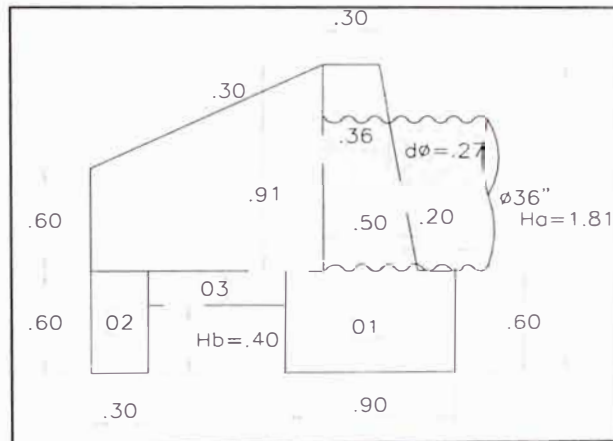


Gráfico 2:



Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
a			1,81	8,51	15,40	1	15,40	
b			0,40	1,48	0,59	-1	-0,59	
Metrado Total (m³)								14,81

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN

03.02.00 Relleno

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

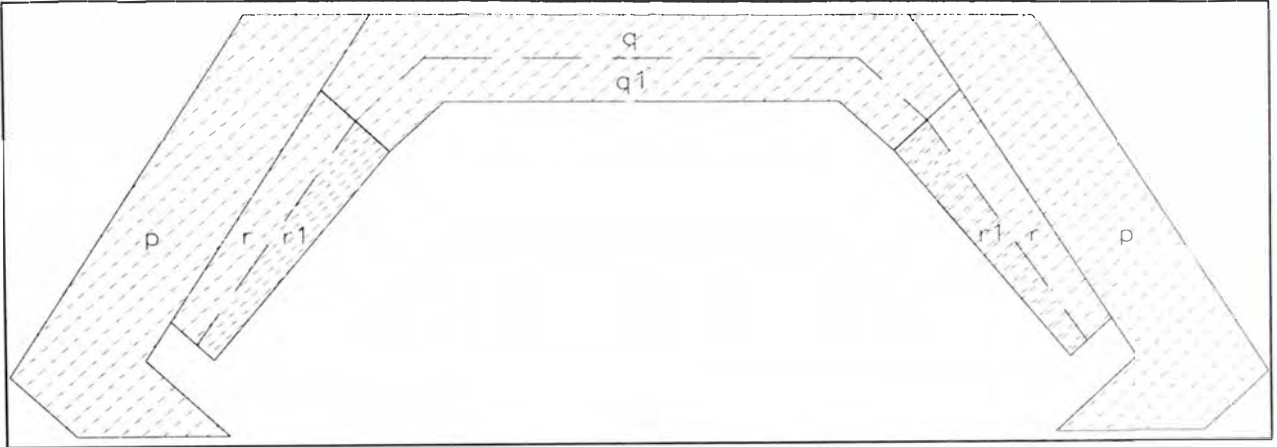


Gráfico 2:

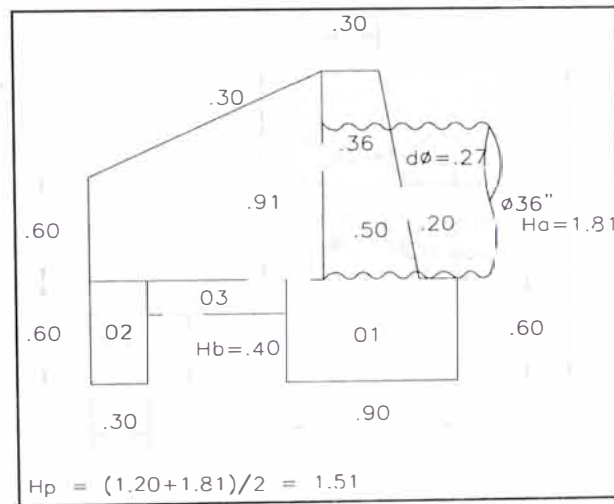
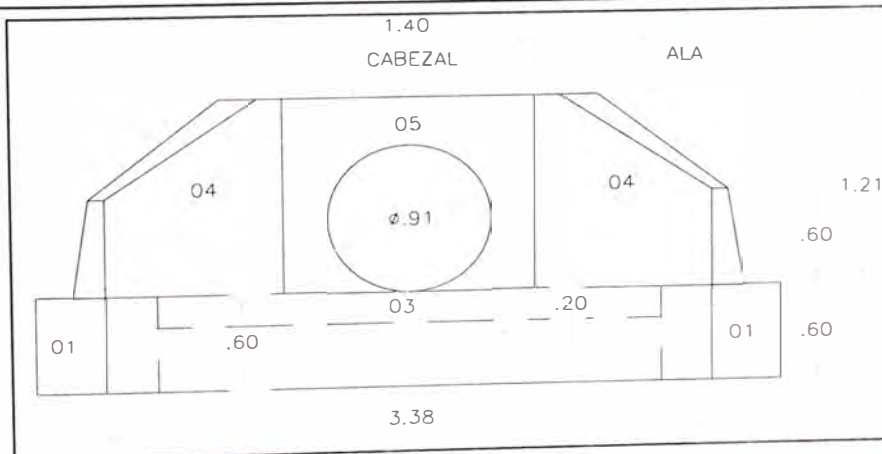
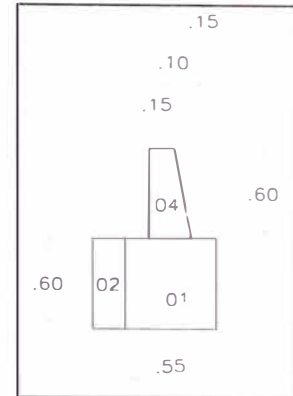
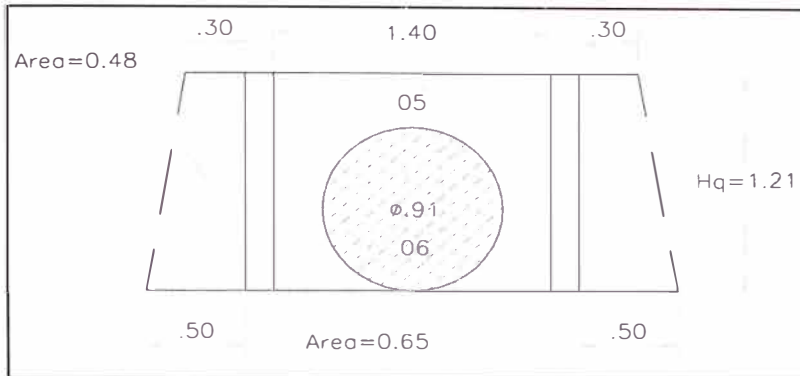


Gráfico 3:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección: B
		Revision: A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Página: 04/05	Especialidad: Hidráulica
		Fecha: Junio 2009
		Elaboró: KEN

Gráfico 4:



Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	N°veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
p			1,51	1,05	1,59	2	3,17	
(r+r1)/2			0,91	0,29	0,26	2	0,52	
(q+q1)/2			1,21	0,80	0,96	1	0,96	
q			0,27	0,65	0,18	-1	-0,18	
Metrado Total (m³)								4,48

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
03.03.00 Concreto		Elaboró:	KEN

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

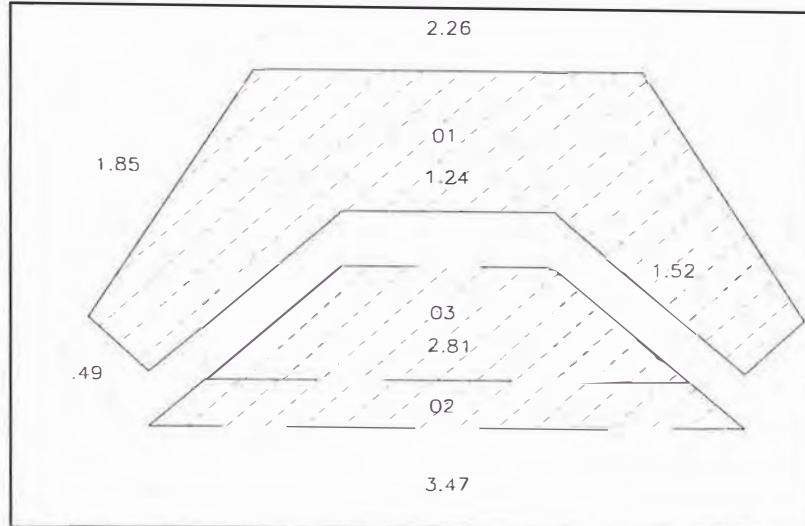


Gráfico 2:

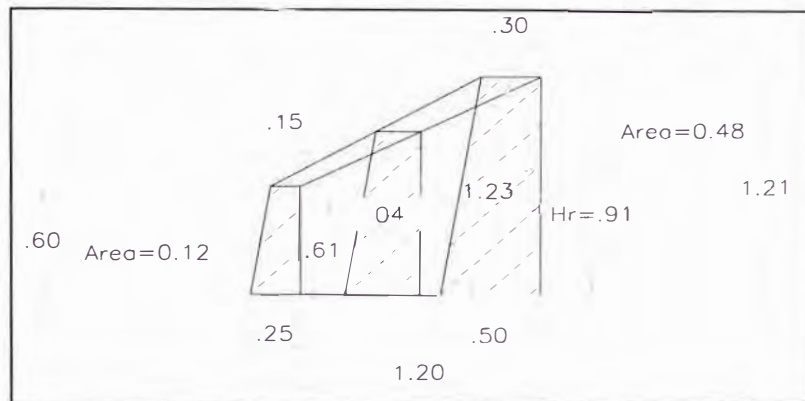
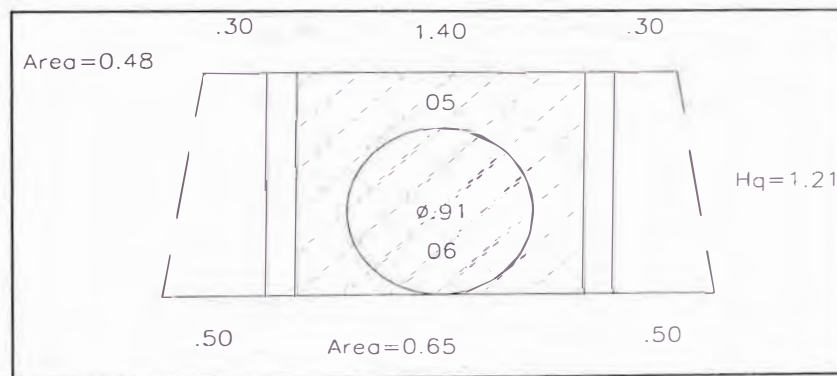


Gráfico 3:



Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
01			0,60	3,99	2,39	1	2,39	
03			0,20	1,48	0,30	1	0,30	
02			0,60	0,95	0,57	1	0,57	
04			1,20	0,30	0,36	2	0,72	
05			2,31	0,48	1,11	1	1,11	
06			0,43	0,65	0,28	-1	-0,28	
Metrado Total (m³)								4,81

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Página:	04/05	
	Especialidad:	Hidráulica	
	Fecha:	Junio 2009	
	Elaboró:	KEN	

03.04.00 Encofrado

Referencia: Plano HD - 03

Gráfico 1:

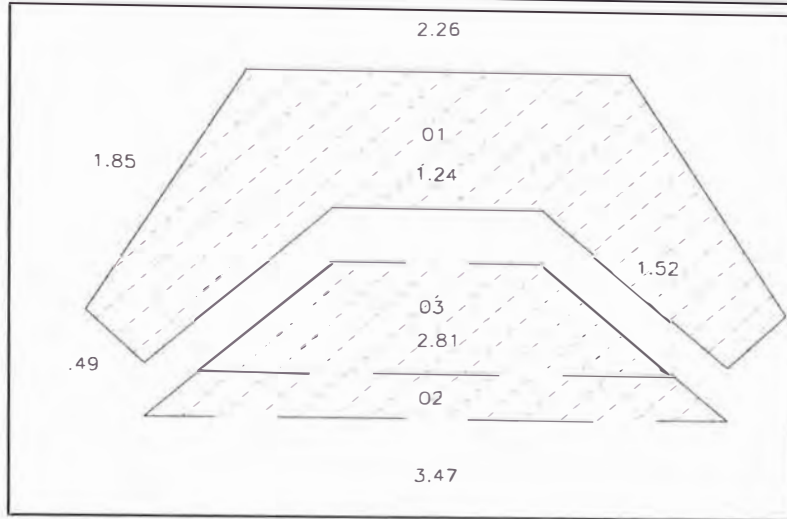


Gráfico 2:

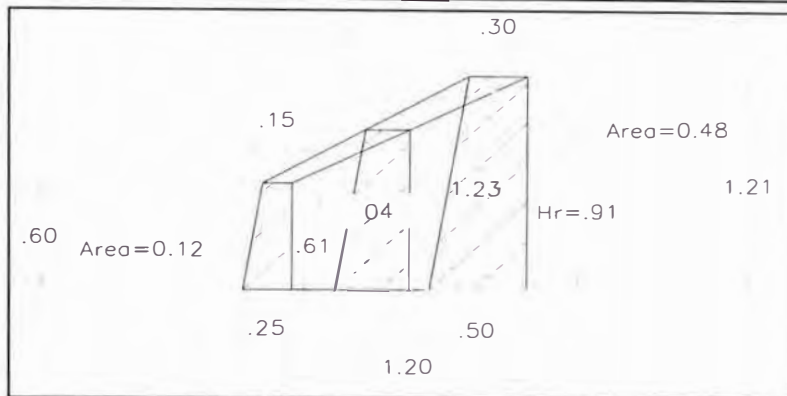
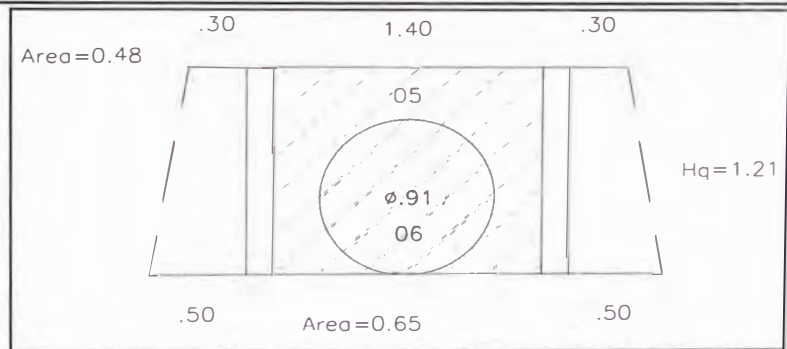


Gráfico 3:



Descripción	Dimensiones (m)			Área (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
01	2,26		0,60	1,36		1	1,36	
	1,24		0,40	0,50		1	0,50	
	1,85		0,60	1,11		2	2,22	
	0,49		0,60	0,29		2	0,59	
	1,52		0,40	0,61		2	1,22	
02	3,47		0,60	2,08		1	2,08	
	2,81		0,40	1,12		1	1,12	
04	0,20		0,60	0,12		2	0,24	
	0,91		1,20	1,09		2	2,17	
	0,92		1,22	1,12		2	2,24	
05	2,31		1,21	2,80		2	5,59	
06	0,65			0,65		-2	-1,30	
Metrado Total (m²)								18,03

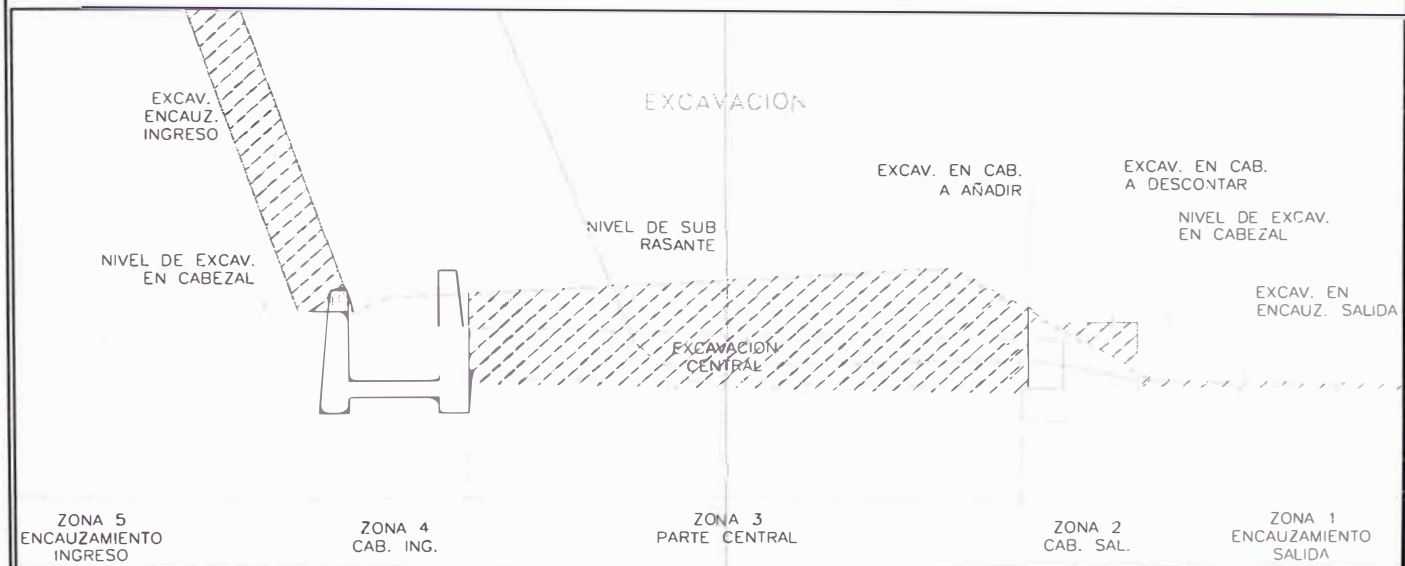
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	RESUMEN DE METRADOS	Sección:	B
		Revisión:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN
Codigo	Descripción	Und	Metrado
4,00	Excavación y relleno para alcantarillas		
4,01	Excavación no clasificada para estructuras	m ³	96,65
4,02	Relleno estructural	m ²	31,40
4,03	Tubería	m	10,53
4,04	cama de asiento	m	9,33

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Página:	04/05	
	Especialidad:	Hidráulica	
	Fecha:	Junio 2009	
	Elaboró:	KEN	

04.01.00 Excavación no clasificada para estructuras

Referencia: HD - 002

Gráfico 1:



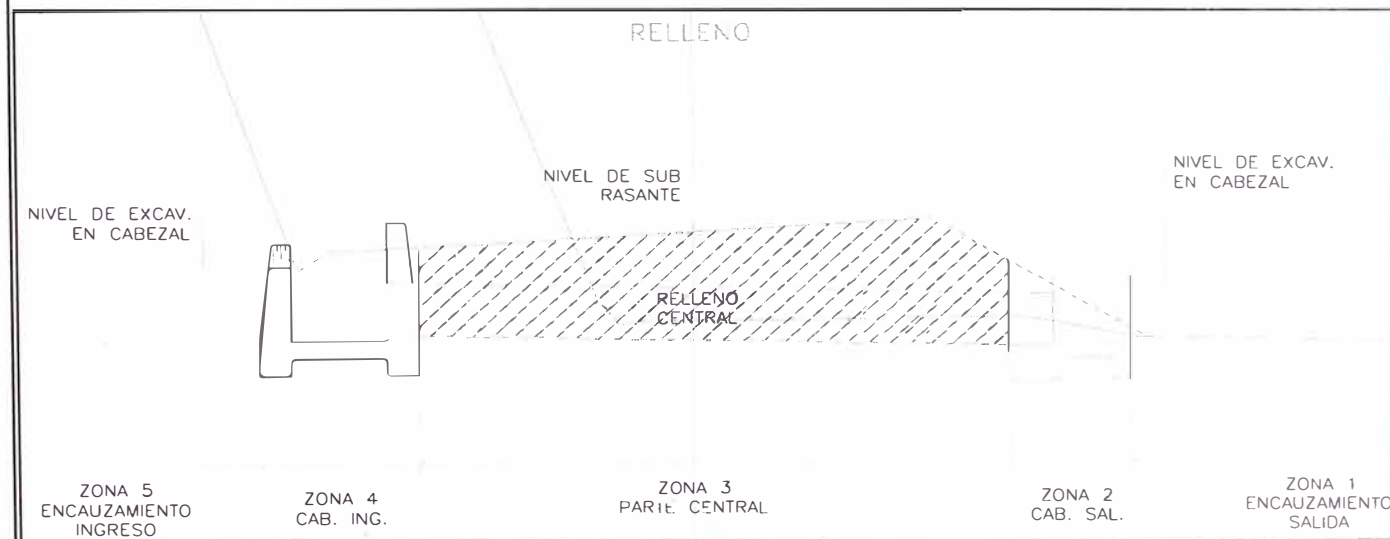
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresivas:								
Zona 5		2,91		21,4	62,27	1,00	62,27	
Zona 1		3,38		0,89	3,01	1,00	3,01	
Zona 4		2,91		0	0,00	1,00	0,00	
Zona 2		4,41		0,067	0,30	1,00	0,30	
		4,41		0,65	2,87	-1,00	-2,87	
Zona 3		1,81		18,75	33,94	1,00	33,94	
Metrado Total (m³)								96,65

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte	Página:	04/05	
	Especialidad:	Hidráulica	
	Fecha:	Junio 2009	
	Elaboró:	KEN	

04.02.00 Relleno estructural

Referencia: HD - 002

Gráfico 1:

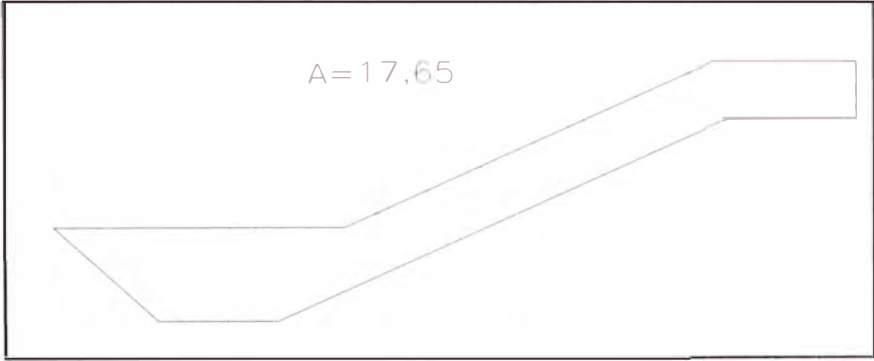


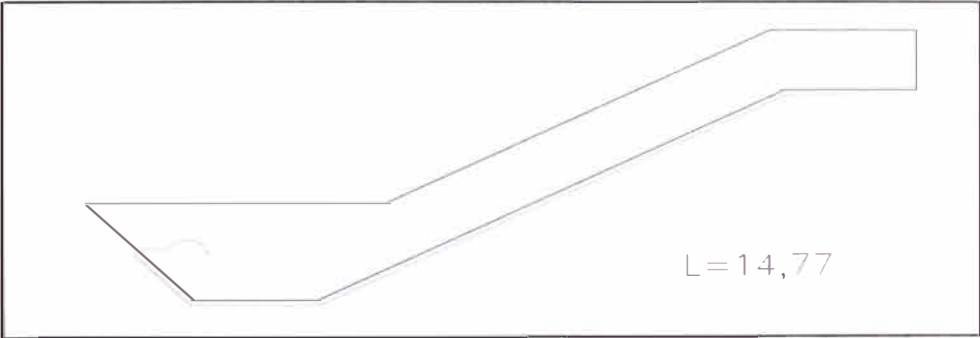
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva: Zona 3		1,81		17,35	31,40	1,00	31,40	
Metrado Total (m³)								31,4035

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	RESUMEN DE METRADOS	Sección:	B
		Revision:	A
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05
		Especialidad:	Hidráulica
		Fecha:	Junio 2009
		Elaboró:	KEN
Codigo	Descripción	Und	Metrado
5.00	Defesas ribereñas		
5.01	Excavación no clasificada para estructuras	m ³	1480,0
5.02	Relleno estructural	m ³	163,2
5.03	Enrocado	m ³	1412,0
5.04	Geotextil	m ²	1181,6

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS			Sección: B				
				Revisión: A				
				Página: 04/05				
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte				Especialidad: Hidráulica				
				Fecha: Junio 2009				
				Elaboró: KEN				
05.01.00 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS								
Referencia: Plano HD - 04								
Gráfico 1:								
<p style="font-size: 24px; margin: 0;">A = 18,50</p>								
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m²)	Volumen (m³)	Nº veces	Parcial	Total
Progresivas: 166+200 166+280	80,00			18,5	1480,00	1,00	1480,00	
Metrado Total (m³)								1480

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS	Sección:	B					
		Revision:	A					
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte		Página:	04/05					
		Especialidad:	Hidráulica					
		Fecha:	Junio 2009					
05.02.00 RELLENO ESTRUCTURAL		Elaboró:	KEN					
Referencia: Plano HD - 04								
Gráfico 1:								
<p style="text-align: center;">A=2.04</p>								
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva: 166+200 166+280	80,00			2,04	163,20	1,00	163,20	
Metrado Total (m³)								163,2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS			Sección:	B			
				Revision:	A			
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte				Página:	04/05			
				Especialidad:	Hidráulica			
05.03.00 ENROCADO				Fecha:	Junio 2009			
				Elaboró:	KEN			
Referencia: Plano HD - 04								
Gráfico 1:								
								
Descripción	Dimensiones (m)			Area (m ²)	Volumen (m ³)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva: 166+200 166+280	80,00			17,65	1412,00	1,00	1412,00	
Metrado Total (m³)								1412

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	HOJA DE METRADOS			Sección: B				
				Revision: A				
Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+200 al Km 166+500, Hidrología, Drenaje Vial y Obras de Arte				Pagina: 04/05				
				Especialidad: Hidráulica				
				Fecha: Junio 2009				
				Elaboró: KEN				
05.04.00 Geotextil								
Referencia: Plano HD - 04								
Gráfico 1:								
								
Descripción	Dimensiones (m)			Long Geotextil	Area (m ²)	Nº veces	Parcial	Total
	Largo	Ancho	Altura					
Progresiva: 166+200 166+280	80,00			14,77	1181,60	1,00	1181,60	
Metrado Total (m²)								1181,6

Anexo IV

Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

Partida	05.01		EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	MO. 440,0000	EQ. 440,0000	Costo unitario directo por : m3			5,47	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0182	15,59	0,28	
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,1091	10,47	1,14	
						1,42	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,42	0,07	
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 H hm		1,0000	0,0182	23,99	0,44	
0349060053	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H hm		1,0000	0,0182	194,34	3,54	
						4,05	
Partida	05.02		RELLENO PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	MO. 50,0000	EQ. 50,0000	Costo unitario directo por : m3			38,67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0320	15,59	0,50	
0147010004	PEON	hh	4,0000	0,6400	10,47	6,70	
						7,20	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	7,20	0,36	
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 H hm		1,0000	0,1600	23,99	3,84	
						4,20	
Subpartidas							
909701060182	RIEGO R=88 m3/día	m3		0,1155	10,67	1,23	
909801010418	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO	m3		1,2000	21,70	26,04	
						27,27	

Partida	05.03		CONCRETO F'C=175 kg/cm2				
Rendimiento	MO. 15,0000	EQ. 15,0000	Costo unitario directo por : m3			308,27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,5333	15,59	8,31	
0147010002	OPERARIO	hh	3,0000	1,6000	12,99	20,78	
0147010003	OFICIAL	hh	3,0000	1,6000	11,58	18,53	
0147010004	PEON	hh	6,0000	3,2000	10,47	33,50	
						81,12	
Materiales							
0201090002	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5,0000	14,61	0,73	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7,5000	19,00	142,50	
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0,1700	16,37	2,78	
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0,2040	5,67	1,16	
0253000002	PETROLEO DIESSEL # 2	gal		0,2800	9,65	2,70	
						149,87	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	81,12	4,06	
0348010086	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 25 l	hm	1,0000	0,5333	21,60	11,52	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1,0000	0,5333	5,80	3,09	
						18,67	
Subpartidas							
909701060183	AGUA PARA CONCRETO	m3		0,1760	10,67	1,88	
909801010419	AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO	m3		0,7500	33,97	25,48	
909801010420	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	m3		0,5000	21,88	10,94	
909801010520	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1,2500	16,25	20,31	
						58,61	
Partida	05.04		EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.35m				
Rendimiento	MO. 15,0000	EQ. 15,0000	Costo unitario directo por : m2			79,85	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0,2000	0,1067	15,59	1,66	
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	1,0667	11,58	12,35	
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,0667	10,47	11,17	
						25,18	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	25,18	0,76	
						0,76	
Subpartidas							
900514010151	MORTERO CEMENTO ARENA 1:3	m3		0,1200	369,86	44,38	
909801010421	PIEDRA SELECCIONADA	m3		0,2000	47,66	9,53	
						53,91	

Partida	05.05		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	MO.	14,0000	EQ. 14,0000	Costo unitario directo por : m2		50,54	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0571	15,59	0,89
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,5714	12,99	7,42
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,5714	11,58	6,62
0147010004	PEON		hh	2,0000	1,1429	10,47	11,97
							26,90
Materiales							
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg		0,2000	2,40	0,48
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0,2000	4,88	0,98
0230110014	DESMOLDANTE PARA MADERA		gal		0,0500	28,22	1,41
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		3,8500	4,10	15,79
0244030034	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm		pl		0,0430	97,02	4,17
							22,83
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	26,90	0,81
							0,81

Partida	05.06		ALCANTARILLA TMC dia=36" R=12 m/día				
Rendimiento	MO.	12,0000	EQ. 12,0000	Costo unitario directo por : m		453,37	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	1,0000	0,6667	15,59	10,39
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,6667	11,58	7,72
0147010004	PEON		hh	6,0000	4,0000	10,47	41,88
							59,99
Materiales							
0209010048	ALCANTARILLA METALICA diam.=36" C12		m		1,0000	369,86	369,86
0254100019	PINTURA BITUMINOSA PEN 60/70		gal		0,3840	6,40	2,46
							372,32
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	59,99	1,80
							1,80
Subpartidas							
900401063014	CAMA DE ASIEN TO		m2		2,1100	9,13	19,26
							19,26

Partida	05.07		CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS				
Rendimiento	MO.	40,0000	EQ. 40,0000	Costo unitario directo por : m		88,76	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas							
900305140205	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS		m2		0,0700	50,54	3,54
900504011507	EXCAVACION PARA CUNETAS(MANUAL)		m3		0,5030	28,31	14,24
900510010608	CONCRETO F'C=175 kg/cm2		m3		0,1800	308,27	55,49
901111110102	JUNTAS DE DILATACION Y CONSTRUCCION PAR		m		1,8900	5,03	9,51
909701020177	PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS		m2		2,0400	2,93	5,99
							88,76

Partida	05.08		ENROCADO CON ROCA D50				
Rendimiento	MO.	420,0000	EQ. 420,0000	Costo unitario directo por : m3		17,28	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0019	15,59	0,03	
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,0381	10,47	0,40	
							0,43
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,43	0,01	
0349060053	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H	hm	1,0000	0,0190	194,34	3,69	
							3,70
Subpartidas							
909801010430	PIEDRA CHANCADA PARA ENROCADO	m3		0,1000	32,15	3,22	
909801010432	PIEDRA GRANDE PARA ENROCADO	m3		0,9000	11,03	9,93	
							13,15
Partida	05.09		GEOTEXTIL PARA ENROCADO				
Rendimiento	MO.	400,0000	EQ. 400,0000	Costo unitario directo por : m2		5,04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0200	15,59	0,31	
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0200	12,99	0,26	
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,1200	10,47	1,26	
							1,83
Materiales							
0256930005	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE II	m2		1,1000	2,87	3,16	
							3,16
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,83	0,05	
							0,05

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Partida	(900305140205-0403001-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO.14.00	EQ.14.00	Costo unitario directo por : m2		50,54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0571	15,59	0,89
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,5714	12,99	7,42
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,5714	11,58	6,62
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,1429	10,47	11,97
						26,90
	Materiales					
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0,2000	2,40	0,48
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0,2000	4,88	0,98
0230110014	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal		0,0500	28,22	1,41
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3,8500	4,10	15,79
0244030034	TRIPLAY DE 4' X 8' X 18 mm	pl		0,0430	97,02	4,17
						22,83
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	26,90	0,81
						0,81
Partida	(900401063014-0403001-01) CAMA DE ASIENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO.80.00	EQ.80.00	Costo unitario directo por : m2		9,13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0200	15,59	0,31
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,2000	10,47	2,09
						2,40
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	2,40	0,07
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1,0000	0,1000	23,99	2,40
						2,47
	Subpartidas					
909701060184	AGUA	m3		0,0300	10,57	0,32
909801010417	ARENA ZARANDEADA	m3		0,1800	21,88	3,94
						4,26
Partida	(900504011507-0403001-01) EXCAVACION PARA CUNETAS(MANUAL)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.3.50	EQ.3.50	Costo unitario directo por : m3		28,31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,2286	15,59	3,56
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,2857	10,47	23,93
						27,49
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	27,49	0,82
						0,82
Partida	(900504011508-0403001-01) EXCAVACION MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO.3.00	EQ.3.00	Costo unitario directo por : m3		33,68
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,2667	15,59	4,16
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,6667	10,47	27,92
						32,08
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	32,08	1,60
						1,60

Partida (900510010608-0403001-01) CONCRETO F'C=175 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO.15.00 EQ. 15.00 Costo unitario directo por : m3 308,27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,5333	15,59	8,31
0147010002	OPERARIO	hh	3,0000	1,6000	12,99	20,78
0147010003	OFICIAL	hh	3,0000	1,6000	11,58	18,53
0147010004	PEON	hh	6,0000	3,2000	10,47	33,50
						81,12
Materiales						
0201090002	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5,0000	14,61	0,73
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7,5000	19,00	142,50
0230190000	ADITIVO CURADOR	gal		0,1700	16,37	2,78
0230520007	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0,2040	5,67	1,16
0253000002	PETROLEO DIESSEL # 2	gal		0,2800	9,65	2,70
						149,87
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	81,12	4,06
0348010086	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 25 HP	hm	1,0000	0,5333	21,60	11,52
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1,0000	0,5333	5,80	3,09
						18,67
Subpartidas						
909701060183	AGUA PARA CONCRETO	m3		0,1760	10,67	1,88
909801010419	AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO	m3		0,7500	33,97	25,48
909801010420	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	m3		0,5000	21,88	10,94
909801010520	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1,2500	16,25	20,31
						58,61

Partida (900514010151-0403001-01) MORTERO CEMENTO ARENA 1:3

Rendimiento m3/DIA MO.15.00 EQ.15.00 Costo unitario directo por : m3 369,86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,8750	1,0000	12,99	12,99
0147010003	OFICIAL	hh	1,8750	1,0000	11,58	11,58
0147010004	PEON	hh	15,0000	8,0000	10,47	83,76
						108,33
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		11,2000	19,00	212,80
						212,80
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	108,33	3,25
0348010086	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 11 p3 25 HP	hm	1,8750	1,0000	21,60	21,60
						24,85
Subpartidas						
909701060184	AGUA	m3		0,2720	10,57	2,88
909801010417	ARENA ZARANDEADA	m3		0,9600	21,88	21,00
						23,88

Partida (90111110102-0403001-01) JUNTAS DE DILATACION Y CONSTRUCCION PARA CUNETAS

Rendimiento m/DIA MO.120.00 EQ.120.00 Costo unitario directo por : m 5,03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0067	15,59	0,10
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0667	11,58	0,77
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,1333	10,47	1,40
						2,27
Materiales						
0229120064	TECKNOPORT E= 3/4"	m2		0,1000	2,87	0,29
0230150004	MASILLA PLASTICA BITUMINOSA IGAS NEGRO	kg		0,2000	11,79	2,36
0254160002	IMPRIMANTE BITUMINOSO IGOL	kg		0,0040	9,34	0,04
						2,69
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	2,27	0,07
						0,07

Partida	(909701020177-0403001-01) PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO.150.00	EQ.150.00	Costo unitario directo por : m2		2,93
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,2000	0,0107	15,59	0,17
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,1067	10,47	1,12
						1,29
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,29	0,04
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1,0000	0,0533	23,99	1,28
						1,32
	Subpartidas					
909701060184	AGUA	m3		0,0300	10,57	0,32
						0,32
Partida	(909701060182-0403001-01) RIEGO R=88 m3/dia					
Rendimiento	m3/DIA	MO.88.00	EQ.88.00	Costo unitario directo por : m3		10,67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,0909	10,47	0,95
						0,95
	Equipos					
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1,0000	0,0909	106,94	9,72
						9,72
Partida	(909701060183-0403001-01) AGUA PARA CONCRETO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.88.00	EQ.88.00	Costo unitario directo por : m3		10,67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,0909	10,47	0,95
						0,95
	Equipos					
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1,0000	0,0909	106,94	9,72
						9,72
Partida	(909701060184-0403001-01) AGUA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.72.00	EQ.72.00	Costo unitario directo por : m3		10,57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1111	10,47	1,16
						1,16
	Equipos					
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1,0000	0,0833	106,94	8,91
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0,25	0,0278	1,7	0,05
						8,96
	Subcontratos					
0402010021	DERECHO DE AGUA	m3		1,0000	0,45	0,45
						0,45
Partida	(909801010412-0403001-01) CHANCADO Y ZARANDEO DE AGREGADO GRUESO EN CANTERA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.215.00	EQ.215.00	Costo unitario directo por : m3		18,67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0372	15,59	0,58
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0372	12,99	0,48
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,2233	10,47	2,34
						3,40
	Materiales					
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2	gal		0,1700	9,65	1,64
						1,64
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	3,40	0,17
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	0,5000	0,0186	150,94	2,81
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP	hm	1,0000	0,0372	32,59	1,21
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75 HP 46 - 70 ton/h	hm	1,0000	0,0372	238,09	8,86
0349150002	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW	hm	1,0000	0,0372	15,70	0,58
						13,63

Partida (909801010413-0403001-01) CHANCADO Y ZARANDEO DE ARENA EN CANTERA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.240.00	EQ.240.00	Costo unitario directo por : m3		16,89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0333	15,59	0,52
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0333	12,99	0,43
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,2000	10,47	2,09
						3,04
Materiales						
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2	gal		0,1700	9,65	1,64
						1,64
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	3,04	0,15
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	0,5000	0,0167	150,94	2,52
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP	hm	1,0000	0,0333	32,59	1,09
0349080097	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA 5 FAJAS 75 HP 46 - 70 ton/h	hm	1,0000	0,0333	238,09	7,93
0349150002	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW	hm	1,0000	0,0333	15,70	0,52
						12,21

Partida (909801010414-0403001-01) ZARANDEO DE ARENA EN CANTERA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.240.00	EQ.240.00	Costo unitario directo por : m3		9,00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1,0000	0,0333	15,59	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0333	11,58	0,39
0147010004	PEON	hh	4,0000	0,1333	10,47	1,40
						2,31
Materiales						
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2	gal		0,1700	9,65	1,64
						1,64
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	2,31	0,12
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	0,5000	0,0167	150,94	2,52
0349080010	ZARANDA VIBRATORIA 4" X 6" X 14" MOTOR ELECTRICO 15 HP	hm	1,0000	0,0333	32,59	1,09
0349150002	GRUPO ELECTROGENO 140 HP 90 KW	hm	1,0000	0,0333	15,70	0,52
0349180051	FAJA TRANSPORTADORA 18" X 40' MOTOR ELECTRICO 3 KW 150 ton/h	hm	1,0000	0,0333	23,89	0,80
						5,05

Partida (909801010415-0403001-01) AGREGADO GRUESO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		33,97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2500	4,08	5,10
909801010412	CHANCADO Y ZARANDEO DE AGREGADO GRUESO EN CANTERA	m3		1,2500	18,67	23,34
909801010503	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km	m3		1,2500	4,42	5,53
						33,97

Partida (909801010416-0403001-01) ARENA CHANCADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		31,74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2500	4,08	5,10
909801010413	CHANCADO Y ZARANDEO DE ARENA EN CANTERA	m3		1,2500	16,89	21,11
909801010503	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km	m3		1,2500	4,42	5,53
						31,74

Partida (909801010417-0403001-01) ARENA ZARANDEADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		21,88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2500	4,08	5,10
909801010414	ZARANDEO DE ARENA EN CANTERA	m3		1,2500	9,00	11,25
909801010503	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km	m3		1,2500	4,42	5,53
						21,88

Partida	(909801010418-0403001-01) MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.80.00	EQ.80.00	Costo unitario directo por :	m3	21,70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909701031223	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/RELLENO	m3		1,2500	4,04	5,05
909801010504	TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO A OBRA	m3		1,2500	13,32	16,65
						21,70

Partida	(909801010419-0403001-01) AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por :	m3	33,97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2500	4,08	5,10
909801010412	CHANCADO Y ZARANDEO DE AGREGADO GRUESO EN CANTERA	m3		1,2500	18,67	23,34
909801010503	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km	m3		1,2500	4,42	5,53
						33,97

Partida	(909801010420-0403001-01) ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por :	m3	21,88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2500	4,08	5,10
909801010414	ZARANDEO DE ARENA EN CANTERA	m3		1,2500	9,00	11,25
909801010503	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km	m3		1,2500	4,42	5,53
						21,88

Partida	(909801010421-0403001-01) PIEDRA SELECCIONADA					
Rendimiento	m3/DIA	MO.600.00	EQ.600.00	Costo unitario directo por :	m3	47,66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909701031224	EXTRACCION Y RECOLECCION DE PIEDRA GRANDE	m3		1,2500	25,13	31,41
909801010505	TRANSPORTE DE PIEDRA	m3		1,0000	16,25	16,25
						47,66

Partida	(909801010430-0403001-01) PIEDRA CHANCADA PARA ENROCADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por :	m3	32,15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909701031222	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE CANTERA P/AGREGADOS	m3		1,2000	4,08	4,90
909801010412	CHANCADO Y ZARANDEO DE AGREGADO GRUESO EN CANTERA	m3		1,2000	18,67	22,40
909801010519	TRANSPORTE INTERNO DE AGREGADOS D = 0.2 km REND=400m3/día	m3		1,2000	4,04	4,85
						32,15

Partida	(909801010431-0403001-01) EXTRACCION Y RECOLECCION DE PIEDRA GRANDE PARA ENROCADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.150.00	EQ.150.00	Costo unitario directo por :	m3	11,03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0053	15,59	0,08
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,0533	10,47	0,56
						0,64
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,64	0,03
0349060053	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 -1.60 yd3	hm	1,0000	0,0533	194,34	10,36
						10,39

Partida	(909801010432-0403001-01) PIEDRA GRANDE PARA ENROCADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por :	m3	11,03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
909801010431	EXTRACCION Y RECOLECCION DE PIEDRA GRANDE PARA ENROCADO	m3		1,0000	11,03	11,03
						11,03

Anexo V

Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1. Km 166+200, inicio del tramo, vista adelante.



Foto 2. Inicio del tramo, vista atrás.



Foto 3. Toma de datos de la carretera



Foto 4. En la foto se observa el ancho variable de la superficie de rodadura



Foto 5. En la foto se puede observar el tipo de vegetación de la zona



Foto 6. En la foto se observa la acumulación de agua en el pie del talud, debido a la de un sistema de drenaje longitudinal.



Foto 7. En la foto se observa que se formo una zanja de tierra a un costado de la carretera, producto de las lluvias que caen en el talud izquierdo