

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000
GEOTECNIA, TALUDES Y CANTERAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALEXIS ARAUCO LIVIA

Lima- Perú

2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y mi titulación a mi Madre por su apoyo incondicional durante toda mi carrera, su ayuda y empuje fueron decisivos para este logro.

INDICE

	<i>Página</i>
RESUMEN.....	4
LISTA DE CUADROS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA.....	10
1.1 RESUMEN DEL PERFIL.....	10
1.1.1 Aspectos Generales:.....	10
1.1.2 Formulación y Evaluación:.....	12
1.1.3 Análisis de la oferta.....	13
1.1.4 Costos.....	13
1.1.5 Beneficios.....	15
1.1.6 Evaluación Social.....	15
1.1.7 Análisis de Sensibilidad.....	16
1.1.8 Sostenibilidad.....	16
1.1.9 Impacto Ambiental:.....	16
1.1.10 Selección de alternativa más conveniente.....	16
1.1.11 Conclusiones y Recomendaciones.....	17
1.2 ANALISIS DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	18
1.3 PROBLEMA PRINCIPAL.....	23
CAPITULO II: ANALISIS PARA LA PROTECCION DE TALUDES.....	25
2.1 GENERALIDADES.....	25
2.2 FUNDAMENTO TEORICO.....	26
2.2.1 Protección con Enrocado.....	26
2.2.2 Protección con Gaviones:.....	31
2.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL DISEÑO.....	39
2.3.1 Caudal de diseño.....	39
2.3.2 Parámetros geotécnicos.....	42
2.3.3 Periodo de retorno de avenida (Tr).....	44
2.3.4 Socavación.....	44
2.3.5 Geología.....	44
2.4 CALCULOS.....	45

<i>Continúa el Índice</i>	<i>Página</i>
2.4.1 Resultado de cálculos con Enrocado.....	45
2.4.2 Resultados de cálculos con Gaviones.....	49
2.5 MANTENIMIENTO RUTINARIO.....	55
2.5.1 Mantenimiento del Enrocado:.....	55
2.5.2 Mantenimiento de los Gaviones:.....	56
2.6 CANTERAS, BOTADEROS Y FUENTES DE AGUA.....	58
2.6.1 Canteras.....	58
2.6.2 Botaderos.....	60
2.6.3 Fuentes de agua.....	61
CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO DE OBRAS DE PROTECCION DE TALUDES.....	62
3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	62
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	64
3.3 PLANILLA DE METRADOS.....	64
3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y GASTOS GENERALES.....	65
3.5 PRESUPUESTO DE OBRA.....	68
3.6 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN.....	69
3.7 PLANOS DE OBRA.....	69
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	74

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia se basa en el monitoreo de la Serviciabilidad de un tramo de 5 km de la carretera Cañete – Yauyos, entre las progresivas del km 69+000 al Km 74+000, que tiene a concesión la empresa Consorcio Gestión de Carreteras (CGC) por un período de 7 años para la conservación de la misma bajo niveles óptimos de serviciabilidad.

En una primera etapa se efectuó la evaluación de la vía en este tramo, a nivel de Perfil, proponiendo un cambio de estándar asumiendo que la vía se encuentra en estado afirmado resolviendo así entre 2 alternativas que comprenden actividades de mejora en la carpeta de rodadura, drenaje, taludes, seguridad vial y protección ambiental para la conservación de la vía durante el período de concesión.

En una segunda etapa, objetivo de este informe, se ha elaborado una priorización de los problemas geotécnicos que presentan los taludes adyacentes a la vía, enfocándonos así en la protección de los taludes inferiores por el riesgo que representan debido a la cercanía de las aguas del río Cañete al pie de los mismos, la inclinación de los taludes, el tipo de material y la erosión identificada. Así es como se definió que se podrían proteger mediante obras de defensa ribereña tales como enrocado o muros de gavión. Siendo a priori el revestimiento enrocado la solución común más económica, luego del análisis para su implementación se determinó que la más factible es la protección mediante muros de contención de gaviones debido a la inclinación pronunciada de los taludes y a la falta de material para enrocar que hace necesario efectuar voladuras que encarecen el costo de esta solución.

A pesar del análisis minucioso de estas 2 alternativas de protección de taludes, los estudios toman algunos parámetros asumidos por falta de información hidrológica a detalle.

Se ha realizado además un inventario de las canteras, botaderos y fuentes de agua de la zona de estudio.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Árbol Causa - Efecto	10
Cuadro 2.	Árbol Medios - Fines	11
Cuadro 3.	Resumen de Alternativas de Solución Perfil	12
Cuadro 4.	Presupuesto Resumen de Alternativas de Perfil.....	14
Cuadro 5.	Registro de daños geotécnicos en el tramo evaluado	22
Cuadro 6.	Matriz Probabilidad-Consecuencia para evaluación de zonas de riesgo	22
Cuadro 7.	Inventario de todas las Zonas de Riesgo.....	23
Cuadro 8.	Matriz de Riesgo-Acción	24
Cuadro 9.	Zonas de riesgo priorizadas.....	24
Cuadro 10.	Gradación del Enrocado	27
Cuadro 11.	Límites de gradación del Enrocado.....	28
Cuadro 12.	Requisitos mínimos de fuerza en el geotextil para filtro.....	30
Cuadro 13.	Tensiones admisibles básicas en fundaciones para Gaviones.....	36
Cuadro 14.	Compacidad y consistencia de algunos materiales.	37
Cuadro 15.	Coeficiente “n” de Manning en función a condiciones del cauce ...	40
Cuadro 16.	Coeficientes obtenidos para las secciones del cauce.....	40
Cuadro 17.	Cálculo de Caudal de Diseño en la sección de huella B-B	41
Cuadro 18.	Cálculo de nivel del río en avenida para la sección A-A (zona 1) ..	41
Cuadro 19.	Cálculo de nivel del río en avenida para la sección C-C (zona 3) .	42
Cuadro 20.	Cálculo de nivel del río en avenida para la sección D-D (zona 4) .	42
Cuadro 21.	Parámetros geotécnicos de las muestras asumidas.....	43
Cuadro 22.	Resultados de la Gradación del Enrocado.....	46
Cuadro 23.	Coeficientes para cálculo de Borde Libre	48
Cuadro 24.	Tamaño de la piedra de relleno para gaviones.....	53
Cuadro 25.	Características del geotextil para control de finos en Gaviones	54
Cuadro 26.	Resumen de zonas de ejecución de obras en el proyecto	62
Cuadro 27.	Planilla de metrados.....	65
Cuadro 28.	Presupuesto de obra.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Gavión Caja	31
Figura 2	Configuraciones de gaviones a, b, c.....	33
Figura 3	Tipos de Falla en Gaviones de Sostenimiento	34
Figura 4	Esquema de fuerzas sobre el gavión	34
Figura 5	Fundación de Gaviones	38
Figura 6	Sección típica de Enrocado	49
Figura 7	Esquema de gavión como estructura de soporte	50
Figura 8	Abaco para cálculo de K_a	50
Figura 9	Colchón antisocavante	53
Figura 10	Sección típica de gaviones	55
Figura 11	Foto: Colocación de enrocado con maquinaria.....	56
Figura 12	Foto: Colapso de gaviones por falla producida en la fundación	57
Figura 13	Distribución de canteras cercanas	58
Figura 14	Distribución de botaderos cercanos.....	60
Figura 15	Distribución de fuentes de agua cercanos	61
Figura 16	Cronograma general de obra	69

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM: American Society for Testing and Materials
BL: Borde Libre
BS: British Standar
BVT: Bajo Volumen de Tránsito
CBR: California Bearing Ratio
CGC: Consorcio Gestión de Carreteras
Cl: Cloruros
CL: Arcilla de baja plasticidad (Según clasificación SUCS)
COV: Costos de Operación Vehicular
 Δz : Profundidad de socavación esperada
EE: Ejes Equivalentes
EG: Especificaciones Generales
EIA: Estudio de Impacto Ambiental
ENVI: Entorno para Visualización de Imágenes
Fulcro: Arista en el pie de un muro de contención
GAI-LAP: Geosynthetic Accreditation Institute-Laboratory Accreditation Program
GC: Grava arcillosa (Según clasificación SUCS)
GM: Grava Limosa (Según clasificación SUCS)
GP: Grava mal gradada (Según clasificación SUCS)
GW: Grava bien gradada (Según clasificación SUCS)
IMD: Índice Medio Diario
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
IP: Índice de Plasticidad
IRI: Índice de Rugosidad Internacional
ISO: International Organization for Standardization
Ka: Coeficiente del Empuje Activo
LL: Límite Líquido
LP: Límite Plástico
MARV: Minimum Average Roll Values
MDS: Máxima Densidad Seca
MEF: Ministerio de Economía y Finanzas

ML: Limo de baja plasticidad (Según clasificación SUCS)

mm: milímetros

M.O.: Material Orgánico

MTC: Ministerios de Transportes y Comunicaciones

n': Factor de Seguridad al Deslizamiento

n'': Factor de Seguridad al Vuelco

NP: No Presenta

PBI: Producto Bruto Interno

pH: Potencial de Hidrógeno

PPM: Partículas Por Millón

SC: Arena arcillosa (Según clasificación SUCS)

SM: Arena limosa (Según clasificación SUCS)

SNIP: Sistema Nacional de Inversiones Públicas

SO4: Sulfatos

SPT: Standard Penetration Test

SST: Sólidos totales en suspensión

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

TIR: Tasa Interna de Retorno

Tr: Período de retorno de avenida

TSB: Tratamiento Superficial Bicapa

UV: Ultravioleta

VAN: Valor Actual Neto

VPN: Valor Presente Neto

INTRODUCCIÓN

En el Perú existen carreteras que deben propiciar el desarrollo económico y social de los pueblos y ciudades mediante el intercambio de bienes y servicios, expansión del turismo y comunicaciones a través de un transporte terrestre eficiente y seguro.

Anualmente en el Presupuesto General de la República, se incluyen considerables montos en partidas específicas para la construcción, rehabilitación y conservación de carreteras.

El Gobierno del Perú mediante el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) busca el desarrollo de proyectos viales como el de la Carretera Cañete - Yauyos considerada una vía alterna a la Carretera Central, la cual se ha concesionado a la empresa CGC para realizar la conservación vial por niveles de servicio, y cuyas obras se dieron inicio el 01 de febrero del 2008.

Se toma como premisa principal para el siguiente proyecto que se debe asegurar que la Carretera Cañete – Yauyos en el tramo entre las progresivas del Km 69+000 al Km 74+000 sea una vía transitable y se mantenga así ante cualquier eventualidad del río Cañete ya sea por crecida del mismo o socavación continua de los taludes que afectan la vía.

Por lo tanto al propiciar la implementación de las obras de estabilización mediante muros de contención de enrocado ó gavionería se está asegurando la protección de la vía, en el tramo evaluado, ante la posibilidad de un colapso por condiciones desfavorables de la naturaleza y de este modo asegurar la transitabilidad constante por ella de modo de no tener que ejecutar actividades de emergencia por reparación sino mas bien poner en marcha una política de prevención.

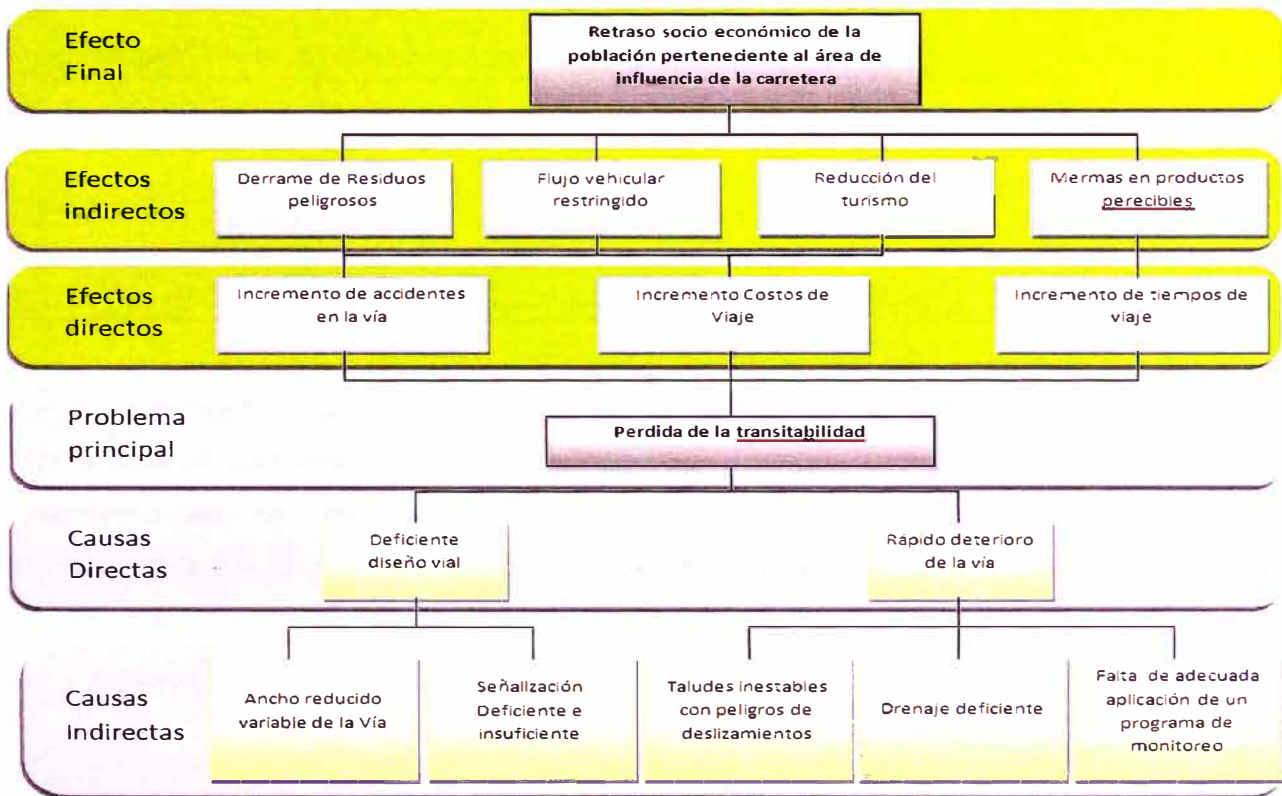
CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA

1.1 RESUMEN DEL PERFIL

1.1.1 Aspectos Generales:

El proyecto de conservación vial abarca más allá de Yauyos, una los poblados del Rio Cañete hasta Chupaca (281.73 Km.) y se localizan entre las provincias de Cañete, Yauyos, Concepción y Chupaca, de los distritos de Lima y Junín. La vía se encuentra entre los 200 a 3950 msnm y forma parte del Sistema Nacional de Carreteras correspondiente a la ruta 22 entre Cañete y Huancayo.

Del análisis de la problemática de la vía es que se han encontrado las siguientes causas de los problemas existentes:



Cuadro 1. Árbol Causa - Efecto

Se ha identificado el problema central y el objetivo principal:

PROBLEMA CENTRAL

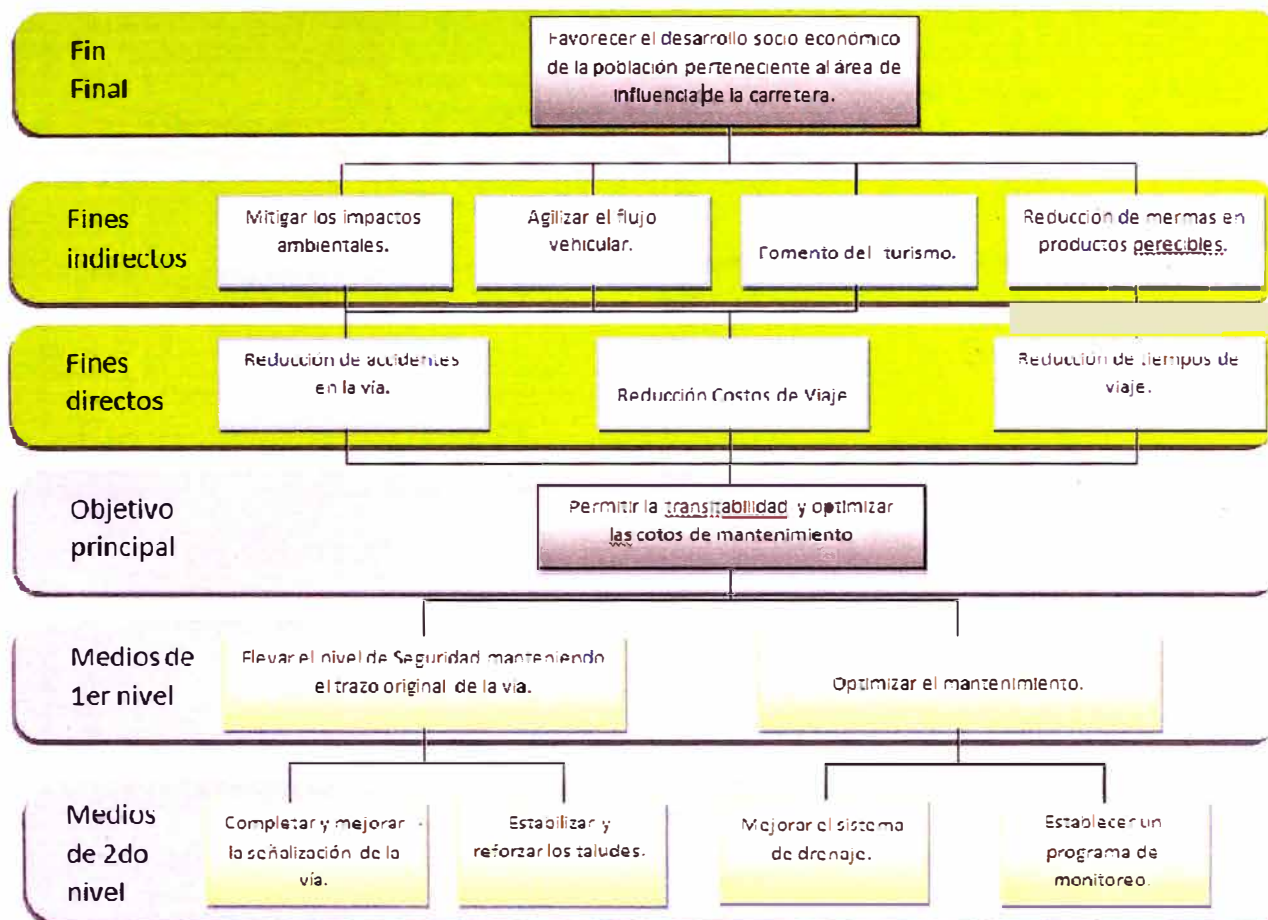
“Perdida de la transitableidad de la Carretera Cañete - Yauyos, como vía alterna a la Carretera Central”



OBJETIVO PRINCIPAL

“Permitir la transitableidad y optimizar los costos de mantenimiento de la Carretera Cañete - Yauyos, como vía

Se pretende conseguir los objetivos con el detalle del siguiente árbol de medios y fines:



Cuadro 2. Árbol Medios - Fines

Se plantean 2 alternativas de cambio de estándar que conforman un paquete de soluciones para aplicar de acuerdo a cada especialidad. Se considera que la vía se encuentra actualmente a nivel de afirmado como en la alternativa 0.

Alternativas		Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Obras de Arte y Drenaje	Obra principal:	---	Revestimiento de cunetas con mortero y piedra, y registros de ingreso y salida de alcantarillas	Revestimiento de cunetas con Concreto, y registros de ingreso y salida de alcantarillas
	Mantenimiento:	Limpieza mensual, refino de cunetas y limpieza de alcantarillas	Limpieza mensual, limpieza de alcantarillas	Limpieza mensual, limpieza de alcantarillas

Superficie de rodadura	Obra principal:	---	Cambio de estándar de afirmado a tratamiento superficial Slurry Seal.	Cambio de estándar de afirmado a Tratamiento Superficial Bicapa.
	Mantenimiento:	Mantenimiento rutinario y periódico de la superficie afirmada	Mantenimiento rutinario y periódico del sistema Slurry Seal.	Mantenimiento rutinario y periódico del sistema TSB.
Geotecnia, taludes y canteras	Obra principal:	---	Enrocado de taludes inferiores y muros de concreto ciclópeo.	Gaviones en taludes inferiores y muros de concreto ciclópeo.
	Mantenimiento:	Limpieza de derrumbes de taludes superiores.	Desquinche de taludes superiores	Desquinche de taludes superiores
Señalización y Seguridad Vial	Obra principal:	---	Reparación de señales, reparación de postes delineadores.	Reposición de señales, reposición de postes delineadores, instalación de guardavías.
	Mantenimiento:	Limpieza mensual de señales, limpieza mensual de postes de kilometraje.	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje.	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje.
Impacto Ambiental y Seguridad Vial	Obra principal:	---	Reparación de señales, reparación de postes delineadores.	Reposición de señales, reposición de postes delineadores, instalación de guardavías.
	Mantenimiento:	Limpieza mensual de señales, limpieza mensual de postes de kilometraje.	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje.	Limpieza de señales, limpieza de postes de kilometraje.

Cuadro 3. Resumen de Alternativas de Solución Perfil

1.1.2 Formulación y Evaluación:

Para la evaluación de los beneficios y costos atribuibles se está considerando que las alternativas de solución del proyecto tendrá un horizonte de 7 años.

Para el análisis de la demanda, las tasas de proyección del tráfico fueron determinadas en función de parámetros socioeconómicos como la tasa de crecimiento del PBI, tasa de crecimiento anual de la población y tasa de crecimiento anual del ingreso per cápita de los últimos 7 años para las regiones de Lima y Junín.

Para el tramo de evaluación de 5 km de la carretera Cañete – Yauyos entre las progresivas del Km 69+000 al 74+000 se está considerando como tráfico generado un 20% del IMD actual ya que en esta vía se plantea un cambio de estructura del pavimento y mejora en las obras de drenaje, protección de taludes y reparación referente a la señalización.

Para el cálculo del IMD actual se considera el conteo de la muestra ampliada a un día, obteniendo un total de 223 vehículos por día.

1.1.3 Análisis de la oferta.

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

- Se está asumiendo que la carretera se encuentra actualmente a nivel de afirmado en regular estado.
- Existen determinados tramos en donde el talud es vertical, y requiere de estabilización tanto de los taludes inferiores como de los superiores.
- Ancho variable de la vía. Se encontraron anchos menores al mínimo, de hasta 3m manteniendo el trazo original a pesar de ser deficiente.
- Inadecuado drenaje transversal, tramos en donde las cunetas requieren de un revestimiento.
- Presencia de filtraciones proveniente de los terrenos de cultivo y falta de un sistema de subdrenaje.
- Sectores críticos donde el ancho de la vía es menor debido a la presencia de taludes inestables (desmoronamiento de taludes), riberas de río erosionados, y topografía accidentada.
- La señalización es insuficiente en determinados tramos de la carretera requiriendo en ciertas zonas la instalación de guardavías para mayor seguridad en el tránsito.

1.1.4 Costos.

Para el presente perfil los costos mantenimiento de carreteras, así como los Costos Operativos Vehiculares (COV) se han basado en costos modulares elaborados por la Oficina General de Presupuesto y Planificación del MTC. Los costos de Inversión se han deducido del análisis de costos unitarios y basándose también en experiencias anteriores en zonas similares.

Para la conversión de precios financieros a precios económicos se han utilizado los factores de 0.75 para los costos de mantenimiento y 0.79 para los de inversión (recomendación del SNIP).

Se plantea que la inversión se ejecuta en el primer año. De esta manera se muestra el resumen de costos económicos de inversión y mantenimiento de las alternativas analizadas.

Alternativas de proyecto	Costo Construcción (N.S. a precios económicos)	Mant. Rutinario (N.S./Km)	Mant. Periódico (N.S./Km)
Situación Base – Sin Proyecto	-----	141,554.33	171,296.20
Alternativa 1 – Con Proyecto (Sistema Slurry Seal)	1,795,953.85	163,573.02	27,787.19
Alternativa 1 – Con Proyecto (Sistema TS Bicapa)	2,552,995.37	159,021.75	28,070.68

Cuadro 4. Presupuesto Resumen de Alternativas de Perfil

VAN de la Alternativa 1

Año	Sin Proyecto Afirmada Regular Estado	Mejoramiento con Slurry Seal	Ahorro por Costos Manten.	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto (\$)
2,009		506,716	-506,716		-506,716
2,010	288,843	212,978	75,865	49,153	125,019
2,011	288,843	212,978	75,865	50,995	126,861
2,012	294,966	228,758	66,208	52,915	119,123
2,013	348,674	212,978	135,696	54,917	190,613
2,014	288,843	212,978	75,865	57,003	132,869
2,015	294,966	228,758	66,208	59,178	125,386
2,016	288,843	212,978	75,865	61,446	137,312
					581,551
VAN (14%)					74,835

VAN de la Alternativa 2:

Año	Sin Proyecto Afirmada Regular Estado	Mejoramiento con TSB	Ahorro por Costos Manten.	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto (\$)
2,009		720,309	-720,309		-720,309
2,010	288,843	205,953	82,891	86,159	169,050
2,011	288,843	205,953	82,891	89,378	172,268
2,012	294,966	230,842	64,124	92,732	156,856
2,013	406,894	205,953	142,722	96,228	238,950
2,014	288,843	205,953	82,891	99,873	182,764
2,015	294,966	230,842	64,124	103,673	167,797
2,016	288,843	205,953	82,891	107,635	190,526
					775,704
VAN (14%)					55,395

1.1.5 Beneficios.

Los trabajos de mejora en la carretera van a generar beneficios atribuibles al proyecto, como son:

- a) Reducción de COV.
- b) Ahorros de tiempos de los usuarios.
- c) Reducción de costos de mantenimiento de la vía.

1.1.6 Evaluación Social.

Los pueblos beneficiados por el servicio de mantenimiento y conservación vial concentran una población total estimada de 73,205 habitantes (según el INEI 2005).

Las características de las viviendas en su gran mayoría son de material rústico, es decir están conformadas de paredes de adobe o tapial con techos de calamina o tejas, sin embargo en la localidad de Nuevo Imperial existe predominancia de viviendas construidas con ladrillo y cemento.

La mayoría de las viviendas de los pueblos en el tramo de la carretera en mantenimiento ya cuentan con servicio de agua y algunos con alcantarillado, pero en general el servicio es deficiente. Se observa en todos los pueblos la existencia de servicio de energía eléctrica.

1.1.7 Análisis de Sensibilidad.

Para el presente trabajo se efectuó un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta la variación de los costos de inversión inicial para la alternativa seleccionada alrededor de 10%.

Para el caso de incrementarse los costos de inversión en un 10% el VAN se reduce a \$ 24,163 aún de modo positivo, mientras que para el caso en que los costos disminuyen 10%, el VAN se incrementa a \$ 125,507.

Por lo que se puede apreciar que el VAN para una variación del 10% sigue siendo rentable, no así en la alternativa 2 en que se vuelve negativo.

1.1.8 Sostenibilidad.

Del análisis realizado líneas arriba, es importante destacar que a un nivel de perfil la rentabilidad del proyecto es positiva y que los costos de inversión se ven justificados con los ahorros producidos. Sin embargo el estudio de Tráfico y los supuestos planteados inicialmente dependen de tasas de crecimiento constantes a fin de mantener la rentabilidad del proyecto.

El proyecto de monitoreo y mantenimiento para el cambio de estándar permite darle la categoría de sostenible, ya que es económicamente rentable desarrollar el proyecto y su respectivo mantenimiento.

1.1.9 Impacto Ambiental:

El estudio de impacto ambiental (EIA), es un instrumento necesario para la conservación y el uso racional sostenido de los recursos naturales. Es un método de análisis que sirve para confrontar la característica del medio ambiente en su medio actual con las características del proyecto a ejecutarse tanto en su etapa de construcción como en la de operación para estimar los posibles impactos ambientales y buscar la manera de mitigarlos o potenciarlos.

Como objetivo específico se pretende lograr la conservación del entorno ambiental mediante un monitoreo continuo a fin de establecer un conjunto de medidas socio-ambientales específicas para mejorar y/o mantener la calidad ambiental del área comprometida.

1.1.10 Selección de alternativa más conveniente.

Se obtiene un mayor VAN con la alternativa 1 (\$ 74,214) y una mayor TIR (18%) que suponen elevar el estándar de la vía a una con tratamiento

superficial Slurry Seal, sin embargo no dista mucho de la alternativa 2 evaluada para el TSB que resulta con un VAN positivo también.

El costo de inversión estimado para la alternativa 1 seleccionada asciende a S/.1,795,953.85 con un promedio de costo anual por KM de S/.163,573.02 para el mantenimiento rutinario y de S/.27,787.19 para el periódico.

1.1.11 Conclusiones y Recomendaciones

- Para un periodo de 7 años se verificó que la solución más rentable para el contratista desde del punto de vista económico, es la alternativa 1.
- A pesar que en las alternativas 1 y 2 los VAN están bastante cercanos y se podría decir que ambos son viables, el análisis de sensibilidad nos indica que para una variación de 10% el VAN se hace negativo para la alternativa de TSB quedando como mejor la de tratamiento con Slurry Seal.
- Para un plan a largo plazo, en el cual se proyecte cambiar el diseño geométrico y adicionalmente cambiar el tratamiento superficial por una carpeta asfáltica, se plantean 2 opciones:
 - a. Deberá ampliarse el período de concesión de 7 años a 20 años para generar un VAN rentable, de lo contrario se generarán proyectos de concesión consecutivos en base a tratamientos superficiales y sin cambios en el trazo por falta de rentabilidad en las propuestas elaboradas por los postores en dichas licitaciones.
 - b. Generar un financiamiento a largo plazo mediante el cual el MEF impulsaría el cambio de estándar a un pavimento de carpeta asfáltica y cambio de diseño geométrico mediante períodos de 7 años bajo la salvedad que en el 1er período de concesión no sea rentable el proyecto, en vista de que en el 2do y 3ero recién se justifique la inversión.
- Para períodos mayores a 7 años, los beneficios obtenidos por reducciones de COV y las tasas empleadas para la proyección del tráfico, presentarán una incertidumbre mayor, por lo que se deberán emplear factores de reducción para obtener proyecciones conservadoras.
- En la evaluación de un cambio de estándar, se debe considerar dentro de los costos, los concernientes a obras complementarias debido a que dichas inversiones están asociadas a la protección de la estructura del pavimento.



1.2 ANALISIS DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

De acuerdo al informe del perfil se tiene un inventario de problemas existentes en los 5 km de la vía evaluada. De estos nos enfocaremos en el análisis de los problemas encontrados en los taludes adyacentes a la vía. La gestión para la estabilidad de taludes es de suma importancia ya que su estado tiene influencia directa sobre la vida útil de las carreteras.

En el caso específico de la vía Cañete – Yauyos, en el tramo delimitado por las progresivas entre el Km 69+000 y Km 74+000 se tiene que los taludes en mención se encuentran en un estado deficiente de conservación.

Respecto a las canteras activas de las cuales se obtienen los materiales para la conservación de la vía (o cambio de estándar de ser necesario), no es alcance del presente informe su análisis ya que se cuenta con suficiente información en los estudios del CGC, sin embargo se hará mención de las que se encuentran en la zona a ser utilizadas como materia prima para las obras en la carpeta de rodadura o en el drenaje. Para las obras relativas a la protección de taludes se considerará como cantera de agregados al mismo río en las zonas de evaluación.







De la visita de campo efectuada el día 16 de setiembre del 2009, se pudo efectuar el inventario de los daños actuales y problemas en los taludes de la vía que se detallan en el Cuadro 5 detallado a continuación:

PROGRESIVA	DESCRIPCION <Talud Superior, <Talud inferior	EVIDENCIA
69+060	Existen 20m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.5m a la carpeta de rodadura. Existen rocas sueltas en talud superior en un tramo de 20m. 60°, 70°	
69+100	Existen 25m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.5m a la carpeta de rodadura. 90°, 60°	







Continúa...

PROGRESIVA	DESCRIPCION <Talud Superior, <Talud inferior	EVIDENCIA
69+120	Existen 40m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.4 m a la carpeta de rodadura. 50°,60°	
69+140	Existen rocas sueltas de hasta 1.5 m de diámetro en un tramo de 20m. 80°,70°	
69+160	Existe material suelto en un tramo de 40m. 40°,60°	
69+220	Existen 20m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.7m a la carpeta de rodadura. Existen rocas sueltas en el talud superior en un tramo de 20m. 45°,75°	
69+280	Existe un tramo de 40 m de talud inferior desprotegido. 50°,45°	
69+320	Existen rocas sueltas en el talud superior en un tramo de 100m. 35°, 60°	


Continúa...

PROGRESIVA	DESCRIPCION <Talud Superior, <Talud inferior	EVIDENCIA
69+600	Existen 20m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.3m a la carpeta de rodadura. Existen rocas sueltas en el talud superior. 70°, 70°	
69+900	Existen 20m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.3m de carpeta asfáltica y peligro de socavación. 60°, 70°	
70+000	Existen 30m de talud inferior a estabilizar con un borde de 0.3m a la carpeta de rodadura. 65°, 50°	
70+080	Existe un tramo de 60 m de talud inferior desprotegido. 45°, 40°	
70+200	Existen rocas sueltas en el talud superior en tramo de 50m y línea de vía ha sido destruida. 35°, 45°	
70+350	Existe un talud inferior de 25m con peligro de socavación y ha tomado parte de la calzada pero con abundante vegetación. 75°, 50°	

Continúa...

PROGRESIVA	DESCRIPCION <Talud Superior, <Talud inferior	EVIDENCIA
70+800	Existe un talud superior con 200m de caída de rocas. 35°, 50°	
71+350	Talud inferior con bajo riesgo de desprenderse en tramo de 30m. (posee murete pircado) 85°, 70°	
72+360	Talud inferior con bajo riesgo de desprenderse en tramo de 20m (en 2 sub-tramos) 85°, 70°	
72+520	Talud inferior erosionado y superior con caída de rocas en tramo de 40m. 50°, 45°	
73+600	Talud inferior con peligro de socavación en un tramo de 50m y a 0.2m de la carpeta de rodadura. 80°, 45°	
73+830	Talud inferior con peligro de socavación en un tramo de 50m y a 0.2m de la carpeta de rodadura. 80°, 60°	

Continúa...

PROGRESIVA	DESCRIPCION <Talud Superior, <Talud inferior	EVIDENCIA
73+900	Talud inferior con peligro de socavación en un tramo de 120m y a 0.2m de la carpeta de rodadura. 70°, 60°	

Cuadro 5. Registro de daños geotécnicos en el tramo evaluado

Se tiene así una cuantificación de todas las zonas con problemas en los taludes superiores e inferiores las cuales se han subdivido según el riesgo que presentan.

Para obtener la clasificación por niveles de riesgo se ha utilizado una matriz (ver Cuadro 6) con la cual podemos hacer una evaluación cualitativa permitiéndonos asignar uno de tres posibles niveles (alto, medio o bajo) según el riesgo de pérdida de la vía y los costos asociados a esta para determinar las zonas de riesgo sobre las cuales se ejecutarán las obras de estabilización. Dicha matriz trabaja según la probabilidad de que ocurran daños (PROBABILIDAD / FRECUENCIA) y su severidad (CONSECUENCIA).

		RIESGOS GLOBALES PARA EL PROYECTO					
CONSECUENCIA	Colapso de Vía (pérdida en el Proyecto)	1	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Cierre temporal (afecta costos)	2	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Cierre temporal (no afecta costos)	3	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO
	Reparación toma horas (maquinaria)	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO
	Reparación instantánea	5	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO
			A	B	C	D	E
			COMUN	HA OCURRIDO	PUEDE OCURRIR	NO ES PROBABLE	CASI IMPOSIBLE
			PROBABILIDAD / FRECUENCIA				

Cuadro 6. Matriz Probabilidad-Consecuencia para evaluación de zonas de riesgo

Aplicando los criterios de evaluación de la matriz anterior mostrada tenemos que para las 21 zonas de problemas en taludes identificados se tienen:

Zona		Talud Superior	Talud Inferior		Riesgo
		Zona con peligro de caída de rocas	Zona con peligro de socavación (*)	Zona con peligro de derrumbe	
Item	Progresiva	m2	m	m	
1	69+060	100	30		M
2	69+100		35		M
3	69+120		50		M
4	69+140	200			M
5	69+160	300			M
6	69+220	200	30		M
7	69+280		50		M
8	69+320	500			B
9	69+600	100		25	M
10	69+900		30		B
11	70+000		40		B
12	70+080		70		A
13	70+200	400			M
14	70+350		35		M
15	70+800	800			M
16	71+350			35	M
17	72+360			25	M
18	72+520	200	50		B
19	73+600		60		A
20	73+830		60		A
21	73+900		130		A
Total		2800	670	85	

Cuadro 7. Inventario de todas las Zonas de Riesgo

(*) Se considera aprox. 10 m. de longitud adicional para el metrado de las obras de protección ya que en la identificación se midió exactamente la zona deteriorada.

1.3 PROBLEMA PRINCIPAL

El tramo de 5 Km en estudio de la carretera Cañete-Yauyos del Km 69+000 al Km 74+000 presenta, por sectores específicos, gran inclinación de los taludes inferiores, limitada o nula distancia a la carpeta de rodadura de la vía y cercanía del río Cañete lo que produce erosión en la base de los mismos. Todo ello pone en riesgo la integridad de la vía y un probable colapso de los terraplenes en caso se incremente el caudal del río; esto se ve agravado por la estrechez de la carretera en dichos sectores.

La priorización de las obras a proteger se da según la siguiente equivalencia:

RIESGO	ACCION
ALTO (A)	Evaluación para ejecución (obras)
MEDIO (M)	Atenuado con mantenimiento mayor
BAJO (B)	Atenuado con mantenimiento menor

Cuadro 8. Matriz de Riesgo-Acción

Según la evaluación de la matriz de riesgos se tiene que las zonas más críticas objeto del presente estudio son las siguientes:

Zona		Talud Inferior	Riesgo	Tramo	Angulo de Talud
		Zona con peligro de erosión			
Item	Progres.	m			
12	70+080	70	A	Recto (Zona 1)	40°
19	73+600	60	A	Curva ligera cóncava (Zona 2)	45°
20	73+830	60	A	Curva convexa (Zona 3)	60°
21	73+900	130	A	Curva convexa (Zona 4)	60°
Total		320			

Cuadro 9. Zonas de riesgo priorizadas

De esta evaluación se puede inferir que el principal problema geotécnico presentado es la erosión de los taludes inferiores del tramo de vía analizado y es el objeto de estudio del presente informe.

CAPITULO II: ANALISIS PARA LA PROTECCION DE TALUDES

2.1 GENERALIDADES

En la identificación de las zonas en las que se proyectarán obras para su estabilización se definieron un total de 320 m. en longitud del talud inferior que deben ser protegidos con obras de defensa ribereña ya que las aguas del río Cañete han iniciado aquí un proceso de socavación que ponen en serio riesgo la integridad de la vía. Actualmente estas zonas presentan gran inclinación (desde 40° a 60°), material suelto, escasa vegetación y aguas del río Cañete que llegan casi al pie del talud que en promedio presentan 8 m de altura.

También se han identificado 85 m. de tramo de talud inferior de la vía que presentan un riesgo aceptable de derrumbe y en la actualidad están sostenidos con pequeños muros pircados. Se han cuantificado además 2800 m² de taludes con riesgo de caída de rocas pero según la evaluación realizada no presentan un riesgo alto.

Dado que el problema principal es la erosión de los taludes inferiores de la vía es que se plantearon 2 alternativas de solución para su protección como defensa ribereña en la elaboración del informe a nivel de Perfil:

- A) Enrocados
- B) Gaviones

A priori se optó (en el desarrollo del Perfil) por el empleo del enrocado puesto que aparentemente es más rentable debido a la rapidez de su apilado con material del lecho que se encuentre cercano, sin embargo existen otras muchas variables las cuales se evaluarán para determinar cuál de estas es probadamente la solución adecuada.

La altitud del tramo en evaluación tiene desde los 960 msnm. en la progresiva km. 69+000 hasta 1025 msnm en el km. 74+000.

2.2 FUNDAMENTO TEORICO

2.2.1 Protección con Enrocado

En el lecho de un río existen dos situaciones distintas: taludes laterales y taludes de fondo. En los primeros las obras de protección corresponden a muros de defensa fluvial y los segundos a barreras transversales al flujo, del tipo barreras fijas.

El uso de enrocados es generalmente más económico que otros tipos de revestimiento, además de ser fácil de reparar (cuando existe material disponible) y por tener la capacidad de reacomodarse.

La estabilidad de un enrocado depende, en gran parte, de la magnitud de la velocidad del flujo tangencial, de la dirección de la corriente principal en relación con el plano del enrocado, el ángulo del talud del enrocado, las características de la roca y del suelo del talud sobre el cual se emplaza.

En general las fórmulas desarrolladas son válidas para velocidades tangenciales al talud con un nivel de turbulencia normal, este aspecto debe considerarse al momento del diseño, ya que por lo general la intensidad turbulenta aguas abajo de estas estructuras es muy superior al valor normal.

Para el cálculo del diámetro de roca necesario se hará uso del método de Estabilidad de Momentos.

Factores para considerar

Cuando se cuenta con el volumen de piedra requerida, el enrocado es generalmente el medio más barato para la cobertura de la ladera de protección. El enrocado tiene muchas ventajas sobre otros tipos de protección: es una cobertura flexible y no se daña ni debilita por movimiento ligero del lecho; pueden presentarse daños locales o pérdida de alguna sección pero esta se repara fácilmente con la colocación de piedra en el área dañada. Su construcción no es complicada por lo tanto no se requiere un equipo especial y/o personal calificado en este rubro (salvo operadores de maquinaria). El enrocado normalmente es durable, recuperable y puede acumularse para un uso posterior. El costo del enrocado da una alternativa viable sobre otros tipos de protección ribereña. Aunque el enrocado debe ponerse al nivel apropiado debajo del lecho del cauce, no hay una regla específica. La apariencia del enrocado es natural

pero con el paso del tiempo y debido al contacto con el agua empieza a crecer vegetación entre las hendiduras de las piedras.

Los factores más importantes a ser considerados en el enrocado son los siguientes:

- La durabilidad de la roca.
- La densidad de la roca.
- La velocidad (magnitud y dirección) del flujo.
- La pendiente del lecho de río.
- El ángulo de reposo de la roca.
- La forma, angulosidad y peso de las rocas.
- Espesor de protección que se requiere.
- La necesidad de un filtro entre el banco y la cobertura para prevenir la corrosión del banco a través de esta.

Criterios para la Distribución del tamaño de las rocas

El enrocado bien graduado desarrolla una armadura. Es decir algunos de los materiales más finos, incluso los tamaños D_{50} y más grandes, se transportan por las velocidades altas, pero a su vez van dejando una capa de tamaños de piedras grandes que no pueden transportarse bajo las condiciones de flujo dadas. Así, el tamaño representativo de la piedra para la estabilidad del enrocado es determinado por los tamaños más grandes de piedra. El tamaño de grano representativo D_m para el enrocado es más grande que el tamaño de la piedra del medio D_{50} . Según recomendaciones de *Highways in the River Environment* la gradación del enrocado recomienda sea como en el Cuadro 10:

GRADACION DEL ENROCADO	
D_0	$0.25 \times D_{50}$
D_{10}	$0.35 \times D_{50}$
D_{15}	$0.43 \times D_{50}$
D_{20}	$0.50 \times D_{50}$
D_{30}	$0.65 \times D_{50}$
D_{40}	$0.80 \times D_{50}$
D_{50}	$1.00 \times D_{50}$
D_{60}	$1.20 \times D_{50}$
D_{70}	$1.60 \times D_{50}$
D_{85}	$1.75 \times D_{50}$
D_{90}	$1.80 \times D_{50}$
D_{100}	$2.00 \times D_{50}$

Cuadro 10. Gradación del Enrocado

Léase el Cuadro 10 como los porcentajes de tamaños medios en función del D_{50} que debe tener el enrocado como máximo.

La gradación de las piedras del enrocado afecta la resistencia a la erosión. Los límites de la gradación no deben ser tan estrictos ya que esto repercutirá en los costos de producción. Deberá graduarse razonablemente cada carga del enrocado desde el tamaño más pequeño hasta el tamaño más grande.

En el Cuadro 11 se presentan los límites de gradación:

Rango del Tamaño de Roca	Porcentaje de Gradación Menor que:
1.50 D_{50} a 1.70 D_{50}	100
1.20 D_{50} a 1.40 D_{50}	85
1.00 D_{50} a 1.15 D_{50}	50
0.40 D_{50} a 0.60 D_{50}	15

Cuadro 11. Límites de gradación del Enrocado

Espesor del enrocado (t)

Se recomiendan que el espesor del enrocado deba ser lo suficiente para acomodar la roca de mayor tamaño. Se podrá adoptar: $t = 2 D_{50}$, al menos hasta la mitad de su altura.

Criterios de diseño de filtros

Un filtro es una capa de transición de arena gruesa, piedra pequeña, o tejido puesta entre la tierra subyacente y la estructura. El filtro previene la migración de las partículas de tierra fina a través de la estructura, distribuye el peso de las unidades de la armadura para producir la presión más uniforme, y alivia los esfuerzos de presiones hidrostáticas dentro de las tierras. Los filtros deben reunir dos requisitos básicos: la estabilidad y la permeabilidad.

Normalmente se usan dos tipos de filtros: granular y filtros de geotextil.

Filtros de material granular:

Los filtros granulares deben conformarse por una capa de arena gruesa bien graduada que debe ponerse encima del terraplén o río antes de la colocación del enrocado. El tamaño de la arena gruesa en la manta del filtro debe ser de 5 mm (3/16 pulg.) y un límite superior que depende de la gradación del enrocado con un tamaño máximo de aproximadamente 76 a 89 mm (3 a 3½ pulg.). El espesor del filtro puede variar, dependiendo del espesor del enrocado pero no debe ser menor de 228 mm (9 pulg.). Las características técnicas sugeridas para la gradación son como sigue:

$$\frac{D_{50(\text{Filtro})}}{D_{50(\text{Base})}} < 40 \qquad 5 < \frac{D_{15(\text{Filtro})}}{D_{15(\text{Base})}} < 40 \qquad \frac{D_{15(\text{Filtro})}}{D_{85(\text{Base})}} < 5$$

Si el material es una tierra cohesiva de grano fino, como grasa o arcilla delgada, estos requisitos no son aplicables y el criterio de estabilidad es que los D_{15} se clasifican según el tamaño del filtro que no puede exceder 0.4 mm. Si el filtro se diseña para la protección contra el flujo ascendente de agua, el filtro graduado se construye para que cada capa sea más tosca que el de más abajo.

El espesor de la manta del filtro debe ir de 6 pulg. (15 cm.) a 15 pulg. (38 cm.) para una sola capa, o de 4 pulg. (10 cm.) a 8 pulg. (20 cm.) para las capas individuales de una manta de capa múltiple.

Filtros de Geotextil:

Los filtros sintéticos son otra alternativa frente a los filtros granulares.

- **Ventajas:**

- La instalación es generalmente rápida y eficiente.
- Son consistentes y tienen una calidad de material más confiable.
- Poseen capacidad de deformación con el enrocado y permanecen continuos.

- **Desventajas:**

- Puede haber dificultad para colocarlos debajo del agua.
- El desarrollo de bacterias dentro del suelo, o sobre el filtro puede alterar el comportamiento hidráulico definido en las especificaciones de fábrica.

Otras consideraciones de este tipo de filtros:

- La durabilidad:

El término incluye la estabilidad química, biológica, termal, y ultravioleta (UV).

Los ríos y escurrimientos pueden contener materiales que pueden ser dañinos al geotextil, comúnmente los polímeros sintéticos no se deterioran o se pudren en contacto prolongado con la humedad.

- Fuerza y Resistencia a la Abrasión:

Los requerimientos de las propiedades dependerán del tamaño, el peso, la forma de la piedra del enrocado, manejo, técnicas de colocación y la severidad de las condiciones hidráulicas (velocidad de la línea de flujo, altura, cambios rápidos del nivel del agua, etc.). La abrasión puede ser el resultado del movimiento de las rocas del enrocado producto de la acción de las corrientes. Las propiedades de fuerza generalmente consideran primero la importancia del esfuerzo cortante, estabilidad, rasgado, punzonamiento y resistencia a la explosión. El Cuadro 12 muestra los valores de la fuerza mínima recomendada:

TIPO DE FUERZA	PRUEBA	CLASE A	CLASE B
Fuerza de Tensión (N)	ASTM D 4632	200	90
Alargamiento (%)	ASTM D 4632	15	15
Punzonamiento (N)	ASTM D 4833	80	33
Rasgue (N)	ASTM D 4533	50	30
Abrasión (N)	ASTM D 3884	55	25
Costura (N)	ASTM D 4632	180	80
A la explosión (N)	ASTM D 3786	320	140

Cuadro 12. Requisitos mínimos de fuerza en el geotextil para filtro

Bajo las condiciones más severas se usa la clase A, como cuando la altura de caída es menos de 3 pies y el peso de la piedra no debe exceder las 250 libras. La clase B deberá ser protegida por un cojín de arena o la altura de caída debe ser cero.

- Material del Revestimiento

El material del enrocado, minimiza o disipa las fuerzas hidráulicas y protege el geotextil extendido frente a la exposición de la radiación UV.

2.2.2 Protección con Gaviones:

Las estructuras en gaviones están constituidas por elementos metálicos confeccionados con telas de malla hexagonal a doble torsión, rellenos con piedras. Estas estructuras son extremadamente ventajosas desde el punto de vista técnico y económico, para la construcción de estructuras de contención, pues poseen un conjunto de características funcionales que no existen en otros tipos de estructuras.

Tienen muchos usos pero en este caso los diseñaremos para funcionar como defensa ribereña y contención de taludes.

Los gaviones caja son elementos en forma de prisma rectangular, subdivididos internamente en células, mediante la inserción de diafragmas durante el proceso de fabricación.

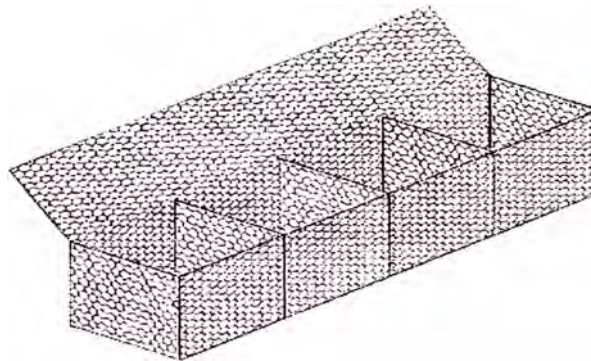


Figura 1 Gavión Caja

Material de Relleno:

Los materiales más usados son aquellos provenientes de canteras (piedra de cantera) o de lechos de ríos (canto rodado). Por obvias razones se debe preferir materiales de mayor peso específico y evitar materiales friables, lavables o porosos, sobretodo en regiones muy frías.

La granulometría del material debe situarse entre una y dos veces la dimensión "D" de la malla de alambre, a fin de evitar la fuga del material y garantizar el mayor peso específico posible de la estructura.

Existen muchas formas de falla y contra los cuales se debe verificar su estabilidad.

Dimensionamiento Simplificado

El dimensionamiento simplificado es de gran utilidad para la fase de viabilidad técnico económico de la estructura o cuando la concepción de la obra no exige cálculos más completos.

Criterios teóricos:

Se adopta para el cálculo del empuje la teoría de Coulomb (1776), que admite las siguientes hipótesis:

- La superficie de rotura del suelo es plana;
- La fuerza de rozamiento interno se distribuye uniformemente a lo largo de la superficie de rotura;
- La cuña de terreno entre la superficie de rotura y la estructura se considera indeformable;
- Se desarrolla un esfuerzo de rozamiento entre la estructura y el suelo en contacto, lo cual hace que la recta de acción del empuje activo se incline un ángulo δ (ángulo de fricción suelo-estructura) respecto a la normal al paramento interno del muro;

El problema se analiza como bidimensional, tomando una franja unitaria del muro, considerando la estructura como continua e infinita.

Una de las ventajas de utilizar la teoría de Coulomb es la posibilidad de analizar estructuras con paramento interno vertical.

Dada la permeabilidad de las estructuras en gaviones se puede, con seguridad, despreciar el empuje hidrostático.

Para disminuir el coeficiente del empuje activo es conveniente inclinar el muro contra el terreno un ángulo α . El valor adoptado generalmente para dicho ángulo es de 6° , pudiendo llegar a 10° sin ningún problema.

Las configuraciones más utilizadas para los muros en gaviones, son las mostradas en las figuras 3a y 3b, teniendo en cuenta que una estructura con escalones externos, a igualdad de altura y volumen de empuje, transmite menores tensiones al suelo de fundación.

Para estructuras de mucha altura y/o sujetas a grandes sobrecargas se recomienda ampliar la base en la dirección del paramento externo como se muestra en la Figura 3c.

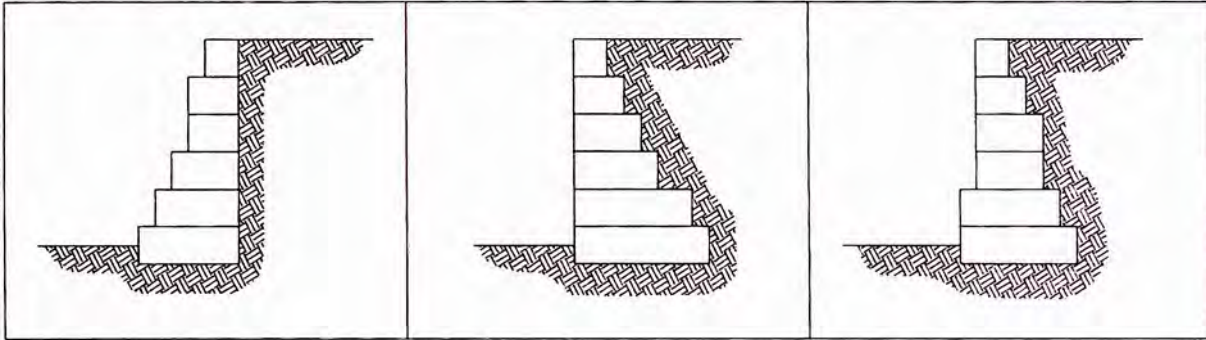


Figura 2 Configuraciones de gaviones a, b, c.

Calculo de empuje:

Como se sabe, el empuje activo actúa sobre una estructura de contención solamente cuando esa estructura es suficientemente deformable. Caso contrario, como por ejemplo en estructuras muy rígidas de hormigón, el empuje actuante es superior al empuje activo. En las estructuras en gaviones, por su característica de flexibilidad, se puede admitir que toda la altura del suelo a ser contenido es movilizado y por lo tanto, el empuje actuante sobre las mismas es el activo.

Debe también tenerse en cuenta que el valor de la cohesión de un suelo varía mucho en función de la humedad del mismo. Debido a esto, se recomienda, para un cálculo simplificado, despreciar la cohesión, pues el adoptar valores inadecuados puede llevar a empujes que no son reales, comprometiendo totalmente el dimensionamiento de la estructura.

Tras el muro se admite una distribución uniformemente variada de presiones, con lo cual el empuje toma una configuración triangular.

Para facilitar la determinación del coeficiente K_a del cual depende el empuje activo E_a , existen ábacos que se presentan más adelante en el cálculo de diseño.

Verificación de estabilidad:

Cualquiera que sea el tipo de estructura de contención, es necesaria su verificación contra los diversos tipos de ruptura. En el caso de estructuras en gaviones los principales tipos de ruptura que pueden ocurrir son presentados en la Figura 4.

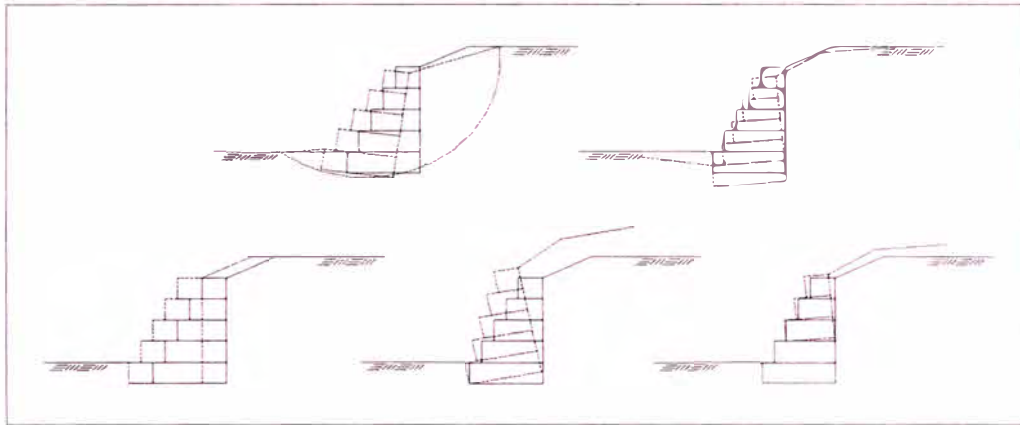


Figura 3 Tipos de Falla en Gaviones de Sostenimiento

Para un dimensionamiento simplificado como el que efectuaremos en el presente Informe de Suficiencia, las verificaciones son:

- Seguridad al deslizamiento
- Seguridad al vuelco
- Tensiones transmitidas al suelo de fundación (ruptura del suelo de fundación)

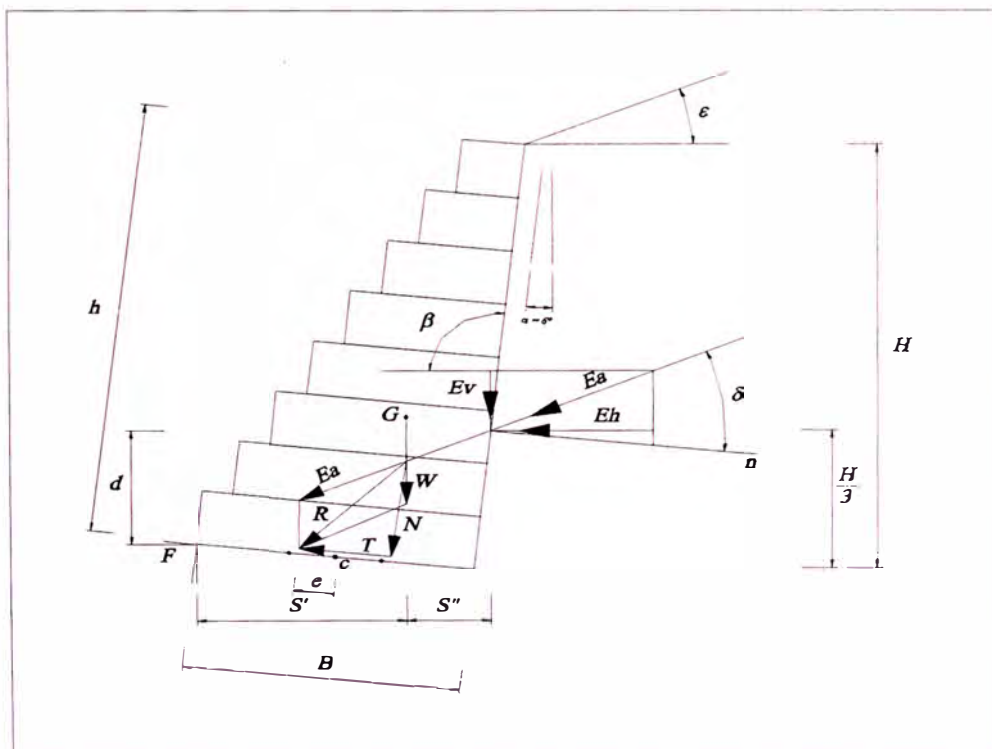


Figura 4 Esquema de fuerzas sobre el gavión

Verificación de la seguridad al deslizamiento:

El deslizamiento del muro ocurre cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de su base no es suficiente para contraponerse a la componente horizontal del empuje activo.

La verificación contra el deslizamiento se realiza comparando la fuerza resistente disponible a lo largo de la base del muro, con la fuerza desestabilizante del muro. Esta última se determina a partir del equilibrio de las fuerzas que actúan sobre la estructura de contención y por lo tanto tenemos:

$$\eta' = \left(\frac{F_{en} \operatorname{tg} \varphi + F_{eh}}{F_m} \right) \geq 1,5$$

Donde:

- η' = Factor de seguridad al deslizamiento
- F_{en} = Fuerza estabilizante normal = $[(W+E_v)\cos\alpha + E_n\sin\alpha]$
- F_{eh} = Fuerza estabilizante horizontal = $[(W+E_v)\sin\alpha + C_B]$
- F_m = Fuerza movilizante
- W = Peso propio de la estructura (*)
- E_v = Componente vertical del empuje activo
- E_h = Componente horizontal del empuje activo

Para la verificación del deslizamiento se ha transformado la fuerza normal en horizontal multiplicándola por el coeficiente f (fricción suelo gavión). Por seguridad se adopta siempre el mismo valor de $f = \operatorname{tg}\varphi$, independientemente de la cohesión, admitiéndose que el deslizamiento se produce entre terreno-terreno.

Verificación de la Seguridad al Vuelco:

La estabilidad de la estructura al vuelco es verificada por la comparación entre los momentos de las fuerzas activas estabilizantes (el peso propio del muro y la componente vertical del empuje activo), con los momentos de las fuerzas activas desestabilizantes (la componente horizontal del empuje activo).

$$\eta'' = \frac{M_{res}}{M_v} \geq 1,5$$

Donde:

- M_{res} = Momento resistente = $Ws' + Evs$
- M_v = Momento volcador = $E_h \cdot d$

- H = Altura total del muro de gaviones
- d = Distancia vertical entre el fulcro (pie de gavión) y el punto de aplicación del empuje
- s = Distancia horizontal entre el fulcro y el punto de aplicación del empuje

$$s = B \cos \alpha - \frac{H}{3} \left(\frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} \right) \frac{1}{\tan \beta}$$

- s' = Distancia horizontal entre el fulcro y el centro de gravedad (G)

$$s' = X_g \cos \alpha + Y_g \sin \alpha$$

- X_g y Y_g son las coordenadas del centro de gravedad de la estructura, referidas a un sistema de ejes cartesianos, cuyo origen coincide con el punto F.

Verificación de las tensiones transmitidas al terreno:

Principalmente cuando se está dimensionando estructuras de relevante altura, o en presencia de suelos de fundación con limitado ángulo de fricción interna, es necesario verificar si la resistencia del suelo es mayor que las tensiones de compresión transmitidas por la estructura.

Para facilitar el trabajo se presenta el Cuadro 13, que da la tensión admisible en función del tipo de suelo:

TENSIONES ADMISIBLES BASICAS PARA TERRENOS DE FUNDACION	Kg/cm ²
Roca viva, maciza sin laminaciones, fisuras o signos de descomposición, tales como: gneis, granito, basalto	100
Rocas laminadas, con pequeñas fisuras, estratificadas tales como: esquistos	35
Depósitos compactos y continuos de rocas y piedras de diversos tipos	10
Suelo cementado	8
Grava compacta o mezclas compactas de arena y grava	5
Grava suelta o mezclas de arena y grava. Arena gruesa compacta.	3
Arena gruesa suelta. Arena fina compacta.	2
Arena fina suelta	1
Arcilla dura	3
Arcilla compacta	2
Arcilla medianamente compacta	1
Arcilla blanda	Se exigen estudios especiales o experiencias locales.
Arcilla muy blanda	
Rellenos	
Otros suelos no incluidos en esta tabla	

Cuadro 13. Tensiones admisibles básicas en fundaciones para Gaviones

El Cuadro 14 nos indica la tensión admisible en función del SPT en suelos de tipo arenas y arcillas.

ARENAS		
Resistencia a la penetración N (golpes/30cm) – SPT	Compacidad	Tensión admisible (kg/cm ² – fundación directa) Zapatas 3x3m
0 – 4	Muy suelta	---
4 – 10	Suelta	0,8
10 – 30	Media	0,8 – 3,0
30 – 50	Compacta	3,0 – 5,0
50	Muy compacta	5,0
ARCILLAS		
Resistencia a la penetración N (golpes/30cm) – SPT	Consistencia	Tensión admisible (kg/cm ² – fundación directa) Zapatas cuadradas
2	Muy blanda	0 – 0,45
2 – 4	Blanda	0,45 – 0,90
4 – 8	Media	0,90 – 1,80
8 – 15	Compacta	1,80 – 3,60
15 – 30	Muy compacta	3,60 – 7,20
30	Dura	7,20

Cuadro 14. Compacidad y consistencia de algunos materiales.

La capacidad portante del suelo debe sin embargo ser calculada en función de sus características aplicando las expresiones de Terzaghi, Hansen, Meyerhoff, etc.

Podemos suponer que exista una distribución lineal de tensiones sobre el terreno. Cuando la resultante cae dentro del núcleo central de inercia las tensiones resultan:

$$\sigma_2, \sigma_1 = \frac{N}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \quad \text{con} \quad e < \frac{B}{6}$$

Donde:

- σ_1 = Tensión mínima sobre el suelo de fundación
- σ_2 = Tensión máxima sobre el suelo de fundación
- B = Ancho de base del muro
- N = Resultante de las fuerzas normales en la base del muro
- $N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$
- e = Excentricidad de la resultante = $\frac{B}{2} - \left(\frac{M_{res} - M_v}{N} \right)$

Debido a la flexibilidad de los gaviones es posible admitir que la resultante caiga fuera del núcleo central de inercia, sin llegar a valores elevados en la tensión de tracción, ya que se reduce la sección de trabajo de la base. La excentricidad real será:

- $e' = \frac{B}{2} - e$, para $e > \frac{B}{6}$
- $\sigma_1 = \frac{2N}{3e'}$
- $\sigma_2 = \sigma_1 \left(\frac{B - 3e'}{3e'} \right)$

Se considera que σ_1 no deba sobrepasar la tensión admisible del terreno.

Verificación de Secciones intermedias

Además de las verificaciones anteriores, debe también ser verificada la posibilidad de ruptura interna de la estructura, que puede sufrir esfuerzos internos excesivos provocados por el cargamento externo del empuje y sobrecargas aplicadas directamente sobre ella.

Preparación de la Fundación

Normalmente, la preparación de la fundación se reduce a la nivelación del terreno a la cota de apoyo de la estructura. Cuando se desea mejorar la capacidad de soporte del suelo de fundación, se puede prever una cama de piedras o de hormigón pobre sobre ese suelo como se muestra en las siguientes figuras.

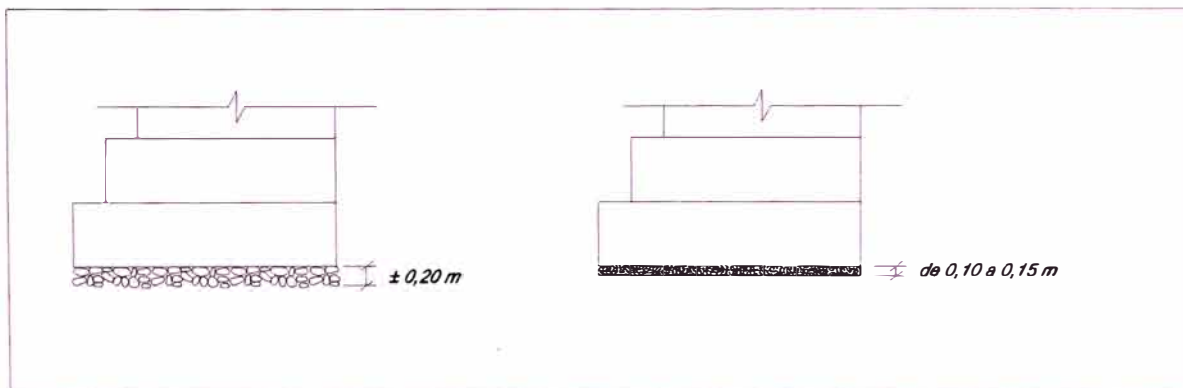


Figura 5 Fundación de Gaviones

2.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL DISEÑO

2.3.1 Caudal de diseño

Para hallar el caudal de diseño, debido a que no se cuenta con información histórica de caudales en la zona de evaluación es que se procede a evaluar con el método de huellas máximas documentadas durante las visitas de campo.

El Método Racional no es aplicable para este fin debido a que para el análisis del punto de descarga, el área de la parte de la cuenca aportante es mayor a 2500 has y no se recomienda su aplicación (Luque 1981).

El método de las huellas máximas se basa en la aplicación de la fórmula de Manning. Sólo es aplicable cuando quedan señales después de haberse presentado una avenida máxima. Por otro lado no se tiene certeza de la frecuencia con que ocurrió dicho evento. Para determinar el caudal se escoge un tramo del río natural por donde ocurrió la avenida máxima procurando que el tramo tenga la pendiente más uniforme posible y la sección más regular encontrada. En dicho tramo se calcula la pendiente del cauce y se determina el área hidráulica, perímetro mojado de la sección hasta donde quedó marcada la avenida máxima.

Con los datos se aplica la fórmula de Manning

$$Q_h = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{S}$$

Donde:

- Q_h = Caudal en la sección en función del tirante h
- A = Area mojada
- R_h = Radio Hidráulico en función del tirante h
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning
- S = Pendiente promedio del cauce en la sección

Cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning

Para el cálculo del coeficiente de rugosidad “n” de Manning se aplicará la siguiente fórmula (en el Cuadro 15 se muestran los valores de “n” en función de las condiciones del cauce):

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

Donde:

- n_0 : tipo de material del lecho
- n_1 : grado de irregularidades en la sección
- n_2 : variaciones de la sección transversal
- n_3 : presencia de obstrucciones
- n_4 : vegetación en el cauce
- m : formación de meandros

Condiciones de Cauce		Valores	
Tipo de Material	Tierra	n_0	0,020
	Roca cortada		0,025
	Grava fina		0,024
	Grava gruesa		0,028
Grado de Irregularidad	Uso	n_1	0,000
	Mínimo		0,005
	Moderado		0,010
Variaciones de la Sección Transversal	Severo	n_2	0,020
	Gradual		0,000
	Ocasional		0,005
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Frecuente	n_3	0,010-0,015
	Despreciable		0,000
	Mínimo		0,010-0,015
	Notable		0,020-0,030
Vegetación	Severo	n_4	0,040-0,060
	Baja		0,005-0,010
	Media		0,010-0,025
	Alta		0,025-0,050
Meandros	Muy alta	m	0,050-0,100
	Despreciable		1,000
	Notable		1,150
	Severo		1,300

Cuadro 15. Coeficiente "n" de Manning en función a condiciones del cauce

Entonces para las zonas de estudio se obtuvieron los siguientes valores en el Cuadro 16:

	Cauce Principal	Laderas
n_0	0.025	0.025
n_1	0.010	0.010
n_2	0.005	0.005
n_3	0.015	0.015
n_4	0.005	0.005
m	1.000	1.000
n	0.060	0.060

Cuadro 16. Coeficientes obtenidos para las secciones del cauce

Para las 4 zonas de riesgo alto en las que se proponen las obras de defensa ribereña se tienen sus secciones tal como se muestra en el Anexo 6 (Planos - Secciones).

Se ha tomado la sección de la progresiva del Km 73+600 en la que se identificó la huella del nivel máximo de aguas (ver plano P-01 en el Anexo 06), la que probablemente corresponda a la crecida del Fenómeno del Niño del año 1997-1998. Esta tiene además una sección aproximadamente uniforme para aplicar la fórmula de Manning y de esta manera hallar el caudal y el nivel de aguas en las demás secciones en las que después aplicaremos la misma fórmula:

CALCULO DE CAUDAL MAXIMO	
Sección de Aplicación de Formula de Manning	B-B
Progresiva (Km)	73+600
Pendiente del cauce principal (%)	0.02
Coeficiente de rugosidad de Manning	0.06
Area mojada (m ²)	49.95
Perímetro mojado (m)	24.37
Radio hidráulico (m)	2.05
Velocidad media máx. (m/s)	3.80
Caudal máx. (m ³ /s)	189.97
H sobre el nivel actual de aguas (m)	1.95

Cuadro 17. Cálculo de Caudal de Diseño en la sección de huella B-B (zona 2)

Así se tiene entonces que el caudal máximo de avenida es 189.97 m³/s y de aquí partimos para hallar los demás tirantes máximos de avenida de las otras secciones de diseño que se muestran a continuación:

Sección	A-A
Progresiva (Km)	70+080
Pendiente del cauce principal (%)	0.02
Coeficiente de rugosidad de Manning	0.06
Area mojada (m ²)	50.80
Perímetro mojado (m)	25.52
Radio hidráulico (m)	1.99
Velocidad media máx. (m/s)	3.73
Caudal máx. (m ³ /s)	189.97
H sobre el nivel actual de aguas (m)	2.39

Cuadro 18. Cálculo de nivel del río en avenida para la sección A-A (zona 1)

Sección	C-C
Progresiva (Km)	73+830
Pendiente del cauce principal (%)	0.02
Coeficiente de rugosidad de Manning	0.06
Area mojada (m ²)	52.26
Perímetro mojado (m)	27.34
Radio hidráulico (m)	1.91
Velocidad media máx. (m/s)	3.63
Caudal máx. (m ³ /s)	189.97
H sobre el nivel actual de aguas (m)	1.62

Cuadro 19. Cálculo de nivel del río en avenida para la sección C-C (zona 3)

Sección	D-D
Progresiva (Km)	73+900
Pendiente del cauce principal (%)	0.02
Coeficiente de rugosidad de Manning	0.06
Area mojada (m ²)	51.30
Perímetro mojado (m)	26.04
Radio hidráulico (m)	1.97
Velocidad media máx. (m/s)	3.70
Caudal máx. (m ³ /s)	189.97
H sobre el nivel actual de aguas (m)	1.61

Cuadro 20. Cálculo de nivel del río en avenida para la sección D-D (zona 4)

2.3.2 Parámetros geotécnicos

En el Anexo 01 se muestran los resultados de los ensayos de suelos (del estudio de suelos del CGC de Junio 2008) de granulometría y clasificación para las progresivas en los km 70+600 y 73+700 próximas a las obras a proponer y cuyos resultados se aplicarán para todas las zonas evaluadas asumiendo que los materiales que conforman los taludes inferiores de dichas zonas tienen las mismas características, esto debido a que no se han realizado estudios in situ en las progresivas donde se pondrán las obras.

Descripción del suelo caracterizado:

Calicata en Km 70+600:

- Arena limosa subangular color marrón oscuro de humedad baja y plasticidad media, medianamente compresible y medianamente compacta, consistencia dura con 0% de bolonería y material fino sin materia orgánica.
- Tiene un tamaño máximo de 3”.

Calicata en Km 73+700:

- Arena limosa subangular color marrón oscuro de humedad baja y plasticidad media, medianamente compresible y medianamente compacta, consistencia dura con 3% de bolonería y material fino sin materia orgánica.
- Tiene un tamaño máximo de 4”.
- Es un suelo granular grueso.

En el Cuadro 21 se tiene un resumen de las zonas donde se proyectarán las obras y las progresivas asumidas donde existe caracterización de los suelos:

Progresiva Evaluada	Progresiva de Estudio Asumida	Clasificación SUCS	Angulo de Fricción Interna	γ_s (t/m ³)	LL	LP
70+080	70+600	SC-SM	35	1.8	24	5.3
73+600	73+700	SC-SM	35	1.8	25	5.7
73+830	73+700	SC-SM	35	1.8	25	5.7
73+900	73+700	SC-SM	35	1.8	25	5.7

Cuadro 21. Parámetros geotécnicos de las muestras asumidas

El ángulo de fricción interna y el peso específico de las muestras fueron asumidos según rangos típicos para estos tipos de suelo (Ver Anexo 01-Valores orientativos de diversos tipos de suelo y roca).

El estimado de esponjamiento según el tipo de materiales es como sigue:

- Material suelto: 20%
- Roca suelta: 30%
- Roca fija: 40%

2.3.3 Periodo de retorno de avenida (Tr)

Se considera para este fenómeno que sucederá un evento igual a la máxima avenida en aproximadamente 4 veces el período de operación de la conservación de la carretera es decir $4 \times 7 = 28$ años, que redondearemos a $Tr = 30$ años.

2.3.4 Socavación

Para determinar la socavación se evaluó el uso del método semiempírico propuesto por List Van Lebedief que es el que más se ajusta en cauces naturales definidos.

Sin embargo debido a que no se tienen datos de la granulometría del río en las secciones definidas y a que este dato es bastante influyente si se asume, se ha optado por estimar la profundidad de socavación según el tipo de cauce y la inspección visual realizada in situ.

Asumiremos que la profundidad de socavación es de 1.50 m.

2.3.5 Geología

En el Anexo 04 se tiene la carta Geológica para la evaluación del material necesario para enrocado.

Según la carta, para la zona en estudio se tiene una intrusión de rocas tipo andesitas a la altura del Km 73+000 aproximadamente (poblado de San Jerónimo) de donde se puede explotar material para el enrocado necesario de acuerdo al tamaño requerido. Se tendría que evaluar la profundidad de los estratos en este punto si se requiere efectuar voladuras. De acuerdo a esto la distancia de carguío y transporte a la zona de colocación de las rocas sería de menos de 3 km.

2.4 CALCULOS

2.4.1 Resultado de cálculos con Enrocado

Diámetro de la Roca

De la sección representativa en la zona 2 se efectuó el análisis apoyando el enrocado sobre un talud modificado de 27° debido a que los taludes existentes tienen una pendiente muy inclinada (hasta 60°). Esto implicará que se deba efectuar un gran relleno sobre los taludes en evaluación para llegar a conformar estas pendientes.

Para el cálculo del diámetro de la roca se hará uso del método de Estabilidad de Momentos con los siguientes parámetros:

- $Q_{\text{Diseño}}$ = Caudal máximo esperado = 189.97 m³/s
- ϕ = Angulo de fricción interna de las rocas = 42°
- θ = Angulo de inclinación del talud = 27°
- FS = Factor de Seguridad = 1.4
- t_{max} = Esfuerzo Cortante Máximo que genera arrastre = 200 N/m²
- SS = Peso Específico Relativo de la roca = 2.65
- γ = 9800 N/m²

Entonces:

$$S_m = \frac{\tan \phi}{\tan \theta} \quad S_m = 1.7671$$

$$n = \frac{S_m^2 - FS^2}{FS \times S_m^2} \cos \theta \quad n = 0.2370$$

$$D_m = \frac{2 t_{\text{max}}}{(S_s - 1) \times \gamma \times n} \quad D_m = 1.0960 \text{ m.}$$

Entonces del análisis podemos dar como diámetro medio a: $D_m = 1.10 \text{ m.}$

Distribución del tamaño de las rocas

Esta es la gradación propuesta para el tamaño de roca a utilizar en el enrocado:

GRADACION DEL ENROCADO		
D ₀	0.25 x D ₅₀	0.28
D ₁₀	0.35 x D ₅₀	0.39
D ₁₅	0.43 x D ₅₀	0.47
D ₂₀	0.50 x D ₅₀	0.55
D ₃₀	0.65 x D ₅₀	0.72
D ₄₀	0.80 x D ₅₀	0.88
D ₅₀	1.00 x D ₅₀	1.10
D ₆₀	1.20 x D ₅₀	1.32
D ₇₀	1.60 x D ₅₀	1.76
D ₈₅	1.75 x D ₅₀	1.93
D ₉₀	1.80 x D ₅₀	1.98
D ₁₀₀	2.00 x D ₅₀	2.20

Cuadro 22. Resultados de la Gradación del Enrocado

Diseño del Filtro

El método simplificado se basa en analizar en función a la velocidad media del flujo actuante en las riberas a proteger.

Enrocado:

- D₁₅ = 470 mm
- D₅₀ = 1100 mm
- D₈₅ = 1930 mm

Material de base:

- d₁₅ = 0.10 mm
- d₅₀ = 1.00 mm
- d₈₅ = 13.0 mm

Verificación de la necesidad de material de filtro:

- $\frac{D_{50(Enrocado)}}{D_{50(Base)}} = \frac{1100}{1} = 1100 \geq 40$, El límite es 40
- $\frac{D_{15(Enrocado)}}{D_{15(Base)}} = \frac{470}{1} = 470 \geq 40$, El límite es 40
- $\frac{D_{15(Enrocado)}}{D_{85(Base)}} = \frac{470}{13} = 36 \geq 5$, El límite es 5

Como no se cumplen las desigualdades entonces se debe diseñar el filtro.

Determinación del material de filtro en función del material de base:

$$\frac{D_{50(Filtro)}}{D_{50(Base)}} < 40 \longrightarrow D_{50(Filtro)} < 40 \times 1.00 \Rightarrow D_{50(Filtro)} < 40 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{15(Filtro)}}{D_{15(Base)}} < 40 \longrightarrow D_{15(Filtro)} < 40 \times 0.10 \Rightarrow D_{15(Filtro)} < 4 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{15(Filtro)}}{D_{85(Base)}} < 5 \longrightarrow D_{15(Filtro)} < 5 \times 13 \Rightarrow D_{15(Filtro)} < 65 \text{ mm}$$

- $\frac{D_{15(Filtro)}}{D_{15(Base)}} > 5 \longrightarrow D_{15(Filtro)} > 5 \times 0.10 \Rightarrow D_{15(Filtro)} > 0.5 \text{ mm}$

Determinación del material de filtro en función del material del enrocado:

$$\frac{D_{50(Enrocado)}}{D_{50(Filtro)}} < 40 \longrightarrow D_{50(Filtro)} > \frac{1100}{40} \Rightarrow D_{50(Filtro)} > 27.5 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{15(Enrocado)}}{D_{15(Filtro)}} < 40 \longrightarrow D_{15(Filtro)} > \frac{470}{40} \Rightarrow D_{15(Filtro)} > 11.75 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{15(Enrocado)}}{D_{85(Filtro)}} < 5 \longrightarrow D_{85(Filtro)} > \frac{470}{5} \Rightarrow D_{85(Filtro)} > 94 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{15(Enrocado)}}{D_{15(Filtro)}} > 5 \longrightarrow D_{15(Filtro)} < \frac{470}{5} \Rightarrow D_{15(Filtro)} < 94 \text{ mm}$$

Entonces el material de filtro tendrá la siguiente granulometría:

- $94 \text{ mm} < D_{85(Filtro)}$
- $27.5 \text{ mm} < D_{50(Filtro)} < 40 \text{ mm}$
- $0.5 \text{ mm} < D_{15(Filtro)} < 4 \text{ mm}$

El espesor del material de filtro deberá ser en promedio 8 pulg. ó 203 mm.

Borde libre

La altura de encauzamiento será igual al tirante máximo más un borde libre que se aproxima a la altura de la inercia o energía de la velocidad, multiplicado por un coeficiente que está en función de la máxima descarga y pendiente del río.

- $B_L = \Phi e$
- $e = V^2 / 2g$

Donde:

- B_L : Borde libre
- Φ : coeficiente en función de la máxima descarga y pendiente
- V : velocidad media del agua para el máximo evento (m/s)
- g : aceleración de la gravedad (m^2/s)

Coefficientes en función de los caudales máximos:

Caudal Máximo (m^3/s)	Coefficiente (Φ)
3000-4000	2
2000-3000	1.7
1000-2000	1.4
500-1000	1.2
100-500	1.1

Cuadro 23. Coeficientes para cálculo de Borde Libre

$V = 3.72$ m/s promedio de las 4 secciones de evaluación

$$B_L = \Phi e = (1.1) 3.72^2 / (2(9.81)) = 0.78 \text{ m}$$

$$B_L = 0.8 \text{ m}$$

Dimensiones finales de la defensa ribereña tipo enrocado

Para la sección típica que cumple con los parámetros dados:

Se tienen para las 4 secciones:

- Altura total : Variable
- Borde libre : 0.8 m
- Ancho de Corona : 1.5 m
- Ancho inferior (uña) : 2.5 m
- Altura de Uña : 1.5 m
- Talud inferior (espalda) : 1: 1.9
- Talud exterior (espalda) : 1: 2.1
- Talud en uña : 1: 1
- Material de Filtro : Granular
- Tamaño de Roca (D_{50}) : 1.10 m
- Espesor de Enrocado : 2.00 m (hasta la mitad de su altura como mínimo)

Diseño final del enrocado

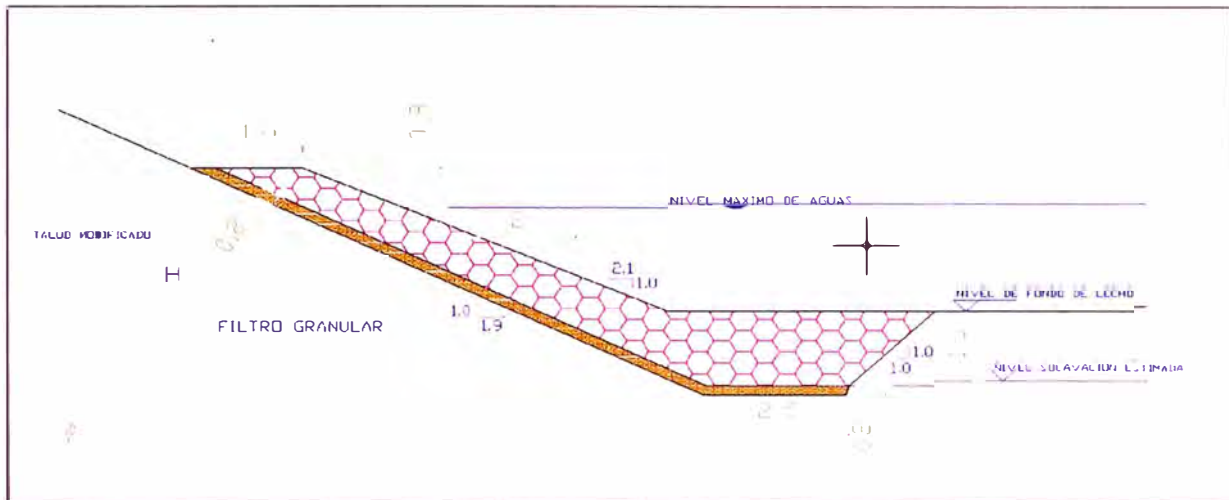


Figura 6 Sección típica de Enrocado

2.4.2 Resultados de cálculos con Gaviones

Predimensionamiento del muro

Haremos el predimensionamiento considerando varios factores y para la sección típica de mayor altura (4 m):

- $H = 4.0$ m
- $B = 2.5$ m (se recomienda $B > H/2$)
- L entre 2.25 - 3.0 m (longitud del colchón antisocavante)
- $t > 0.25$ m

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot K_a \cdot H^2 \text{ (kg/m)}$$

- γ_s : Peso específico de material protegido.
- K_a : Coeficiente de empuje activo, $K_a = f(\beta, \epsilon, \phi)$
 - β : Angulo que hace el muro con la horizontal
 - ϵ : Angulo que hace el terreno contenido con la horizontal
 - ϕ : Angulo de fricción interno del terreno contenido
- H : Altura del material protegido (actúa a: $d = H/3$ de la base)



Figura 7 Esquema de gavión como estructura de soporte

Para hallar K_a se utiliza el siguiente ábaco en el cual se tiene esta variable dependiente de β , ϵ , ϕ :

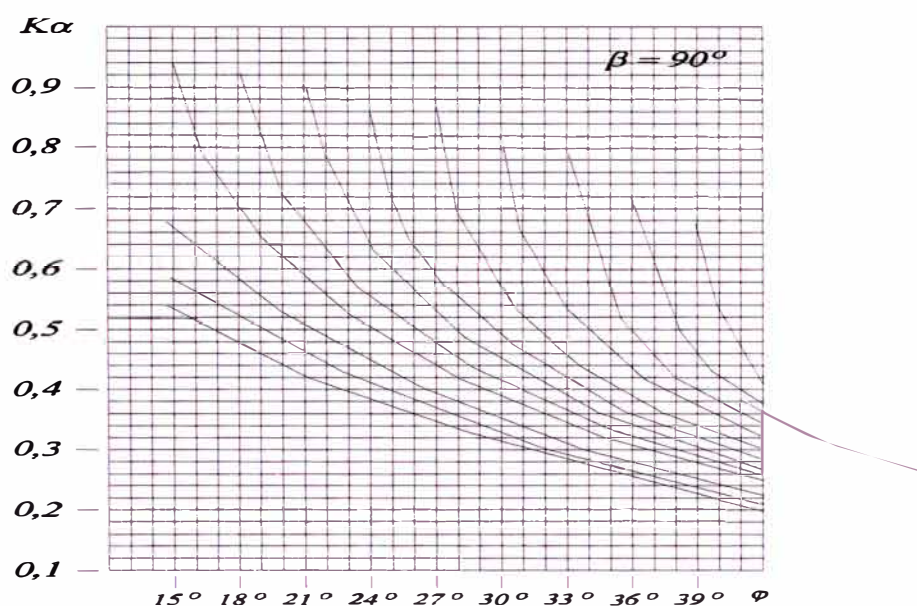


Figura 8 Abaco para cálculo de K_a

El tipo de suelo del terreno contenido se asume sea el mismo material de la evaluación geotécnica en el terraplén de la vía (ver Cuadro 21).

Tenemos como datos:

- $\gamma_s = 1.8$
- $\beta = 90^\circ$
- $\epsilon = 10^\circ$
- $\phi = 35^\circ$
- $H = 4 \text{ m}$ (actúa a $d = 4/3$ de la base)

$$K_a = 0.285$$

$$E_a = 4104 \text{ km/m}$$

Peso por unidad de longitud (W):

$$W = \gamma_g \cdot A_g$$

- γ_g = Peso específico del gavión
- A_g = Área del gavión (m²)

Donde:

- $\gamma_g = 1800 \text{ kg/m}^3$ (valor típico para la densidad promedio en gaviones)
- $A_g = 6.5 \text{ m}^2$

$$W = 11700 \text{ kg/m}$$

$x = 1.462 \text{ m}$ (distancia de aplicación del peso respecto al pie del muro o fulcro)

Verificación de estabilidad por deslizamiento.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento debe ser mayor a 1.5

$$S_s = \Sigma F_r / \Sigma F_d > 1.5$$

Donde:

- ΣF_r : Sumatoria de fuerzas horizontales resistentes
- ΣF_d : Sumatoria de fuerzas horizontales deslizantes
- $\Sigma F_r = \Sigma F_v \cdot \tan \phi_b$
- ϕ_b = ángulo de rozamiento en la base

Donde

- $\Sigma F_r = 11700 \times \tan 35^\circ = 8192.4 \text{ kg}$
- $\Sigma F_d = 4104 \text{ kg}$

$$S_s = \Sigma F_r / \Sigma F_d = 1.99 \text{ (si cumple)}$$

Verificación de estabilidad por volteo.

El coeficiente de estabilidad por volteo debe ser mayor que 1.5

$$S_v = \Sigma M_r / \Sigma M_a > 1.5$$

Donde:

- ΣM_r : Sumatoria de momentos resistentes.
- ΣM_a : Sumatoria de momentos volcantes.

Donde:

- $\Sigma M_r = 11700 \times 1.462 = 17105.4 \text{ kg.m}$
- $\Sigma M_a = 4104 \times 1.333 = 5472 \text{ kg.m}$

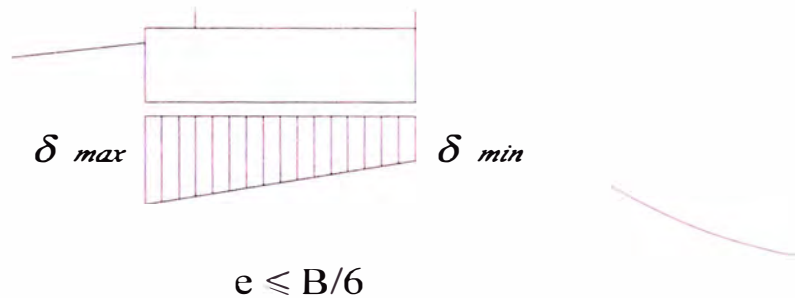
$$S_v = \Sigma M_r / \Sigma M_a = 3.13 \text{ (si cumple)}$$

Verificación de la capacidad Admisible

- $B = 2.5 \text{ m}$ (ancho de la base)
- **¡Error! Marcador no definido. m**
- $e = B/2 - d = 2.5/2 - 0.994 = 0.26$
- $B/6 = 0.42$

Como $e < B/6$ y asumiendo una distribución lineal de presiones transmitidas al terreno tenemos:

- $\sigma_{\max} = \frac{N}{B} \left(1 + 6 \frac{e}{B}\right) = \frac{11700}{2.5} \left(1 + 6 \frac{0.26}{2.5}\right) = 7600.3 = 0.76 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_{\min} = \frac{N}{B} \left(1 - 6 \frac{e}{B}\right) = \frac{11700}{2.5} \left(1 - 6 \frac{0.26}{2.5}\right) = 4399.2 = 0.44 \text{ kg/cm}^2$



Del Cuadro 13 obtenemos la presión máxima admisible asumiendo conservadoramente que el suelo de fundación es una Arena Gruesa Suelta, así este valor resultaría 2 kg/cm^2 y la presión máxima transmitida al suelo por los gaviones es de 0.76 kg/cm^2 , entonces tenemos un Factor Seguridad aceptable.

$$FS = \frac{2}{0.76} = 2.63 \quad (\text{Si cumple})$$

Diseño de protección de pie de talud.

Para el diseño y protección en el pie del talud se ha previsto la colocación de Gaviones colchón para la protección ante la socavación.

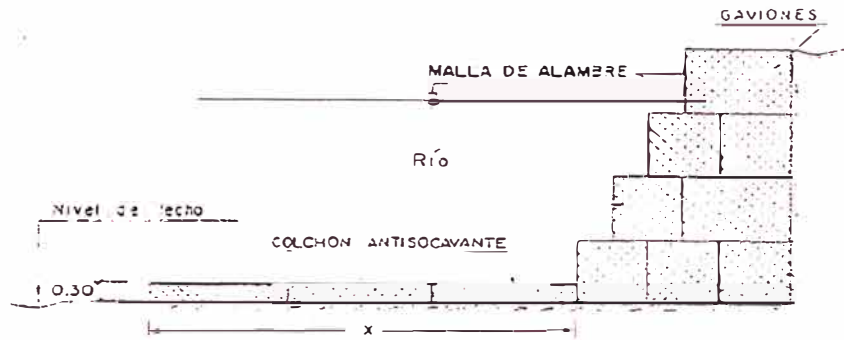


Figura 9 Colchón antisocavante

Siendo Δz la profundidad de socavación esperada:

$$X > 1.5 \Delta z$$

$$X > 1.5 (1.5) = 2.25 \text{ m}$$

Debido a que los colchones se colocan en tramos de 2 m. cada uno (por fabricación) es que se deberá colocar 4 m de protección, es decir $X = 4 \text{ m}$.

Material de relleno de gaviones y colchones

Del Cuadro 24 se obtiene el tamaño mínimo de las piedras de relleno del Colchón Antisocavante de acuerdo a la velocidad máxima en crecidas para las secciones de evaluación = 3.8 m/s.

Tipo	Espesor de Caja (m)	Diámetro Aprox.		Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad Límite (m/s)
		mm	D ₅₀		
Gaviones	1.00	100-200	0.150	5.80	7.60
		120-250	0.190	6.40	8.00
Colchones	0.15 - 0.17	70 - 100	0.085	3.50	4.20
		70 - 150	0.100	4.20	4.50
	0.23 - 0.25	70 - 100	0.085	3.60	5.50
		70 - 150	0.120	4.50	6.10
	0.30	70 - 120	0.100	4.20	5.50
		100 - 150	0.125	5.00	6.40

Cuadro 24. Tamaño de la piedra de relleno para gaviones

Entonces obtenemos los diámetros promedio mínimos como sigue:

- D₅₀ Colchón = 0.10 m
- D₅₀ Gavión Caja = 0.15 m

El material de relleno en los diámetros obtenidos se encuentran en el lecho del río, lo que facilita la construcción y disminuye los costos.

El colchón deberá tener un espesor de 0.30 m.

Filtro entre Gavión - Suelo

Como filtro entre el suelo de fundación que para este caso se mejorará con una capa de arena base de 20 cm, se colocará un geotextil para evitar la migración del material fino detrás y debajo de la estructura de los gaviones debido a su gran permeabilidad.

Los geotextiles deberán ser no tejidos compuestos de fibras sintéticas. Las fibras deberán tener por lo menos 85% en peso de polipropileno, poliéster o poliamidas. Los geotextiles deberán ser resistentes al deterioro resultante de la exposición a la luz solar. Deberán estar libres de defectos que afecten sus propiedades físicas y de filtración. Los valores mínimos promedio (MARV) para todas las propiedades de los geotextiles deberán estar conforme a los requerimientos del Cuadro siguiente:

Propiedad	Método de Ensayo	Unidad	MARV
Resistencia a La Tracción	ASTM D 4632	N	930
Elongación a la Tracción	ASTM D 4632	%	≥50
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	N	550
Resistencia al Reventado	ASTM D 3786	KPa	2600
Desgarre Trapezoidal	ASTM D 4533	N	350
Abertura Aparente de Poros	ASTM D 4751	mm	0.18
Permisividad	ASTM D 4491	Sg ⁻¹	0.1
Estabilidad Rayos Ultravioleta	ASTM D 4355	%	70 @ 500 hrs.

Cuadro 25. Características del geotextil para control de finos en Gaviones

El tipo de geotextil deberá ser no tejido y el que se encuentra en el mercado tiene el código: MT 300 (Mactex)

Diseño final del Gavión

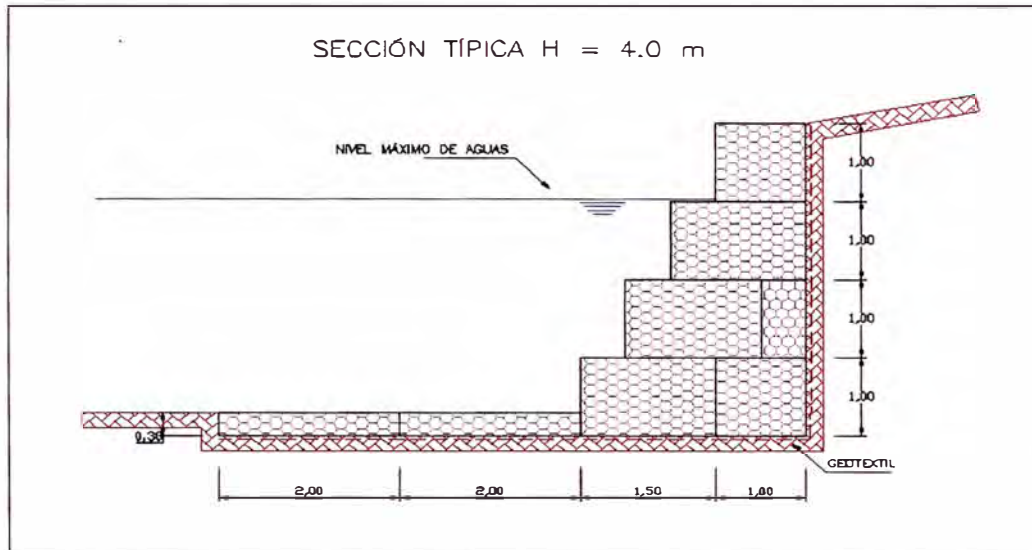


Figura 10 Sección típica de gaviones

2.5 MANTENIMIENTO RUTINARIO.

2.5.1 Mantenimiento del Enrocado:

El mantenimiento del enrocado se basa en la reparación de las rocas que salgan de la posición en la que fueron colocadas, ya sea por erosión extrema en el pie, excesivo acarreo de materiales de las aguas del río o fallas generales en el terreno no contempladas en el diseño.

Para la identificación de los daños que se pudieran producir en los enrocados son necesarias las inspecciones bajo un programa establecido.

Frecuencia de las inspecciones

Las inspecciones se deberán llevar a cabo al menos trimestralmente en los meses de Diciembre, Marzo, Junio y Setiembre y después de tormentas pronunciadas.

Se deberán tener habilitados los accesos peatonales para las inspecciones a cada zona así como los accesos para la maquinaria pesada.

Para el caso de cuantificación de obras de mantenimiento rutinario se tendrá como una estimación que el 5% del volumen total colocado en un muro se deberá reponer o reacomodar cada 6 meses.

Actividades de reparación.

Para la reparación es necesario contar con una excavadora de orugas que tenga la capacidad necesaria para el carguío de bolonería de hasta 2 m de diámetro. La gran desventaja de este sistema de protección son los altos costos de mantenimiento por el uso de maquinaria pesada y la movilización de esta.



Figura 11 Foto: Colocación de enrocado con maquinaria

2.5.2 Mantenimiento de los Gaviones:

El mantenimiento de gaviones está enfocado en la reparación de los bloques de cajas que pudieran verse dañados durante la vida útil de estos, ya sea por erosión extrema en el pie, empujes mayores a los dimensionados en los taludes de relleno, caída de rocas de las partes más altas de los taludes, fallas generales en el terreno no contempladas en el diseño, vandalismo o escape de finos detrás del muro que pudieran provocar fallas locales.

Por ello son de suma importancia las inspecciones que se deberán realizar al menos trimestralmente y en los que se debe monitorear además de los daños identificables mediante inspección visual, también los asentamientos y/o desplazamientos que puedan sufrir los muros, por lo que es necesario determinar al menos 2 puntos de monitoreo en la cresta de cada muro y usar una Estación Total cada vez que se efectúen las inspecciones para su medición.

Frecuencia de las inspecciones

Las inspecciones se deberán llevar a cabo en los meses de Diciembre, Marzo, Junio y Setiembre y después de tormentas pronunciadas.

Se deberán tener habilitados los accesos peatonales para las inspecciones a cada zona.

Para la cuantificación de obras de mantenimiento rutinario se tendrá como una estimación que el 2% del volumen total colocado en un muro se deberá reponer cada 6 meses.

Monitoreo

Se llevará un registro constante de los desplazamientos horizontales y vertical con 2 puntos de monitoreo en los muros de gaviones de las zonas 1, 2 y 3 y con 3 puntos de monitoreo para la zona 4. Es necesaria la medición con equipos topográficos, al menos trimestral, de la variación de estos puntos de manera de tener un registro completo y la tendencia del movimiento para poder prever fallas en las estructuras.

Actividades de reparación.

Para la reparación de los muros es necesario el desate de los gaviones, retiro de las piedras, corte de la malla a cambiar y su reposición con las rocas previamente retiradas (ver las especificaciones técnicas para el mantenimiento de Gaviones).

Este tipo de mantenimiento utiliza por lo general, sólo la mano de obra que puede ser local ya que no se requiere que sea especializada salvo la supervisión continua del Ingeniero Residente.



Figura 12 Foto: Colapso de gaviones por falla producida en la fundación

2.6 CANTERAS, BOTADEROS Y FUENTES DE AGUA.

No se ha efectuado ningún estudio adicional de canteras, botaderos y fuentes de agua ya que se tienen las existentes suficientemente documentadas por el CGC. Por otro lado en lo que respecta a la construcción de los gaviones, se ha resultado utilizar todo el material del lecho del río para el llenado de estos ya que se identificó como material apto para su construcción.

Para el caso del enrocado no se tiene material en el lecho del río con las dimensiones requeridas ($D_{50} = 1.10 \text{ m}$) por lo que se hace necesario el uso de explosivos para obtener dicho material.

2.6.1 Canteras

De esto se pueden mencionar que las canteras más cercanas al tramo de evaluación son las canteras de Cascajal y Montenegro que se encuentran a 6 km (para la Zona 1) y 6.5 km (para las Zonas 2, 3 y 4) respectivamente, de las progresivas de nuestro proyecto. Estas 2 canteras suman un total de 1,400,000 m^3 de material apto para relleno, subbase, base, concreto y carpeta asfáltica. De aquí obtendremos el material granular para la base de los gaviones. En la Figura 13 se muestra la distribución de estas canteras.

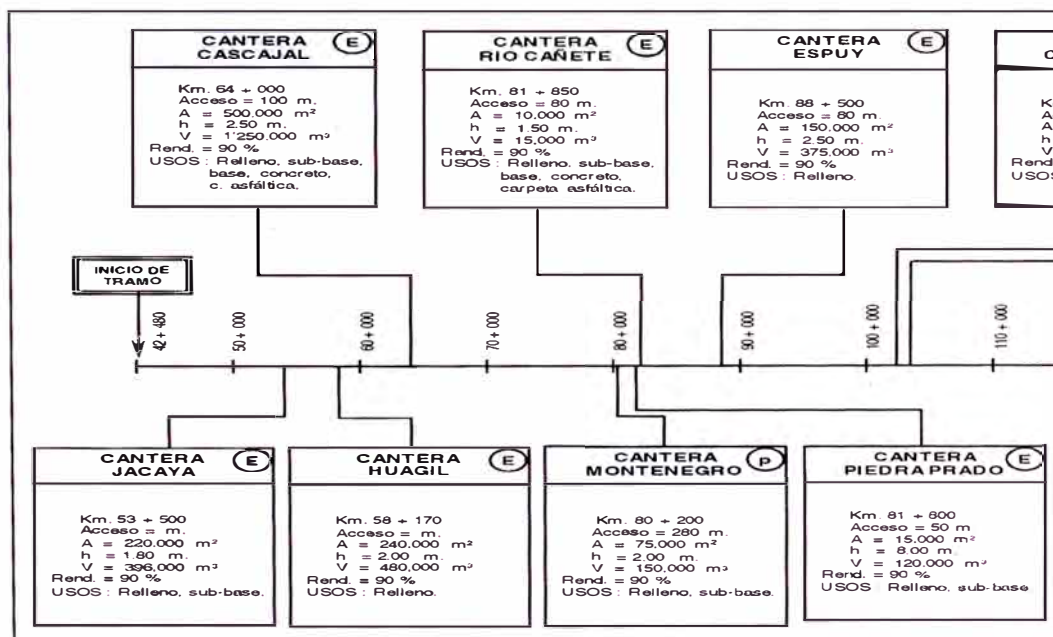


Figura 13 Distribución de canteras cercanas

El proyecto posee las siguientes plantas de chancado:

- 1) Cascajal: Km 64+000
- 2) Calachota: Km 105+500
- 3) Huantan: Km 138+000
- 4) San Blas: km 234+500

El Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Clasificación de suelos y CBR de las 2 canteras útiles para el proyecto se detalla a continuación:

CANTERA : CASCAJAL
LOCALIZACION : CASCAJAL
KM : 64 + 000

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CC - 1	M - 1	0.00 - 3.00	48.7	40.7	31.8	21.1	19.5	14.6	4.9	GC - GM	A-1b (0)
CC - 2	M - 1	0.00 - 3.00	47.2	35.3	20.1	7.9	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)
CC - 3	M - 2	1.80 - 3.00	29.4	22.0	17.1	10.9	23.8	NP	NP	GP - GM	A-1a (0)
CC - 5	M - 1	0.00 - 1.60	57.4	47.0	35.4	21.9	19.7	13.8	5.9	GC - GM	A-1b (0)
CC - 6	M - 1	0.00 - 2.50	32.5	23.1	17.1	11.7	21.0	14.5	6.5	GP - GC	A-2-4 (0)
CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	58.1	45.1	33.0	22.2	20.9	14.8	6.1	GC - GM	A-2-4 (0)

CANTERA : MONTENEGRO
LOCALIZACION : MONTENEGRO
KM : 80 + 200

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CM - 1	M - 1	0.00 - 3.00	57.0	43.6	30.8	21.2	24.3	16.2	8.2	GC	A-2-4 (0)
CM - 2	M - 1	0.00 - 3.00	49.5	32.2	18.7	12.1	22.0	14.4	7.6	GC	A-2-4 (0)
CM - 3	M - 1	0.00 - 3.00	50.5	33.9	20.4	12.9	21.5	14.9	6.6	GC - GM	A-2-4 (0)
CM - 4	M - 1	0.00 - 3.00	53.4	31.5	17.3	10.3	20.0	11.9	8.1	GP - GC	A-2-4 (0)
CM - 5	M - 1	0.00 - 2.20	37.9	25.0	16.0	11.0	22.8	14.4	8.4	GP - GC	A-2-4 (0)
CM - 6	M - 1	0.00 - 2.20	48.2	35.9	21.2	13.4	19.4	14.4	5.0	GC - GM	A-1a (0)
CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	57.4	42.0	27.6	15.8	20.7	14.7	6.0	GC - GM	A-1b (0)

ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI
Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuana - Huancayo
TRAMO : Km. 42 + 480 al Km. 260 + 300.8

ANÁLISIS DE CANTERAS
CUADRO N° 5 : RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CAUCATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PREDTOR MODIFICADO		C B R para 0.1'		EXPANSION M _{ex} (%)
					N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	M D S (grr/cm ³)	O C H (%)	5% de la M D S (%)	100% de la M D S (%)	
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	72.4	63.7	43.6	24.6	19.3	17.8	1.5	SM	A-1-b(0)	2.265	4.5	40	82	0.0
		CJ - 6	M - 2	0.30 - 2.00	54.7	43.9	28.2	15.2	18.2	14.0	4.2	GM	A-1-b(0)	2.365	5.2	38	53	0.0
HUAGL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	63.6	52.6	33.9	18.3	20.2	16.1	4.1	SC - SM	A-1-b(0)	2.286	4.7	22	51	0.0
CASCAJAL	64 + 000	CC - 6	M - 1	0.00 - 2.50	32.5	23.1	17.1	11.7	21.0	14.5	6.5	GP - GC	A-2-4(0)	2.410	6.9	79	98	0.0
		CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	58.1	45.1	33.0	22.2	20.9	14.8	6.1	SC - SM	A-2-4(0)	2.414	5.0	41	127	1.7
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	57.4	42.0	27.6	15.8	20.7	14.7	6.0	GC - GM	A-1-b(0)	2.245	7.3	23	60	0.0
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	30.6	19.9	8.5	1.5	----	NP	NP	GW	A-1-a(0)	2.316	7.3	73	82	0.0
PIEDRA PRADO	81 + 800	CFP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	49.1	37.7	18.9	10.1	----	NP	NP	GW - GM	A-1-a(0)	2.224	8.3	51	81	0.0
		CFP - 2	M - 1	0.40 - 3.00	40.6	29.0	13.5	6.3	----	NP	NP	GW - GM	A-1-a(0)	2.184	5.3	60	86	0.0
ESPUY	88 + 500	CE - 4	M - 1	0.00 - 3.00	53.6	47.5	36.4	26.2	24.0	15.6	8.4	GC	A-2-4(0)	2.240	6.6	42	67	0.9
		CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	49.3	37.3	24.3	13.8	20.5	14.1	6.4	GC - GM	A-2-4(0)	2.152	11.0	19	44	0.0
CUMCUBAY I	102 + 500	CJ - 3	M - 2	0.20 - 3.00	61.6	54.8	42.0	26.7	20.5	17.9	2.6	GM	A-2-4(0)	2.169	8.1	21	31	0.0
TAUMATA	115 + 200	CT - 3	M - 2	1.00 - 3.00	81.1	62.8	33.5	13.3	----	NP	NP	SM	A-1-b(0)	2.184	6.8	42	70	0.0
RUMCHACA I	136 + 200	CR - 8	M - 2	0.90 - 3.00	43.9	31.2	18.4	6.4	23.2	15.5	7.7	GW - GC	A-2-4(0)	2.223	7.8	54	89	0.0
RUMCHACA I	136 + 200	CR - 5	M - 1	0.00 - 1.50	39.8	24.6	9.3	4.1	25.8	NP	NP	GW	A-1-a(0)	2.248	7.2	58	90	0.0
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	69.3	63.8	54.7	22.9	----	NP	NP	SM	A-2-4(0)	2.108	8.7	49	81	0.0
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	46.6	39.6	28.8	17.6	40.8	19.1	21.7	GC	A-2-7(0)	2.092	9.3	18	24	1.6
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 2	M - 2	0.20 - 3.00	51.4	39.0	22.5	10.3	NT	NP	NP	GW - GM	A-1-a(0)	2.172	8.5	65	92	0.0
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	59.1	49.7	40.3	27.4	31.1	18.0	13.1	GC	A-2-6(0)	2.208	7.1	14	68	0.1
CHUPACA	250 + 800	CHU - 3	M - 3	0.40 - 2.20	50.6	42.0	24.3	9.9	24.1	16.49	7.61	GP - GC	A-2-4(0)	2.260	7.2	42	70	0.0

En el Anexo 2 se muestran los resultados de los ensayos de análisis químicos y especiales en canteras.

2.6.2 Botaderos

Para el tramo evaluado entre las progresivas km 69+000 y km 74+000 se tiene un botadero en el km 70+500 con una capacidad de 60000 m³, además existen 2 botaderos a menos de 6 km y se muestran en la Figura 14.

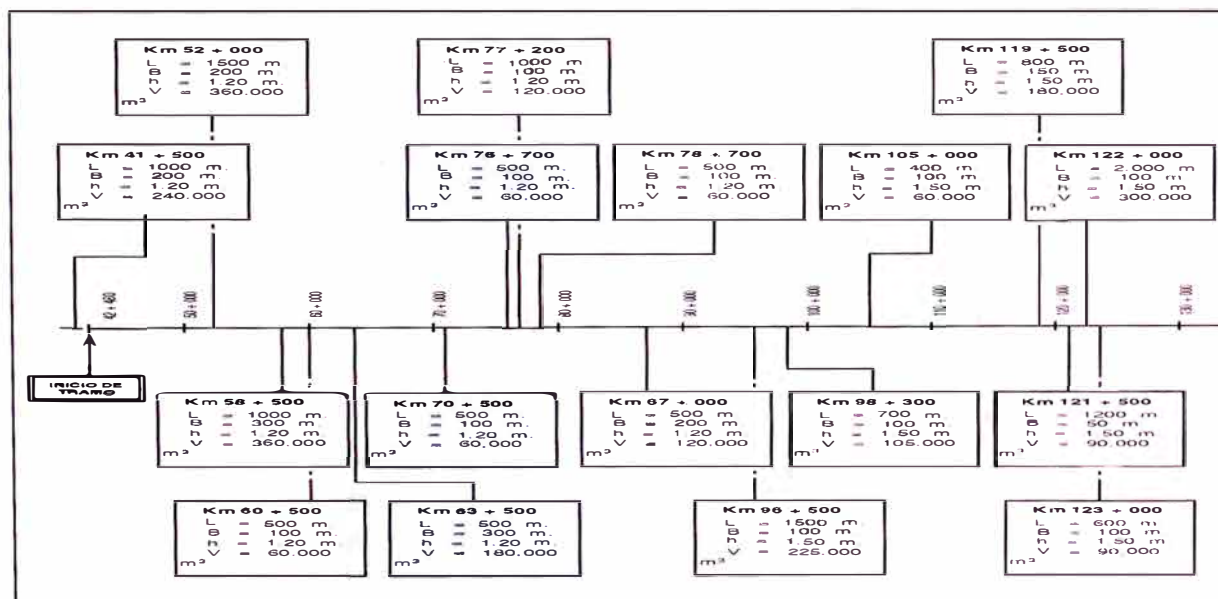


Figura 14 Distribución de botaderos cercanos

2.6.3 Fuentes de agua

Como fuente de agua cercano al tramo evaluado se tienen un punto que está definido como apreciable y permanente. Está ubicada a la altura del puente San Jerónimo.

Esta presenta un nivel SST de más de 390 ppm.

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE FUENTES DE AGUA

FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO CUNAS		6 + 000(*)	7.90	21.28	96.06	380.00	0.10
RIO CUNAS	Chupaca	14 + 000(*)	7.10	28.37	96.06	420.00	0.00
RIO CAÑETE	Pte Capellana	46 + 500	7.40	49.64	24.02	360.20	0.02
RIO CAÑETE	San Jeronimo	74 + 000	7.00	49.64	14.41	390.10	0.00
RIO ALIS	Alis	177 + 000	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

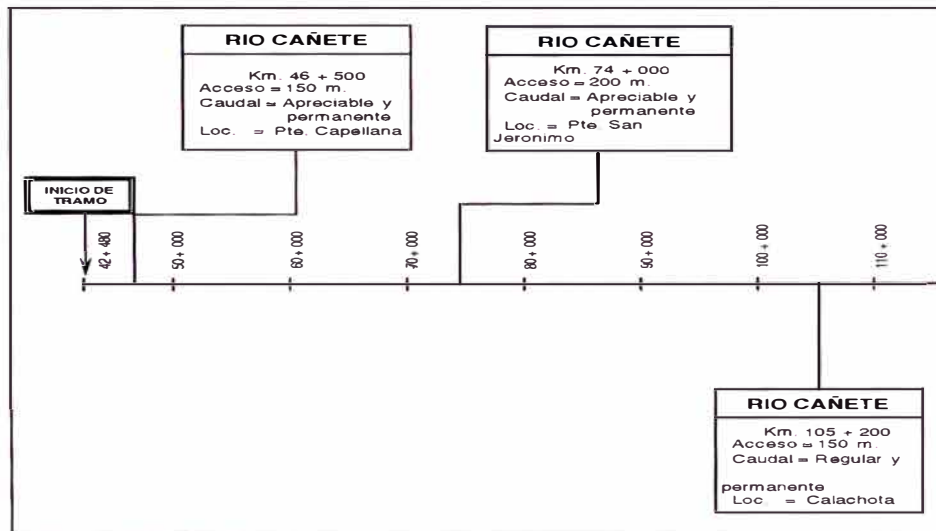


Figura 15 Distribución de fuentes de agua cercanas

CAPITULO III: EXPEDIENTE TECNICO DE OBRAS DE PROTECCION DE TALUDES

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La zona de trabajo se ubica entre las progresivas del km 70+080 al Km 73+900 de la carretera Cañete – Yauyos, donde se proyectan 4 zonas para la colocación de muros de gaviones en el pie de los taludes inferiores como defensa ribereña. En el Cuadro 26 se detallan los metrados de volúmenes de gavión a construir:

Zona	Progresiva	Longitud de Protección (m)	Area de Sección (m ²)	Volumen de Gaviones (m ³)	Inclinación de Talud Inferior
1	70+080	70	7.7	539	45°
2	73+600	60	6.7	402	55°
3	73+830	60	7.7	462	65°
4	73+900	130	7.7	1001	60°
Total		320		2404	

Cuadro 26. Resumen de zonas de ejecución de obras en el proyecto

Se tienen sólo 2 tipos de secciones para las 4 zonas:

Las zonas 1, 2 y 4 tienen la sección típica de la cual se ha efectuado el análisis de estabilidad con las siguientes características:

- Ancho de base: 2.5 m
- Altura de gavión: 4.0 m
- Nro. de cuerpos: 4
- Longitud de colchón antisocavante: 4.0 m

La sección 3 tiene las siguientes características:

- Ancho de base: 2.5 m
- Altura de gavión: 3.5 m
- Nro. de cuerpos: 4
- Longitud de colchón antisocavante: 4.0 m

Los gaviones serán de 2 tipos: caja y colchón, siendo este último destinado a proteger los primeros contra la erosión por la corriente del río.

Antes de iniciar las obras propiamente dichas se deben haber efectuado las actividades correspondientes a obras preliminares y provisionales, movilización y desmovilización de equipos y desbroce, las cuales forman parte de la planificación global del proyecto que no se detalla en el presente informe.

Las actividades consideradas son las siguientes:

- Para la preparación del sitio antes se deben efectuar los cortes en taludes cercanos con el menor ángulo de inclinación posible y así se tendrán 2 accesos para ingresar maquinaria al lecho del río.

Acceso 1:

Para la zona 1 con un estimado de 180 m³ de corte de taludes.

Acceso 2:

Para las zonas 2, 3 y 4 con un estimado de 210 m³ de corte de taludes.

- Seguidamente el tractor procederá a encauzar el río de manera de dejar secas las zonas en las que se cimentarán los muros con sus respectivas protecciones antisocavantes.
- Una vez seca la zona de trabajo en la que se tolera humedad en la base se procede a cortar los taludes de acuerdo a las secciones típicas en un volumen estimado de 3170.7 m³ para las 4 zonas.
- Luego de perfilado estos taludes y el nivel de base hasta la cota indicada de cimentación de los gaviones, se procede a la nivelación con material granular de base el cual será abastecido desde las canteras de Cascajal y Montenegro los cuales se encuentran a 6 y 7 km de la zona en promedio.
- La colocación de los geotextiles se efectuará primero para la base de los gaviones y conforme se eleven se anclaran entre estos y el relleno.
- Finalmente se construyen los gaviones hasta la cota establecida en los planos de secciones para una vez concluida la obra iniciar su mantenimiento rutinario.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el Anexo 05 se detallan las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

3.3 PLANILLA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	TOTAL
	PROYECTO GAVIONES			
1.0	Volumen de Corte para accesos	m ³		390.00
1.1	Acceso 1 (zona 1)	m ³	180	
1.2	Acceso 1 (zona 2,3,4)	m ³	210	
2.0	Volumen de Empuje en cauce de río	m ³		768.15
2.1	Dique en zona 1	m ³	138.00	
2.2	Dique en zona 2	m ³	132.55	
2.3	Dique en zona 3	m ³	152.60	
2.4	Dique en zona 4	m ³	345.00	
3.0	Volumen de Corte	m ³		3170.70
3.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	795.90	
3.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	741.00	
3.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	456.00	
3.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	1177.80	
4.0	Volumen de Base	m ³		494.30
4.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	93.80	
4.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	123.60	
4.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	85.80	
4.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	191.10	
5.0	Colocación de Geotextiles	m ²		3330.00
5.1	Sección A-A (Zona 1)	m ²	735.00	
5.2	Sección B-B (Zona 2)	m ²	630.00	
5.3	Sección C-C (Zona 3)	m ²	600.00	
5.4	Sección D-D (Zona 4)	m ²	1365.00	
6.0	Volumen de Gaviones Caja	m ³		2020.00
6.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	455.00	
6.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	390.00	
6.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	330.00	
6.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	845.00	
7.0	Área de Gaviones Colchón (h=0.3 m)	m ³		384.00
7.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	84.00	
7.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	72.00	
7.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	72.00	
7.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	156.00	

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	TOTAL
8.0	Volumen de Relleno (material de la zona)	m ³		1486.30
8.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	193.20	
8.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	474.60	
8.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	216.60	
8.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	601.90	
9.0	Mantenimiento rutinario anual (semestral)	m ³		40.40
9.1	Sección A-A (Zona 1)	m ³	9.1	
9.2	Sección B-B (Zona 2)	m ³	7.8	
9.3	Sección C-C (Zona 3)	m ³	6.6	
9.4	Sección D-D (Zona 4)	m ³	16.9	

Cuadro 27. Planilla de metrados

3.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y GASTOS GENERALES

El análisis de precios unitarios corresponde a las siguientes partidas que se combinan para conformar el presupuesto.

Para la partida correspondiente al mantenimiento de los muros de gaviones se ha considerado igual a la de construcción de muros y se efectuará 2 veces por año para un porcentaje semestral igual al 2% del total construido de esta estructura. Los análisis de costos unitarios son los siguientes:

Partida	(909701020167-0403001-01) CORTE DE MATERIAL SUELTO				Costo unitario directo por m ³		3.79
Rendimiento	m ³ /DIA	MO 460.00	EQ.460.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0035	17.57	0.06	
0147010003	OFICIAL	hh	0.4000	0.0070	11.98	0.08	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0348	10.82	0.38	
							0.52
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.52	0.02	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0174	186.50	3.25	
							3.26

Partida	(909701060326-0403001-01) EMPUJE EN CAUCE DE RIO				Costo unitario directo por m ³		6.93
Rendimiento	m ³ /DIA	MO 250.00	EQ.250.00				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.4000	0.0128	17.57	0.22	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0640	10.82	0.69	
							0.92
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.91	0.05	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0320	186.50	5.97	
							6.01

Partida	(909701030708-0403001-01) TRANSPORTE MATERIAL GRANULAR DESPUES DE 1KM						
Rendimiento	m3/DIA	MO.800.00	EQ.800.00		Costo unitario directo por :	m3	1.66
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Equipos					
0348040034	CAMION VOLQUETE 10 m3		hm	1.0000	00100	168.40	1.66
							1.66

Partida	(909701043205-0403001-01) RELLENO DE FUNDACIONES DE GAVION						
Rendimiento	m3/DIA	MO.12.00	EQ.12.00		Costo unitario directo por :	m3	76.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ		hh	0.5000	0.3333	17.57	5.86
0147010004	PEON		hh	4.0000	2.6667	10.82	28.85
							34.71
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	34.71	1.04
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.6667	17.80	11.87
							12.91
		Subpartidas					
909701030704	TRANSPORTE AGUA/OBRA		m3		0.1000	31.89	3.17
909701040109	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		1.2000	21.01	25.21
							28.38

Partida	(909701031224-0403001-01) GEOTEXTIL Y COLOCACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO.400.00	EQ.400.00		Costo unitario directo por :	m2	5.80
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0200	17.57	0.35
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.0400	13.52	0.54
0147010004	PEON		hh	8.0000	0.1600	10.82	1.73
							2.62
		Materiales					
0279520003	GEOTEXTIL		m2		1.0000	3.05	3.05
							3.05
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.62	0.13
							0.13

Partida	(909701031225-0403001-01) GAVION CAJA (MALLA 10x12)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.20.00	EQ.20.00		Costo unitario directo por :	m3	138.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	17.57	0.70
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.4000	11.98	4.79
0147010004	PEON		hh	8.0000	2.4000	10.82	25.97
							31.46
		Materiales					
0246900002	GAVION CAJA (INC.TEMPLANTES Y ANARRES) H=1M		m3		1.0000	64.89	64.89
							64.89
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	31.46	0.94
							0.94
		Subpartidas					
909701040108	PIEDRA GRANDE		m3		1.0700	38.27	40.95
							40.95

Partida	(909701031226-0403001-01) GAVION COLCHON TIPO RENO (MALLA 10x12) DIAM 3.4MM-H=0.3M						
Rendimiento	m3/DIA	MO 15.00	EQ 15.00	Costo unitario directo por m3			174.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	17.57	0.94	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	11.98	6.39	
0147010004	PEON	hh	6.0000	3.2000	10.82	34.62	
							41.95
Materiales							
0246900003	GAVION COLCHON (INC.TEMPLANTES Y AMARRES) H=0.3M	m3		1.0000	90.74	90.74	
							90.74
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	41.95	1.26	
							1.26
Subpartidas							
909701040108	PIEDRA GRANDE	m3		1.0700	38.27	40.95	
							40.95

Partida	(909701043206-0403001-01) RELLENO CON MATERIAL RETIRADO						
Rendimiento	m3/DIA	MO 25.00	EQ 25.00	Costo unitario directo por m3			56.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	17.57	0.56	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	11.98	3.83	
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.2800	10.82	13.85	
							18.25
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	18.24	0.91	
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.3200	17.80	5.70	
							6.61
Subpartidas							
909701030704	TRANSPORTE AGUA/CBRA	m3		1.0000	31.69	31.69	
							31.69

3.5 PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto de obra involucra los costos totales de las obras de Gaviones proyectadas tanto directos como indirectos.

PRESUPUESTO GEOTECNIA, TALUDES Y CANTERAS							
Obra : Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos							
Tramo : Km 069+000 al Km 074+000 - Geotecnia, Taludes y Canteras							
Departamento : Lima							
Provincia : Cañete							
Fecha : 29/11/2009							
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	CANT TOTAL	PU (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
A							
CAMBIO DE ESTANDAR (OBRAS)							
COSTO DIRECTO							506961.47
GAVIONES EN TALUDES INFERIORES							
1.00	Corte para accesos	M3		390	3.79	1478.10	
1.01	Acceso 1 (zona 1)	M3	180				
1.02	Acceso 1 (zona 2,3,4)	M3	210				
2.00	Empuje en cauce de río	M3		768.15	6.93	5323.28	
2.01	Dique en zona 1	M3	138				
2.02	Dique en zona 2	M3	132.55				
2.03	Dique en zona 3	M3	152.6				
2.04	Dique en zona 4	M3	345				
3.00	Corte de Taludes	M3		3170.7	3.79	12016.95	
3.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	795.9				
3.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	741				
3.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	456				
3.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	1177.8				
4.00	Colocación de Base	M3		494.3	77.66	38387.34	
4.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	93.8				
4.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	123.6				
4.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	85.8				
4.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	191.1				
5.00	Colocación de Geotextiles	M2		3330	5.80	19314.00	
5.01	Sección A-A (Zona 1)	M2	735				
5.02	Sección B-B (Zona 2)	M2	630				
5.03	Sección C-C (Zona 3)	M2	600				
5.04	Sección D-D (Zona 4)	M2	1365				
6.00	Colocación de Gaviones Caja	M3		2020	138.24	279244.80	
6.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	455				
6.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	390				
6.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	330				
6.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	845				
7.00	Colocación de Gaviones Colchón	M3		384	174.90	67161.60	
7.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	84				
7.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	72				
7.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	72				
7.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	156				
8.00	Relleno (material de la zona)	M3		1486.3	56.54	84035.40	
8.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	193.2				
8.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	474.6				
8.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	216.6				
8.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	601.9				
GASTOS GENERALES (20%)							101392.29
TOTAL							608353.77
B							
OBRAS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO (7 AÑOS)							
COSTO DIRECTO							78188.54
9.00	MANTENIMIENTO PERIODICO DE GAVIONES	M3		40.4	138.24	5584.90	
9.01	Sección A-A (Zona 1)	M3	9.1				
9.02	Sección B-B (Zona 2)	M3	7.8				
9.03	Sección C-C (Zona 3)	M3	6.6				
9.04	Sección D-D (Zona 4)	M3	16.9				
GASTOS GENERALES (50%)							39094.27
TOTAL							117282.82

Cuadro 28. Presupuesto de obra

3.6 PROGRAMA GENERAL DE EJECUCIÓN

Para el programa general de ejecución se ha considerado el total de actividades en la construcción de muros de gavión.

Estos cuentan con un tiempo estimado de 2 meses para la ejecución de las 4 zonas de riesgo evaluadas.

El mantenimiento rutinario es considerado aparte y considera la reparación y reconstrucción de aproximadamente 40.4 m³ de gavión de manera semestral.

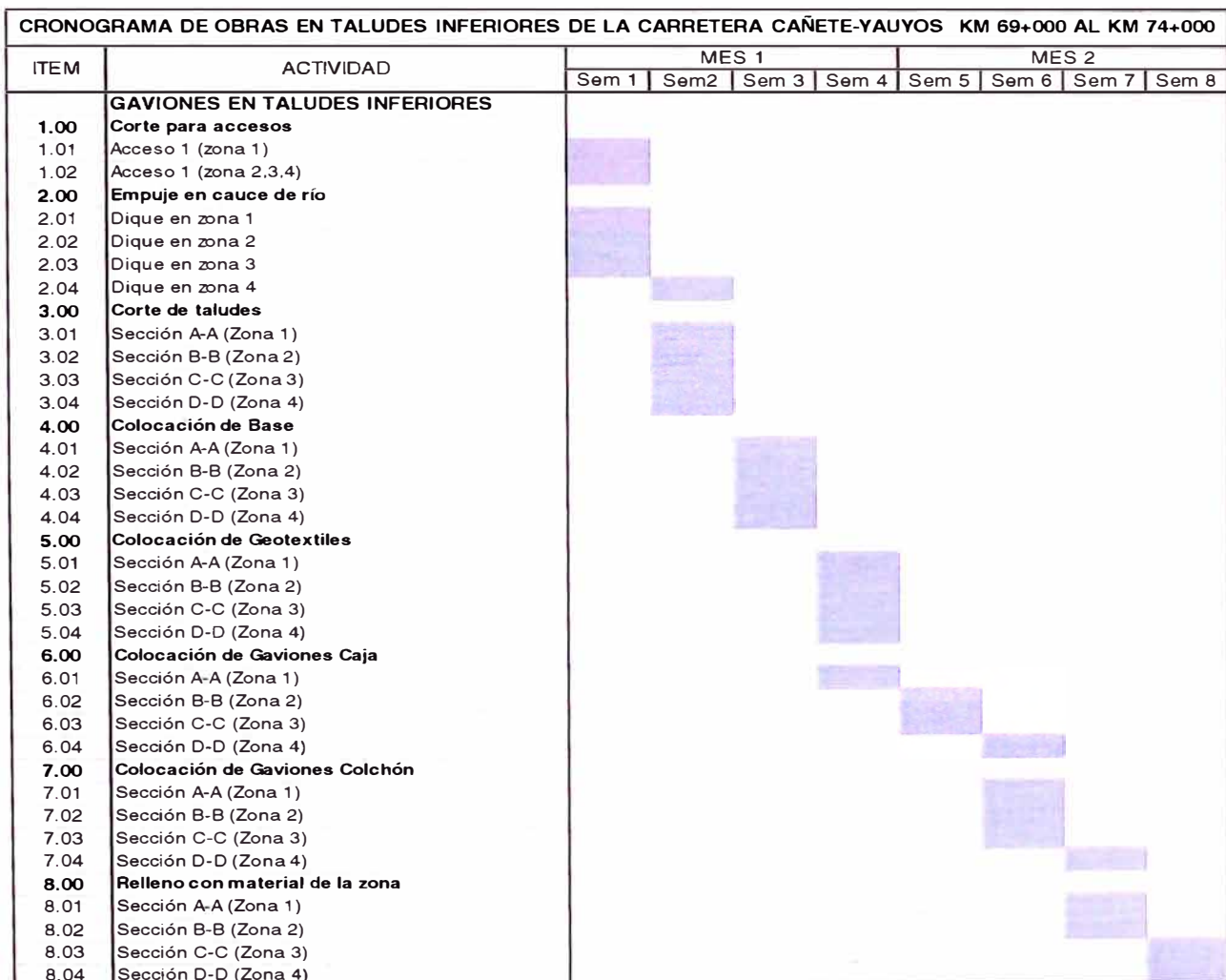


Figura 16 Cronograma general de obra

3.7 PLANOS DE OBRA

Los planos de secciones típicas y de distribución de las obras proyectadas de defensa ribereña se muestran en el Anexo 06.

CONCLUSIONES

- La matriz probabilidad – consecuencia es una herramienta cualitativa bastante útil para la priorización de trabajos teniendo en cuenta los riesgos que estos representan y cuando la diferencia entre estos es representativo.
- Cuando se tiene el material apilado listo para ser colocado, el enrocado es la solución más económica y rápida pero no cabe duda que también los costos de abastecimiento de materiales son determinantes.
- Al no existir rocas del diámetro requerido para el enrocado ($D_{50} = 1.1$ m) cercanas en el lecho del río Cañete, siendo necesarias éstas hasta un diámetro de 2 m. se produce un incremento sustancial en el costo de estos materiales ya que se requieren explosivos para su obtención, maquinaria pesada para el carguío, transporte, descarga y acomodo, así como la habilitación de accesos más amplios y espigones de derivación del río más largos y robustos para su instalación.
- La profundidad de cimentación es mucho mayor en el enrocado debiendo llegar hasta la cota de socavación proyectada (1.5 m) mientras que los gaviones se colocan a nivel del fondo del cauce.
- El enrocado sólo protege contra la erosión en el pie mientras que los gaviones además de dicha protección sirven de contención al talud y para ello están diseñados.
- Para el enrocado existen otras obras de excavación de ampliación de cauce necesarias debido a que ocupan una gran sección en el río ya que no se pueden colocar sobre el talud como se encuentra sino se debe efectuar un relleno para darle un talud más suave y esto hace que se deba ampliar el cauce en el lado contrario para evitar una mayor socavación de la estimada por el incremento de la velocidad.
- La construcción de los gaviones resulta más conveniente desde el punto de vista de abastecimiento de materiales ya que en el río existe suficiente bolonería para su llenado y según el volumen estimado de 3300 m³ se podrá obtener este en no más de 0.5 m de profundidad en el lecho y a una longitud máxima de 200 m de la zona en la que se efectúan las obras.
No es el caso para el enrocado ya que al no haber rocas del diámetro requerido hace necesaria la aplicación de explosivos en zonas cercana al Km.

73+000 donde probablemente existe material para obtener rocas del tamaño solicitado.

- El mantenimiento del enrocado involucra maquinaria pesada y esto hace que los costos se eleven grandemente por su operación y movilización.
- Se considera el monitoreo de los desplazamientos topográficos en el control y mantenimiento de los muros de gavión de manera preventiva, para reforzar estos muros ante un colapso inminente según los resultados de las variaciones.
- Como conclusión general se puede indicar que la alternativa más viable en cuanto a tiempos de construcción y costos debido al abastecimiento de material, para la protección de los taludes inferiores de la Carretera en el tramo evaluado son los gaviones y es la que se propone ejecutar.

RECOMENDACIONES

- Se debe aplicar al menos semestralmente la matriz probabilidad-consecuencia a todos los taludes de manera de actualizar su grado de riesgo y priorizar la protección de las obras de mayor urgencia. Esto se debe efectuar no sólo en el tramo de 5 km. evaluado sino también para el resto de la vía.
- Las secciones modelo de evaluación para el estimado de obras a ejecutar se obtuvieron con mediciones aproximadas en campo sin equipos topográficos por lo que se requiere de un levantamiento a detalle con secciones a cada 10 o 20 m incluyendo la batimetría del río cañete, para una mejor aproximación del diseño y los metrados detallados.
- Se recomienda realizar un estudio de suelos en las 4 zonas en las que se propone realizar las obras de protección ya que se han asumido parámetros geotécnicos de muestras evaluadas de la parte superior del terraplén de la vía a un promedio de 400 m de cada punto de evaluación.
- Es necesaria la granulometría del lecho del río ya que con esta caracterización se puede aplicar la fórmula semiempírica de List Van Lebedief y así obtener la socavación proyectada sin tener que asumirla.
- Para tener un sustento cuantitativo del mayor costo en la solución con enrocado es necesario detallar los costos por voladuras para conseguir el material necesario.
- Según el análisis de costos unitarios para la partida de empuje de material en el lecho del río para mantener seca la zona de trabajo, estas incluyen sólo el uso de un tractor, sin embargo se debe evaluar el uso de una excavadora con alcance de brazo mayor a 7 m de modo de no sólo provocar el empuje del material sino también poder jalar este hacia los diques y de esta manera aumentar el rendimiento para la ejecución de esta actividad.
- Se ha efectuado el planteamiento de soluciones para las zonas evaluadas cualitativamente y las que poseen un riesgo alto sin embargo se recomienda presupuestar la protección de las zonas con riesgo medio de manera de continuar con su ejecución en cuanto se concluyan los de riesgo alto.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltran Flores, Albino, "Tesis de investigación: Diseño de Defensa Ribereña para el Puente Huamaní en el río Ica", Universidad Nacional de Ingeniería.
- Berry, Peter, "Mecánica de Suelos", Mc Graw-Hill, Reino Unido, 1993.
- Cruz Ramos, Jorge, "Costos y presupuestos en Carreteras", Grupo Universitario, 2009.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales, "Diseño de Muros de Gaviones", Ministerio de Agricultura.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales, "Diseño de Revestimientos con Gaviones", Ministerio de Agricultura.
- Macdonel Martínez, Guillermo, "Ingeniería marítima y portuaria", Alfaomega, 1999.
- MTC, "Análisis de Costos Unitarios – Carretera Puente Montalvo", Perú.
- MTC, "Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras", Perú, 2007.
- MTC, "Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito", Perú.
- MTC, "Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial No Pavimentada", Resolución Directoral N° 015-2006-MTC/14, 2006.
- MTC-CGC, "Conservación Vial de la Carretera Cañete –Chupaca", Tomo 03 y 04, Informe de Canteras - Tramos de Pruebas - Estudio de Suelos, Perú, 2008.
- Richardson et al, Highways in the river Environment, FHWA, 1990.
- Universidad de Santa Úrsula, "Estructuras de Contención en Gaviones", Maccaferri, 1997.
- Villalobos Araya, Marvin, "Diseño de Drenaje Superficial", Editorial Sociológica de Costa Rica, 2005
- Villanueva De La Cruz, Miguel, "ANÁLISIS DE CAÍDA DE ROCAS", Paper por convenio UNI GyM, Perú, 2008.

ANEXOS

ANEXO 01
RESULTADOS DE LABORATORIO
DE ENSAYOS GEOTÉCNICOS

ENSAYOS GEOTÉCNICOS

Progresiva del Km 70+600

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL PROVIAS NACIONAL	
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS	M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LURAHUANA - PACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS	CALICATA	C-12
UBICACIÓN	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REALIZADO	G.H.M
KM	70+600	REVISADO	E.M.H
LADO	IZQUIERDO	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
TRAMO		PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

PROF (m)	GRAFIADO	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolones / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							N° DE MUESTRA		
				AASHTO				LL				LP	SH
				<	mm	mm	>	LL	LP	SH			
		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	GP - GC										
0.10			A-1-b(0)	5.1	31.1	63.3		15.0	1.0	1.1			
0.20		Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad baja, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 0% bolonera, material fino sin materia organica, 0% de bolones tamaño maximo 3"	SC-SM										
0.30			A-1-b(0)	18.5	54.3	27.2	2.0	24.0	5.3	3.3	M-21		
0.40													
0.50													
0.60													
0.70													
0.80													
0.90													
1.00													
1.50		ROCA											

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 DEPT. SUPLENTE DEL CENTRO DE INVEST. Y DESARROLLO
 EMPLEADO REG-11 TR-1000-12345-67890
 ING. LUIS ROZAS OCHOA
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:
 PODEMOS COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 40 CMTS EL AGREGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA
 10% (MATERIAL CONGLOMERADO). EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM 55+000 L DER

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

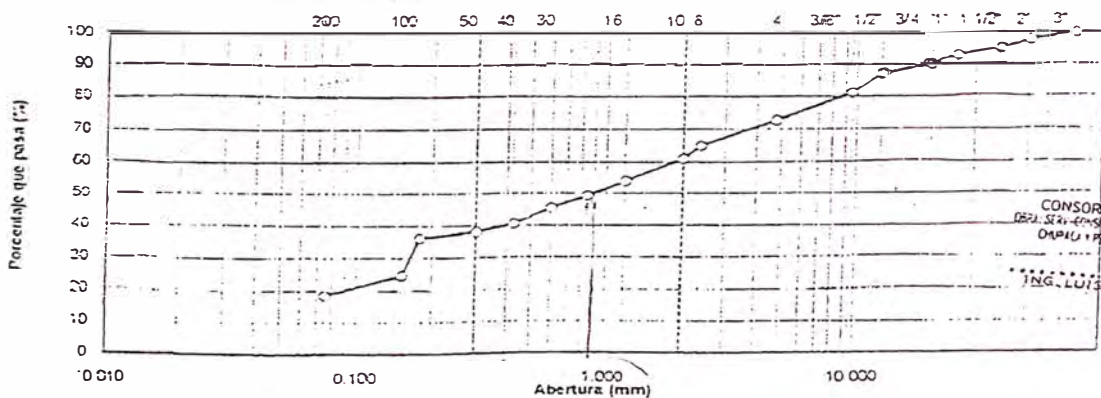
OBRA: CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA - PACARANI - CHUPACA Y REALIZADO G.H.M
REHABILITACION DEL TRAMO ZUNIGA DV. YAUYO - RONCHAS REVISADO: E.M.H
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE FECHA: 19/05/2005
PROGRESIVA: 70+600.0 CALICATA LIZO N° REGISTRO: G-014

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-14	TAMAÑO MAXIMO	3"
MUESTRA	M-01	Peso inicial seco	15322 g
PROF. (m)	0.00 - 1.50	Peso lavado seco	12654 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200			2.0	100.0		Contenido de Humedad (%) : 3.3
2"	50.800	306	2.0	2.0	98.0		Límite Líquido (LL) : 24
1 1/2"	38.100	429	2.8	4.8	95.2		Límite Plástico (LP) : 19
1"	25.400	322	2.1	6.9	93.1		Índice Plástico (IP) : 5
3/4"	19.000	444	2.9	9.6	90.2		Clasificación (SUCS) : SC - SM
1/2"	12.500	444	2.9	12.7	87.3		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
3/8"	9.500	819	5.0	18.7	81.3		Índice de Grupo : 0
N° 4	4.750	1302	8.5	27.2	72.8		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360	937	7.8	35.0	65.0		Módulo de Finura
N° 10	2.000	490	4.0	39.0	61.0		Materia Orgánica
N° 16	1.190	653	7.1	45.1	53.9		Turba
N° 20	0.840	55.2	4.6	50.7	49.3		OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	45.8	3.8	54.5	45.5		Botones > 3"
N° 40	0.425	58.8	4.9	59.4	40.6		Grava 3" - N° 4 : 27.2
N° 50	0.300	20.0	2.5	61.9	38.1		Arena N° 4 - N° 200 : 54.3
N° 60	0.177	22.8	1.9	63.8	36.2		Finos < N° 200 : 18.5
N° 100	0.150	139.3	11.6	75.4	24.6		
N° 200	0.075	73.3	5.1	81.5	18.5		Fracción : 574.2
< N° 200	FONDO	272.2	18.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
ING. LUIS HORACIO ROSAS
GERENTE GENERAL

Progresiva del Km 73+700

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL PROVIAS NACIONAL	
CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS	M.T.C

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	CONSERVACION VIAL DE LA CARRETERA CAÑETE - LURJAHUANA - DACARAN - CHUPACA Y REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS	CALICATA REALIZADO	C.17 G.H.M
UBICACIÓN	MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE CALICATA	REVISADO	E.M.H
KM	73+700	FECHA DE EXCAVACION	23/06/2008
LADO	IZQUIERDO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	1.50
TRAMO		PROF. NIVEL FREATICO (m)	

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica: forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de bolcos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						N° DE MUESTRA	
				0.075		4.75		LL	LP		KH
				<	>	<	>				
				mm	mm	mm	mm	%	%	%	%
1.50		CONFORMACION A NIVEL DE AFIRMADO	SP - GC A-1-a(0)	5.1	31.1	63.3	15.0	NP	2.9		
1.30		Arena limosa, sub angular, color marron oscuro, humedad alta, plasticidad media, medianamente compresible, medianamente compacto, consistencia dura 3% bolonera, material fino sin materia organica, tamaño maximo 4" suelo granular grueso	SC - SM A-1-b(0)	19.0	53.8	27.2	3.0	25.0	5.7	2.1	M-01
1.00		ROCA									

CONSORCIO GESTION DE CARRETERAS
 DEPARTAMENTO DE VIAL CANTERA CAÑETE LURJAHUANA - DACARAN
 CHUPACA Y EL TRAMO ZUÑIGA DV YAUYO - RONCHAS
 ING. LUIS HERRERA ROSAS OCHOA
 GERENTE VIAL

OBSERVACIONES:
 PODEMOS COMENTAR QUE DEBAJO DE LOS 0.40 MTS EL AGRÉGADO EXISTENTE TIENE EXCESO DE BOLONERIA 10% (MATERIAL CONGLOMERADO) EL MATERIAL DEL AFIRMADO PROCEDENTE DE LA CANTERA KM. 55+000 L. 120

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO GESTION
DE CARRETERAS

M.T.C

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

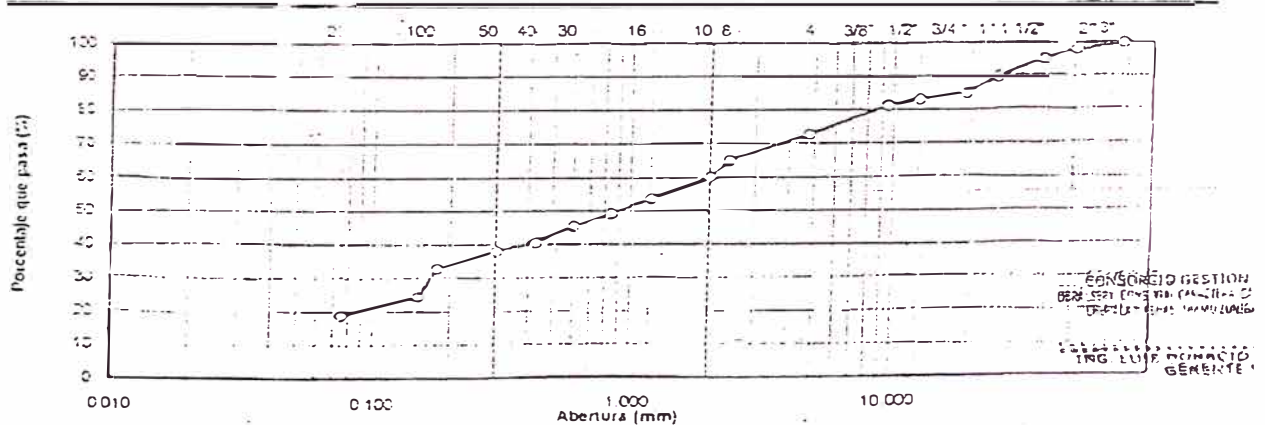
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA: CON SERVICIOMIN. DE LA CARRETERA CAÑETE - LUNAHUANA, PACARAN, CHUPACA Y		REALIZADO G.H.M	
REHABILITACION DEL TRAMO ZUÑIGA DV. YAUYO - RONCHAS		REVISADO: E.M.H	
MATERIAL: MUESTRA DE TERRENO EXISTENTE		FECHA: 19/06/2008	
PROGRESIVA: 73+700.0	CALCATA LIZO	N° REGISTRO: G-017	

DATOS DE LA MUESTRA

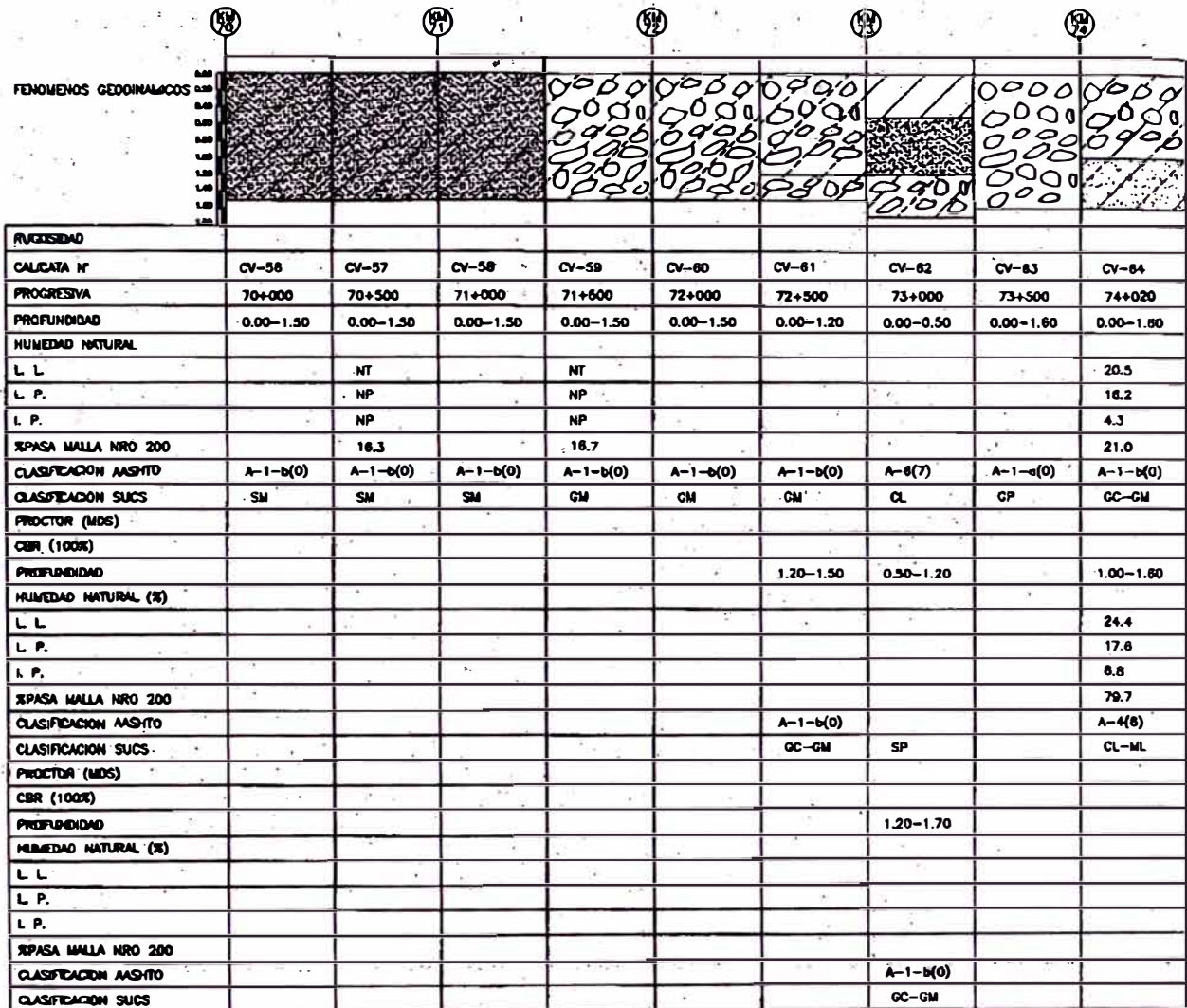
CALCATA	C-17	TAMAÑO MAXIMO	:	3"
MUESTRA	M-01	Peso Inicial seco	:	15239 g
PROF. (m)	0.00 - 0.150	Peso lavado seco	:	11659 g

TAMIZADO	AASHTO T-27 (mm)	RETE- NIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0	0	0	100.0		Contenido de humedad (%) : 2.1
2"	50.800	0	2.0	2.0	98.0		Limite Líquido (LL) : 25
1 1/2"	38.100	0	2.8	4.8	95.2		Limite Plástico (LP) : 1.9
1"	25.400	0	5.2	10.0	90.0		Indice Plástico (IP) : 6
3/4"	19.000	0	4.9	14.9	85.1		Clasificación (SUOS) : SC - SM
1/2"	12.500	0	2.0	16.9	63.1		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
3/8"	9.500	0	1.8	15.7	81.3		Indice de Grupo : 0
N° 4	4.750	0	8.5	27.2	72.8		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 8	2.360	0	7.8	35.0	65.0		Modulo de Resiliencia
N° 10	2.000	0	4.9	39.9	60.1		Materia Orgánica
N° 15	1.180	0	8.2	45.1	53.9		Turba
N° 20	0.840	0	4.6	50.7	49.3		OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	0	3.8	54.5	45.5		Bolonería > 3" : 3.0
N° 40	0.425	0	4.9	59.4	40.6		Grava 3" - N° 4 : 27.2
N° 50	0.300	0	2.5	61.9	38.1		Arena N° 4 - N° 200 : 53.8
N° 80	0.175	0	5.2	67.1	32.9		Finos < N° 200 : 19.0
N° 100	0.150	0	6.3	75.4	24.6		
N° 200	0.075	0	5.6	81.0	19.0		Fración : 55.2
< N° 200	FONDO	0	19.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Perfil estratigráfico de la vía entre del Km. 70+000 al Km 74+000



Valores orientativos de diversos tipos de suelo y roca

(Universidad de Santa Úrsula, "Estructuras de Contención en Gaviones", Maccaferri, 1997.)

PROPIEDADES DE SUELOS Y ROCAS					
TIPO	MATERIAL	PESO ESPECIFICO [t/m ³]	ANGULO DE FRICCION		
			MATERIAL	GRADOS	
NO COHI SIVOS	ARENA	Gruesa y seca	1,44	Compacta, bien graduada, uniforme	40 – 45
		Fina y seca	1,60	Uniforme, gruesa, arena fina o suelta	35 – 40
		Húmeda	1,84	Arena suelta bien graduada.....	35 – 40
		Muy húmeda	1,92	Arena fina seca.....	30 – 35
	GRAVA	Común mixta	1,76	Común mixta.....	35 – 40
		Fluvial	2,24	Grava.....	40
		Suelta	1,84	Compacta arenosa.....	40 – 45
		Arenosa	1,92	Suelta arenosa.....	35 – 40
	ROCA SUELTA	Granito	1,60 – 2,00	Piedra partida o en fragmentos.....	35 – 45
Basalto		1,76 – 2,24	Piedra partida o en fragmentos.....	35 – 45	
Calcárea		1,28 – 1,92	Piedra partida o en fragmentos.....	30 – 35	
Yeso		1,00 – 1,28	Yeso fragmentado.....	30 – 35	
COHI SVO	ARCILLA	Seca	1,76	Bloques de arcilla seca.....	30
		Húmeda	1,84	Bloques de arcilla húmeda.....	40
		Mojada	1,92	Arcilla compacta.....	10 – 20
		Marga arenosa	1,60	Arcilla blanda.....	5 – 7
		Marga	1,76	Material calcáreo de zona de desliz.	20 – 27
		Con grava	2,00	Material de falla.....	14 – 22
	MACIZO ROCOSO	Granito	2,61	Granito.....	30 – 50
		Quarzita	2,61	Quarzita.....	30 – 45
		Arenisca	1,95	Arenisca.....	30 – 45
		Caliza	3,17	Caliza.....	30 – 50
		Pórfido	2,58	Pórfido.....	30 – 40
		Piedra Lasca	2,40	Piedra Lasca.....	27 – 45
		Yeso	1,76	Yeso.....	30 – 40

ANEXO 02
METRADOS DE ENROCADO Y GAVIONES

Metrado estimado para Enrocado

Sección A-A	Cant.
Progresiva	70+080
Longitud de enrocado (m)	70
Area de enrocado (m ²)	15.69
Area de corte (m ²)	18.81
Area de relleno (m ²)	0.00
Volumen de enrocado (m ³)	1098.30
Volumen de corte (m ³)	1316.70
Volumen de relleno (m ³)	0.00
Sección	B-B
Progresiva	73+600
Longitud de enrocado (m)	60
Area de enrocado (m ²)	14.86
Area de corte (m ²)	12.78
Area de relleno (m ²)	0.00
Volumen de enrocado (m ³)	891.60
Volumen de corte (m ³)	766.80
Volumen de relleno (m ³)	0.00
Sección	C-C
Progresiva	73+830
Longitud de enrocado (m)	60
Area de enrocado (m ²)	14.12
Area de corte (m ²)	8.33
Area de relleno (m ²)	4.61
Volumen de enrocado (m ³)	847.20
Volumen de corte (m ³)	499.80
Volumen de relleno (m ³)	276.60
Sección	D-D
Progresiva	73+900
Longitud de enrocado (m)	130
Area de enrocado (m ²)	14.67
Area de corte (m ²)	8.56
Area de relleno (m ²)	5.31
Volumen de enrocado (m ³)	1907.10
Volumen de corte (m ³)	1112.80
Volumen de relleno (m ³)	690.30
Total	
Volumen de enrocado (m ³)	4744.20
Volumen de corte (m ³)	3696.10
Volumen de relleno (m ³)	966.90

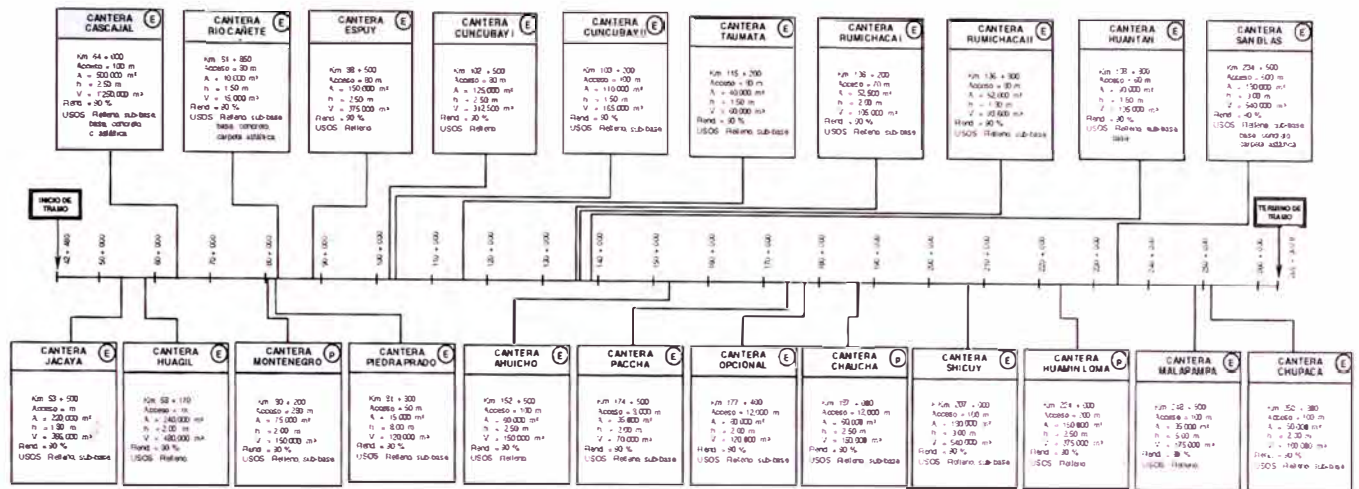
Metrado para ejecución de obras con Gaviones

Sección	A-A
Progresiva	70+080
Longitud (m)	70
Area de gaviones caja (m ²)	6.50
Area de gaviones colchón(m ²)	1.20
Area de corte (m ²)	11.37
Area de relleno grava (m ²)	1.34
Area de relleno mat. zona (m ²)	2.76
Volumen de gaviones caja (m ³)	455.00
Volumen de gaviones colchón (m ³)	84.00

Volumen de corte (m ³)	795.90
Volumen de relleno grava (m ³)	93.80
Volumen de relleno mat zona (m ³)	193.20
Sección	B-B
Progresiva	73+600
Longitud (m)	60
Area de gaviones caja (m ²)	6.50
Area de gaviones colchón(m ²)	1.20
Area de corte (m ²)	12.35
Area de relleno grava (m ²)	2.06
Area de relleno mat zona (m ²)	7.91
Volumen de gaviones caja (m ³)	390.00
Volumen de gaviones colchón (m ³)	72.00
Volumen de corte (m ³)	741.00
Volumen de relleno grava (m ³)	123.60
Volumen de relleno mat zona (m ³)	474.60
Sección	C-C
Progresiva	70+830
Longitud (m)	60
Area de gaviones caja (m ²)	5.50
Area de gaviones colchón(m ²)	1.20
Area de corte (m ²)	7.60
Area de relleno grava (m ²)	1.43
Area de relleno mat zona (m ²)	3.61
Volumen de gaviones caja (m ³)	330.00
Volumen de gaviones colchón (m ³)	72.00
Volumen de corte (m ³)	456.00
Volumen de relleno grava (m ³)	85.80
Volumen de relleno mat zona (m ³)	216.60
Sección	D-D
Progresiva	70+900
Longitud (m)	130
Area de gaviones caja (m ²)	6.50
Area de gaviones colchón(m ²)	1.20
Area de corte (m ²)	9.06
Area de relleno grava (m ²)	1.47
Area de relleno mat zona (m ²)	4.63
Volumen de gaviones caja (m ³)	845.00
Volumen de gaviones colchón (m ³)	156.00
Volumen de corte (m ³)	1177.80
Volumen de relleno grava (m ³)	191.10
Volumen de relleno mat zona (m ³)	601.90
Total	
Volumen de gaviones caja (m ³)	2020.00
Volumen de gaviones colchón (m ³)	384.00
Volumen de corte (m ³)	3170.70
Volumen de relleno grava (m ³)	494.30
Volumen de relleno mat zona (m ³)	1486.30

ANEXO 03
DISTRIBUCIÓN DE CANTERAS EN TODA LA CARRETERA.
ENSAYOS QUÍMICOS Y ESPECIALES.

DISTRIBUCIÓN DE CANTERAS EN TODA LA CARRETERA



PORCENTAJE ESTIMADO DE ESPONJAMIENTO

Material suelto	20%
Roca suelta	30%
Roca fija	40%

CAMPAMENTOS

1) Zuñiga	(Km 58 + 500)
2) Tomas	(Km 169 + 200)
3) Chaquecocha	(Km 225 + 000)
4) Chupaca	(Km 251 + 500)

PLANTAS DE CHANCAO Y DE ASFALTO

1) Cascajal	(Km 64 + 000)
2) Calachota	(Km 105 + 500)
3) Huantán	(Km 138 + 000)
4) San Blas	(Km 234 + 500)

PROPIEDAD DE LA CANTERA

(E) Estatal	(P) Particular
-------------	----------------

ESQUEMA DE UBICACION DE CANTERAS
TRAMO: LUNAHUANA - HUANCAYO
Km. 42 + 400 - Km. 260 + 300.8

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE CANTERAS

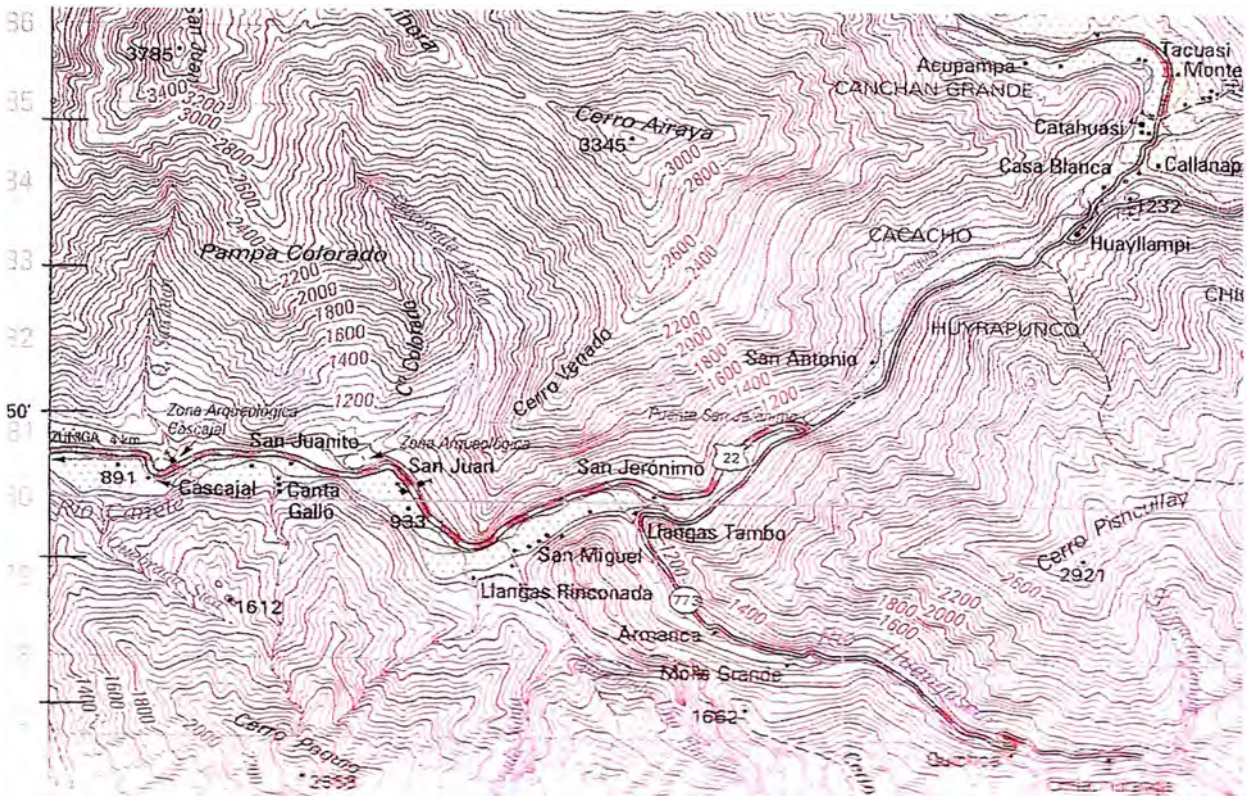
CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	2,976.09	293.80	7,047.80
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	242.26	366.23	1,348.10
CASCAJAL	64 + 000	CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	364.88	423.62	2,737.14
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	268.86	214.21	1,088.24
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	7.62	51.63	139.75
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	1,157.41	714.69	4,732.80
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	303.18	378.24	1,422.00
CUNCUBAY I	102 + 500	CU - 1	M - 1	0.00 - 3.00	54.79	59.37	312.09
TAUMATA	115 + 200	CT - 1	M - 1	0.00 - 1.00	801.75	342.93	3,355.80
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	76.88	325.40	1,628.71
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	16.79	37.90	149.91
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	18.08	10.21	148.12
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	18.57	8.98	142.12
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	17.62	39.77	165.60
CHUPACA	250 + 800	CCH - 2	M - 2	1.10 - 2.10	95.32	537.94	1,036.00

RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE CANTERAS

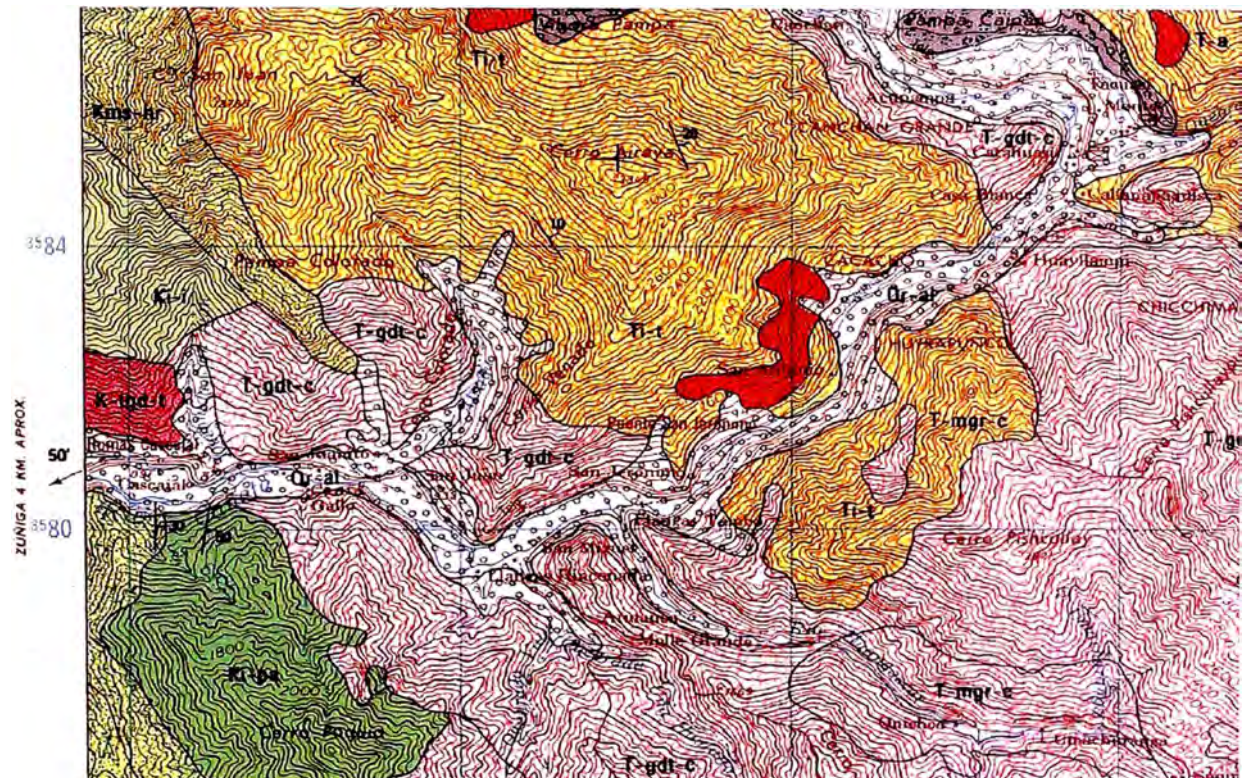
CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	ABRASION (%)	DURABILIDAD (%)			ADHERENCIA (A. Grueso)	ADHESIVIDAD (A. Fino)
						A. Grueso	A. Grueso	A. Fino			
JACAYA	53 + 500	CJ - 6	M - 2	0.30-2.00	47.6	18.0	2.23	3.35			
HUAGL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	18.4	23.5	11.50	1.80			
CASCAJAL	64 + 000	CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	53.9	13.1	7.90	1.20	100%, +95 *	GRADO 5 *	
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	59.6	16.6	21.90	1.00	100%, +95 **	GRADO 5 **	
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	86.1	12.7	1.50	2.40	100%, +95 **	GRADO 4 **	
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	77.1	17.6	2.80	2.00			
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	59.7	13.1	3.50	1.80			
TAUMATA	115 + 200	CT - 1	M - 2	1.00 - 2.20	57.6	15.6	2.06	2.20			
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	75.1	10.0	3.00	1.50			
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	18.4	30.0	7.60	3.60			
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 2	M - 3	0.70 - 3.00	46.6	24.7	4.10	3.53			
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	47.9	18.4	0.32	0.99	100%, +95 ***	GRADO 4 ***	
MALAPAMPA	248 + 500	CM - 2	M - 1	0.00 - 1.50		23.6	9.50	5.40			
CHUPACA	250 + 800	CCH - 2	M - 2	1.10 - 2.10	38.2	20.0	4.90	3.10			

ANEXO 04
CARTAS

Carta Nacional:



Carta Geológica:



ANEXO 05

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ACCESOS AL RÍO

Descripción

Esta partida consiste en la formación de terraplén de acceso al lecho del río, con el corte y empuje del material y con una distancia de recorrido de menos de 100 m.

Materiales.

En esta partida no se tienen materiales a usar pero si se debe acumular el material cortado de modo de no obstaculizar el normal cauce del río en lo posible.

Equipos.

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de corte adoptados y requieren aprobación previa del supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las presentes especificaciones.

Se usarán equipos de corte y empuje tales como tractor y/o excavadora.

Ejecución.

Comprende las operaciones de corte y empuje (a una distancia máxima de 100m), distribución, compactación del acceso y apilado de los materiales transportados en un banco en el lecho del río.

Los accesos dejarán un ancho mínimo de 3.5 m para el paso de los equipos pesados.

El material será acumulado a una distancia no mayor de 5m del acceso cortado.

Medición.

El volumen del corte será medido en m³ de material según las secciones iniciales y finales de los taludes en los cuales se proyecta el corte para el acceso.

La distancia de transporte será medida en proyección horizontal en metros a lo largo del trayecto seguido por el equipo de empuje entre los centros de gravedad del acceso y del apilado, esta última será definida por el Ingeniero Supervisor.

Pago

Los trabajos de corte y empuje para los accesos serán medidos y pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos y presentados en los formularios de propuesta.

DESVÍO DE RÍO (encauzamiento)

Descripción

Este trabajo comprende la ejecución del encauzamiento o desvío de cursos de agua necesarios y que se encuentren expresamente indicados en el proyecto para facilitar la construcción de estructuras en causes con agua, tales como los muros de gaviones. Comprende además, las obras provisionales que fueran necesarias.

Además incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra y expediente técnico.

Materiales

No se requieren.

Equipos

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las presentes especificaciones.

Requerimientos de Construcción

La zona en trabajo será desbrozada y limpiada.

El encauzamiento deberá ceñirse a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos o expediente técnico. En general, los lados del encauzamiento estarán de acuerdo a las dimensiones de diseño.

El Contratista deberá proteger el encauzamiento contra derrumbes o deslizamientos; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, será limpiado y eliminará su costo.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad del encauzamiento. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas por el Supervisor, deberá ser reconformada por su cuenta, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca del encauzamiento, no sufran accidentes. Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Los encauzamientos que presenten peligro de derrumbes o deslizamientos, que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán evitarse o corregirse convenientemente con la autorización del Supervisor.

Los materiales excedentes provenientes del encauzamiento, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar, sin provocar interferencias.

Medición

Las medidas de los encauzamientos será el volumen en metros cúbicos, aproximado al décimo de metro cúbico; determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Supervisor. Los encauzamientos ejecutados fuera de estos límites y los derrumbes o deslizamientos, no se medirán para los fines del pago.

Los encauzamientos que presenten peligro de derrumbes o deslizamientos, que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán evitarse o corregirse convenientemente con la autorización del Supervisor.

Los materiales excedentes provenientes del encauzamiento, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar, sin provocar interferencias.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua. No se colocará el material en lechos de ríos, ni a 30 metros de las orillas.

CORTE DE TALUD

Descripción

Este trabajo consiste en el corte y perfilado de los taludes inferiores de la carretera, transportando el material hasta el límite de acarreo libre y colocándolo en los sitios de acumulación provisional indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Materiales

Los materiales provenientes del corte se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

El Contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de corte que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

Equipo

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales deben garantizar el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de Construcción

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando los taludes cortados tengan más de tres (3) metros, y se presenten síntomas de inestabilidad, se deben de hacer terrazas o banquetas de corte para evitar la ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento. Estas labores deben de tratarse adecuadamente, debido a que implica un riesgo potencial para la integridad física de los usuarios de la carretera.

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones complementarias y préstamos, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

Aceptación de los Trabajos

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

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de corte se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto, estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) ó aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

No se medirán los cortes que el Contratista haya efectuado por error o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Supervisor fueren causados por procedimientos inadecuados o error del Contratista.

Pago

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Supervisor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de limpieza y remoción de capa vegetal de las zonas de préstamo; la excavación, carga y descarga de los materiales de préstamo. No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados en las zonas de préstamo, pero es obligación del Contratista dejar el área bien conformada o restaurada.

COLOCACIÓN DE MATERIAL DE BASE

Descripción

Este trabajo comprenderá el relleno y compactado de la capa granular de base de cimentación para los muros de contención en las proximidades del lecho del río, todo de acuerdo con las presentes especificaciones, de conformidad con el diseño o como disponga el Supervisor.

También incluye este trabajo el suministro y colocación del material de relleno aprobado, para sustituir los materiales inadecuados que pueden encontrarse por debajo de la cota de cimentación.

Materiales

El material de relleno para cimentación se compondrá de un adecuado y bien graduado tipo de arena desde la cantera más cercana al proyecto, tal como se indica en planos o lo exija el Supervisor y con su aprobación por escrito.

Equipos

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias del proyecto que en este caso no serán pesados.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

Pago

El trabajo de relleno se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Supervisor, para la respectiva clase de relleno y compactado ejecutado satisfactoriamente y aceptada por éste.

No habrá pago por el relleno y disposición o desecho de los materiales no utilizados en las zonas de trabajo, pero es obligación del Contratista dejar el área bien conformada o restaurada.

COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL

Descripción.

Este trabajo consistirá en la provisión y colocación de un geotextil para el control de finos debajo y detrás de muros de gaviones y debajo de colchones antisocavantes.

Materiales.

Los geotextiles deberán ser no tejidos compuestos de fibras sintéticas. Las fibras deberán estar compuestas por no menos de 85% en peso de polipropileno, poliéster o poliamidas. Los geotextiles deberán ser resistentes al deterioro resultante de la exposición a la luz solar. Los geotextiles deberán estar libres de defectos que afecten sus propiedades físicas y de filtración. Los valores mínimos promedio (MARV) para todas las propiedades de los geotextiles deberán estar conforme a los requerimientos de la siguiente tabla:

Requerimientos Físicos

Propiedad	Método de Ensayo	Unidad	MARV
Resistencia a La Tracción	ASTM D 4632	N	930
Elongación a la Tracción	ASTM D 4632	%	>50
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	N	550
Resistencia al Reventado	ASTM D 3786	KPa	2600
Desgarre Trapezoidal	ASTM D 4533	N	350
Abertura Aparente de Poros (AOS)	ASTM D 4751	Mm	0.18
Permisividad	ASTM D 4491	Sg -1	0.1
Estabilidad Rayos Ultravioleta	ASTM D 4355	%	70 @ 500 hrs.

Geotextiles para Control de Finos

Requerimientos de Construcción

El geotextil deberá mantenerse seco y enrollado de tal forma que sea protegido durante la carga y almacenamiento. En ningún momento el geotextil deberá ser expuesto a los rayos ultravioleta por un período mayor a 14 días. Si son almacenados a la intemperie, deberán ser elevados y protegidos con una cubierta a prueba de agua.

Antes de la colocación del geotextil, la superficie deberá estar preparada, nivelada y aprobada por el supervisor. El geotextil debe ser colocado suelto y no excesivamente tenso. Para colocarlo en íntimo contacto con el suelo, debe tenerse cuidado de no dejar espacios vacíos entre el geotextil y el suelo subyacente o adyacente.

El geotextil deberá ser traslapado como mínimo 45 cm. (18") excepto en el caso de que sea colocado bajo el agua, donde el traslape mínimo será de 90 cm. (3 pies). El geotextil ubicado aguas arriba deberá ser traslapado sobre el geotextil ubicado aguas abajo.

Durante la construcción, se deberá tener cuidado en evitar la contaminación del geotextil con suelo u otro material. Todo geotextil dañado deberá ser reparado colocando un parche que se extenderá 90 cm. en todas las direcciones alrededor del área dañada.

Certificación

Certificación del Fabricante:

Para asegurar la calidad de la materia prima, los procesos de fabricante y el producto final, se deberá exigir que el proveedor, así como el fabricante del geotextil a instalarse, posean la Certificación ISO 9002. Adicionalmente el fabricante del geotextil deberá poseer la certificación ISO 14001.

Certificación del Producto:

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de calidad original del fabricante, listando las propiedades obtenidas en su laboratorio, para los lotes entregados así como el nombre del producto, numeración del lote, fecha de realización de los ensayos y las normas de ensayos correspondientes.

Aceptación

La Supervisión podrá aceptar el producto si los valores indicados en el Certificado de Calidad del Fabricante cumplen con los valores especificados para la obra. Si se considera necesario evaluar muestras tomadas en obra, se deberá usar un laboratorio con Certificación GAI- LAP.

La aceptación del producto en este caso es determinada si los resultados promedio de todos los especímenes dentro de una muestra dada, igualan o superan los valores del Certificado de Calidad del Fabricante.

Método de medición.

El geotextil será medido en metros cuadrados contabilizados de las secciones indicadas en los planos o de las indicadas por escrito por el ingeniero supervisor. Esto excluye los traslapes cosidos.

Bases de pago.

Las cantidades aceptadas de geotextil serán pagadas al precio unitario del contrato por metro cuadrado colocado.

GAVIONES CAJA

Descripción.

Los Gaviones Caja son elementos estructurales en forma de prisma rectangular fabricados en malla hexagonal a doble torsión, subdivididos en celdas por diafragmas colocados a cada metro durante la fabricación, los cuales, además de reforzar a estructura, facilitan su montaje y relleno. Las aristas de los paneles de malla son reforzadas con alambre de mayor diámetro.

Este ítem se refiere a todas las obras ejecutadas con Gaviones Caja Galfan y se realizará de acuerdo a las presentes especificaciones con los requisitos indicados en los planos.

Materiales.

El Gavión Caja Galfan es un elemento de forma prismática rectangular, constituido por piedras confinadas exteriormente por una red de alambre de acero protegido con un recubrimiento de zinc + aluminio (ASTM 856).

El Gavión Caja estará dividido en celdas mediante diafragmas intermedios. Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deberán estar reforzados con alambre de mayor diámetro al empleado para la red.

Todos los bordes libres de la malla deberán ser enrollados mecánicamente al alambre de borde de manera que las mallas no se desaten. (Ver detalle)

Red Metálica

Las características indispensables que deberá tener el tipo de red a utilizar son las siguientes:

- No ser fácil de destejer o desmallar.
- Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión
- Facilidad de colocación.

La red será de malla hexagonal a doble torsión; las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

La abertura de la malla será de 10 x 12 cm. para los Gaviones Caja.

El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones BS 1052/1980 "Mild Steel Wire", una carga de rotura media superior a 3,800 Kg/cm² y un estiramiento no inferior al 12%.

El alambre deberá tener un recubrimiento de zinc + aluminio, de acuerdo a la Norma ASTM A 856 "Zinc / 5% Aluminum Mischmetal Alloy Coated Carbon Steel", cuyo espesor y adherencia garantice la durabilidad del revestimiento.

El diámetro del alambre de la malla será de 2.70 mm. para los Gaviones Caja. El diámetro del alambre de amarre y atirantamiento será de 2.20 mm.

La especificación final para los Gaviones Caja será la siguiente:

- Abertura de la malla: 10 x 12 cm.
- Diámetro del alambre de la malla: 2.70 mm.
- Diámetro del alambre de borde: 3.40 mm.
- Recubrimiento del alambre: Zinc + 5% Aluminio (ASTM 856)

El alambre para amarre y atirantamiento se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta vinculación entre los gaviones, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tensores. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1.0 m. de altura, en relación a su peso, y de 6% para los de 0.5 m. de altura.

Piedra

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y 2 veces dicho valor. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del gavión con piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 6" y 10"; Antes de su colocación en obra, la piedra deberá ser aprobada por el Ingeniero Inspector.

Requerimientos de Construcción

Antes de proceder a la ejecución de obras con gaviones el Contratista deberá obtener la autorización escrita del Ingeniero Inspector, previa aprobación del tipo de red a utilizar. Cualquier modificación en las dimensiones o en la disposición de los gaviones a utilizar deberá contar con la aprobación del Ingeniero Inspector. No podrán aprobarse aquellas modificaciones que afecten la forma o la funcionalidad de la estructura.

La base donde los gaviones serán colocados deberá ser nivelada hasta obtener un terreno con la pendiente prevista. Los niveles de excavación deberán ser verificados por el Ingeniero Inspector antes de proceder a la colocación de los gaviones; se constatará que el material de asiento sea el adecuado para soportar las cargas a que estará sometido y si el Inspector lo cree conveniente, las cotas podrán ser cambiadas hasta encontrar las condiciones adecuadas.

El armado y colocación de los gaviones se realizará respetando las especificaciones del fabricante de los gaviones. Cada unidad será desdoblada sobre una superficie rígida y plana, levantados los paneles de lado y colocados los diafragmas en su posición vertical. Luego se amarrarán las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

Antes de proceder al relleno deberá amarrarse cada gavión a los adyacentes, a lo largo de las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales. El amarre se efectuará utilizando el alambre provisto junto con los gaviones y se realizará de forma continua atravesando todas las mallas cada 10 cm. con una y dos vueltas, en forma alternada.

Para obtener un mejor acabado los gaviones podrán ser traccionados antes de ser llenados, según disponga el Ingeniero Inspector. Como alternativa podrá usarse un encofrado de madera.

El relleno de los gaviones será efectuado con piedra seleccionada. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así un mayor peso.

Durante la operación de relleno de los gaviones, deberán colocarse dos o más tirantes de alambre a cada tercio de la altura del gavión de 1.00 m. Estos tirantes unirán paredes opuestas con sus extremos atados alrededor de dos nudos de la malla. Para gaviones de 0.50 m. de alto bastará colocar los tirantes en el nivel medio de las cajas.

En caso de que los gaviones sean llenados previamente e izados para su colocación, deberán colocarse tirantes verticales.

Después de completar el relleno de los gaviones, se procederá a cerrar el gavión bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que el relleno del gavión sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

Los gaviones vacíos, colocados arriba de una camada ya terminada, deberán coserse a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos, para lograr un contacto continuo entre los mismos que asegure la monoliticidad de la estructura.

Método de medición.

Las obras con Gaviones Caja se medirán por metro cúbico de gavión ejecutado, de acuerdo a las medidas de los planos y a los requisitos de las presentes especificaciones.

Bases de pago.

El trabajo realizado de acuerdo a las especificaciones señaladas, medido según el acápite anterior, y debidamente aprobado por el Ingeniero Inspector, será pagado en base al precio unitario del contrato por metro cúbico para los Gaviones Caja. Dicho pago constituirá la completa compensación para la mano de obra, materiales, equipos, herramientas, implementos y todo concepto necesario para la correcta ejecución de la partida.

Certificación y aceptación

Certificación del Fabricante:

Para asegurar la calidad de la materia prima, los procesos de fabricante y el producto final, se deberá exigir que el proveedor, así como el fabricante de los gaviones a instalarse, posean la Certificación ISO 9002.

Certificación del Producto:

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de Calidad original del fabricante.

GAVIONES COLCHON

Descripción

Este ítem se refiere a todas las obras ejecutadas con Gaviones Colchones Reno Galfan y se realizará de acuerdo a las presentes especificaciones con los requisitos indicados en los planos.

Materiales

El Gavión Colchón Reno son elementos de forma prismática rectangular, constituido por piedras confinadas exteriormente por una red de alambre de acero protegido con un recubrimiento de Zn + %5 Al +MM (ASTM 856).

El Gavión Caja y el Colchón Reno estarán divididos en celdas mediante diafragmas intermedios. Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deberán estar reforzados con alambre de mayor diámetro al empleado para la red, alambre de borde.

Todos los bordes libres de la malla deberán ser enrollados mecánicamente al alambre de borde de manera que las mallas no se desaten.

Red Metálica

Las características indispensables que deberá tener el tipo de red a utilizar son las siguientes:

- No ser fácil de destejer o desmallar.
- Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión
- Facilidad de colocación.

La red será de malla hexagonal a doble torsión; las torsiones serán obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

La abertura de la malla será de 10 x 12 cm. para los Gaviones Caja.

El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones BS 1052/1980 "Mild Steel Wire", una carga de rotura media superior a 3,800 Kg/cm² y un estiramiento no inferior al 12%.

El alambre deberá tener un recubrimiento de zinc + aluminio, de acuerdo a la Norma ASTM A 856 "Zinc / 5% Aluminum Mischmetal Alloy Coated Carbon Steel", cuyo espesor y adherencia garantice la durabilidad del revestimiento.

El diámetro del alambre de la malla será de 2.70 mm. para los Gaviones Colchón. El diámetro del alambre de amarre y atirantamiento será de 2.20 mm.

La especificación final para los Gaviones Caja será la siguiente:

- Abertura de la malla: 10 x 12 cm.
- Diámetro del alambre de la malla: 2.70 mm.
- Diámetro del alambre de borde: 3.40 mm.
- Recubrimiento del alambre: Zinc + 5% Aluminio (ASTM 856)

El alambre para amarre y atirantamiento se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta vinculación entre los gaviones, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tensores. La cantidad estimada de alambre es de 8% para los gaviones de 1.0 m. de altura, en relación a su peso, y de 6% para los de 0.5 m. y 0.3 de altura.

Piedra

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y 2 veces dicho valor. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del gavión con piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 4" y 8" para el Colchón Reno.

Antes de su colocación en obra, la piedra deberá ser aprobada por el Ingeniero Inspector.

Requerimientos de Construcción

Antes de proceder a la ejecución de obras con gaviones el Contratista deberá obtener la autorización escrita del Ingeniero Inspector, previa aprobación del tipo de red a utilizar. Cualquier modificación en las dimensiones o en la disposición de los gaviones a utilizar deberá contar con la aprobación del Ingeniero Inspector. No podrán aprobarse aquellas modificaciones que afecten la forma o la funcionalidad de la estructura.

La base donde los gaviones serán colocados deberá ser nivelada hasta obtener un terreno con la pendiente prevista. Los niveles de excavación deberán ser verificados por el Ingeniero Inspector antes de proceder a la colocación de los gaviones; se constatará que el material de asiento sea el adecuado para

soportar las cargas a que estará sometido y si el Inspector lo cree conveniente, las cotas podrán ser cambiadas hasta encontrar las condiciones adecuadas.

El armado y colocación de los gaviones se realizará respetando las especificaciones del fabricante de los gaviones. Cada unidad será desdoblada sobre una superficie rígida y plana, levantados los paneles de lado y colocados los diafragmas en su posición vertical. Luego se amarrarán las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

Antes de proceder al relleno deberá amarrarse cada gavión a los adyacentes, a lo largo de las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales. El amarre se efectuará utilizando el alambre provisto junto con los gaviones y se realizará de forma continua atravesando todas las mallas cada 10 cm. con una y dos vueltas, en forma alternada.

Para obtener un mejor acabado los gaviones podrán ser traccionados antes de ser llenados, según disponga el Ingeniero Inspector. Como alternativa podrá usarse un encofrado de madera.

El relleno de los gaviones será efectuado con piedra seleccionada. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así un mayor peso.

Después de completar el relleno de los gaviones, se procederá a cerrar el gavión bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que el relleno del gavión sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

Los gaviones vacíos, colocados arriba de una camada ya terminada, deberán coserse a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos, para lograr un contacto continuo entre los mismos que asegure la monoliticidad de la estructura.

Certificación del fabricante

Para asegurar la calidad de la materia prima, los procesos de fabricante y el producto final, se deberá exigir que el proveedor, así como el fabricante de los gaviones a instalarse, posean la Certificación ISO 9002.

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de Calidad original del fabricante.

Método de medición.

Las obras con Colchones Reno se medirán por metro cúbico de colchón ejecutado, de acuerdo a las medidas de los planos y a los requisitos de las presentes especificaciones.

Bases de pago.

El trabajo realizado de acuerdo a las especificaciones señaladas, medido según el acápite anterior, y debidamente aprobado por el Ingeniero Inspector, será pagado sobre la base del precio unitario del contrato por metro cúbico. Dicho pago constituirá la completa compensación para la mano de obra, materiales, equipos, herramientas, implementos y todo concepto necesario para la correcta ejecución de la partida.

RELLENO DETRÁS DE GAVIONES

Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de contención (gaviones) contemplados en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

Incluye, además, la construcción de capas filtrantes por detrás de muros de contención, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Supervisor, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad.

Materiales

Se utilizarán los mismos materiales que se obtengan de los cortes efectuados previos a la construcción de las obras de contención.

Equipo

Los equipos de extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los

trabajos de acuerdo con las exigencias del proyecto que en este caso no serán pesados.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

Requerimientos de Construcción

El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el Supervisor, deberá ser retirado por el Contratista, a su costo.

Los materiales de relleno se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Contratista deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y

mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la integridad física de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa con el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas.

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura.

Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, contaminación del medio ambiente.

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

Los trabajos de relleno de estructuras, se llevarán a cabo cuando no haya lluvia, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

Aceptación de los trabajos

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

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta sección.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

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

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

- Para la compactación se debe cumplir la aplicación de un mínimo de tres ensayos de densidad de campo por capa.
- En la protección de la superficie del relleno, todas las irregularidades que excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Medición

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Supervisor, en su posición final. No se considera los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

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

Pago

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

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

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, transporte, descarga, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación.

MANTENIMIENTO DE GAVIONES

Requerimientos de Reparación

Ejecutar la actividad cuando los gaviones se encuentren en mal estado como rotura o deterioro de la malla, pérdida de piedra, desplome o destrucción del muro, en lo posible realizarla durante la época seca a menos que se trate de acometer una solución de emergencia.

Personal

Residente de obra y trabajadores

Equipos y herramientas

- Picos
- Barretas
- Alicates
- Carretilla
- Cámara fotográfica

Materiales

- Piedra
- Material para relleno
- Agua
- Malla para gaviones hexagonal triple torsión con
- Alambre galvanizado de diámetro mayor de 2mm

Condiciones de recepción

El Supervisor verificará que el muro en gaviones esté completamente reparado a satisfacción, de acuerdo con lo especificado en la Sección 655B de las EG-CBVT 2005.

Procedimiento

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
- El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
- Distribuir los trabajadores con base en la programación de esta actividad.
- Cargue, transporte de piedra faltante al sitio de construcción.
- Marcar las áreas deterioradas del muro, retirar la piedra y las mallas hasta los puntos que se encuentren a nivel. En caso de que sea sobre terreno natural adecuarlo de tal forma que se tenga una base firme y a nivel para apoyo.
- Armar las canastas que se van a utilizar en el mismo sitio de la obra. Colocar los tirantes con alambre del mismo calibre.
- La piedra se colocará dentro de la canasta en forma manual de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro de ella y las más grandes junto a la malla.
- Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas. Adecuar los rellenos detrás del espaldón del muro.
- Hacer limpieza general en el sitio de trabajo.
- Llevar registro fotográfico del proceso constructivo.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

Unidad de medida

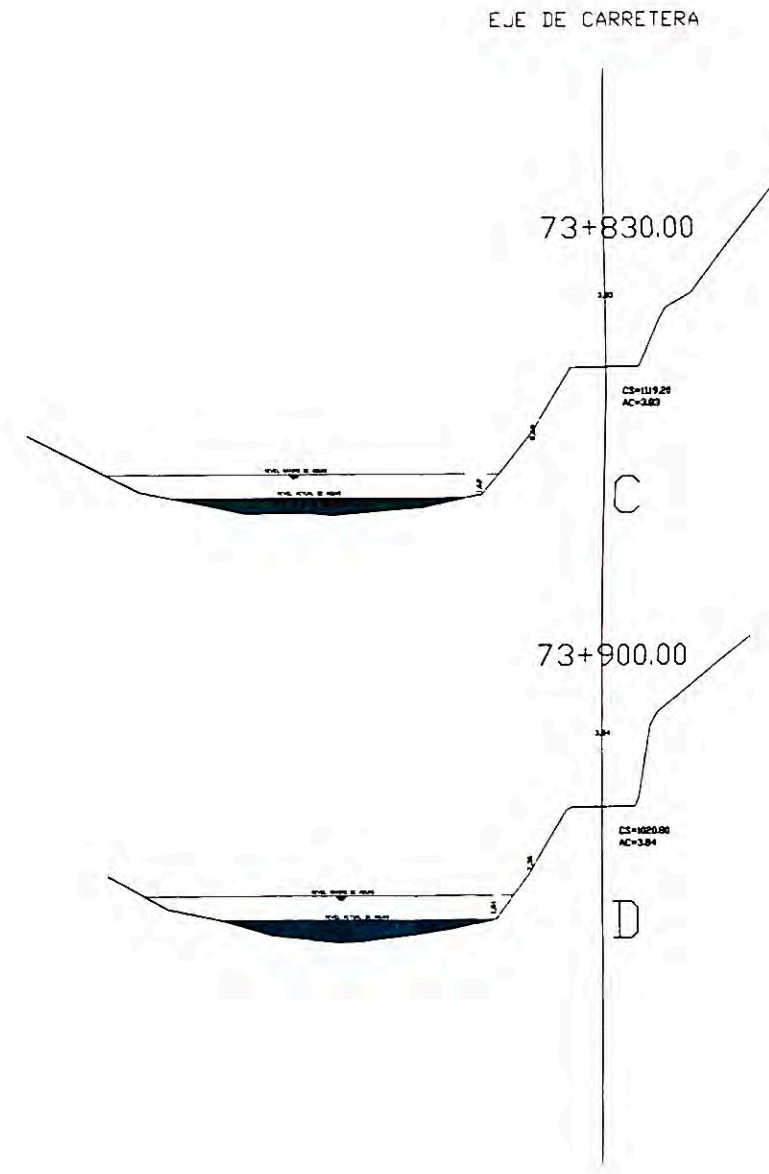
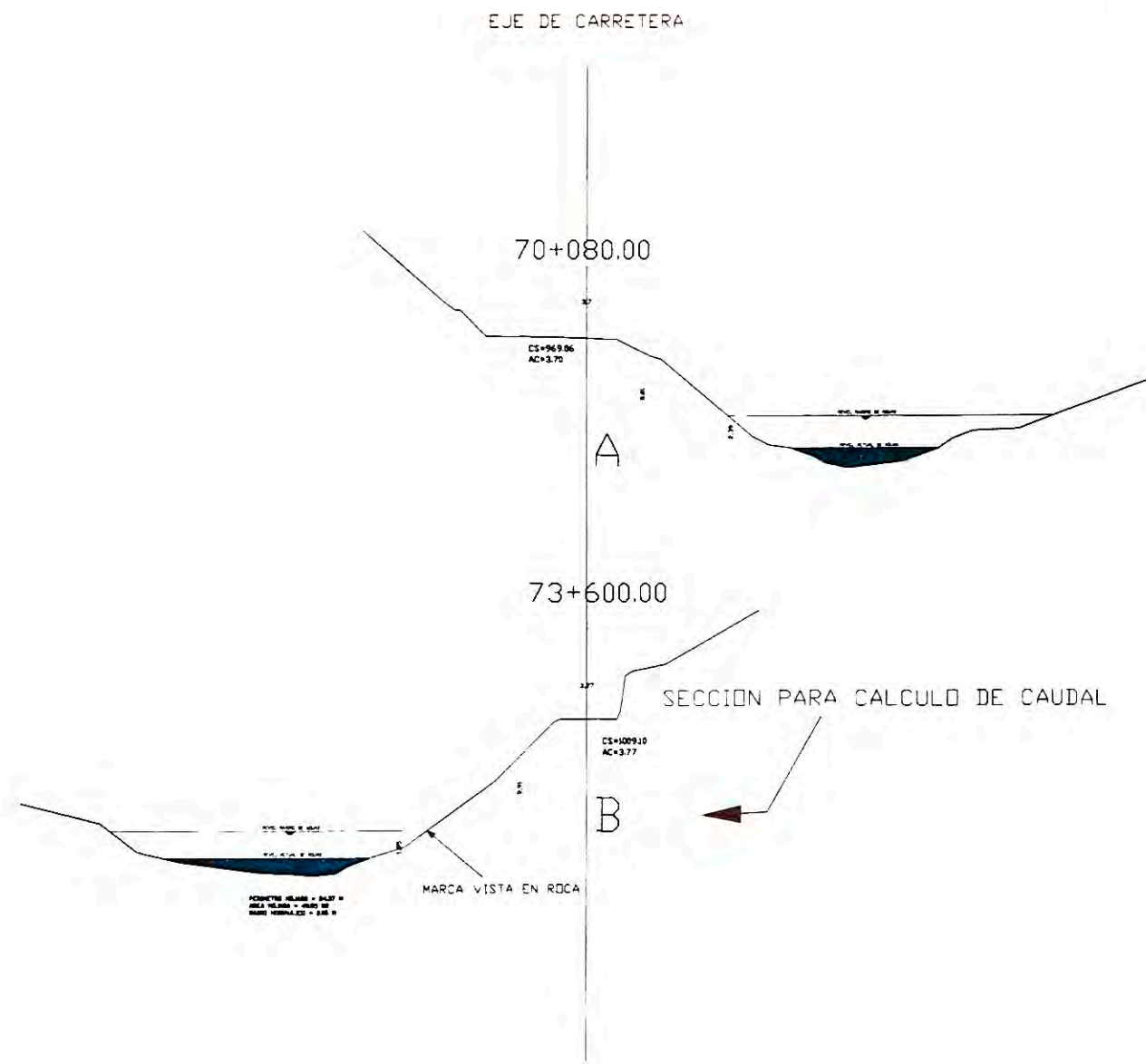
Metro cúbico (m³).

Pago

Precio de contrato por trabajo aprobado.

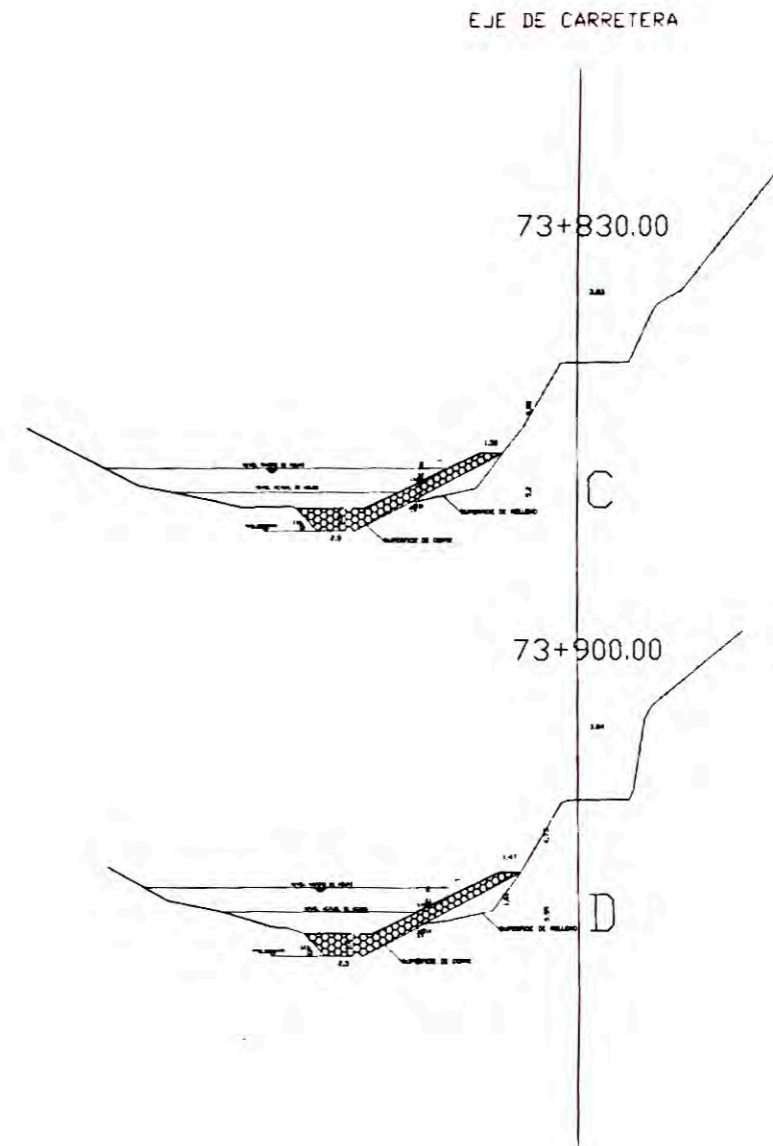
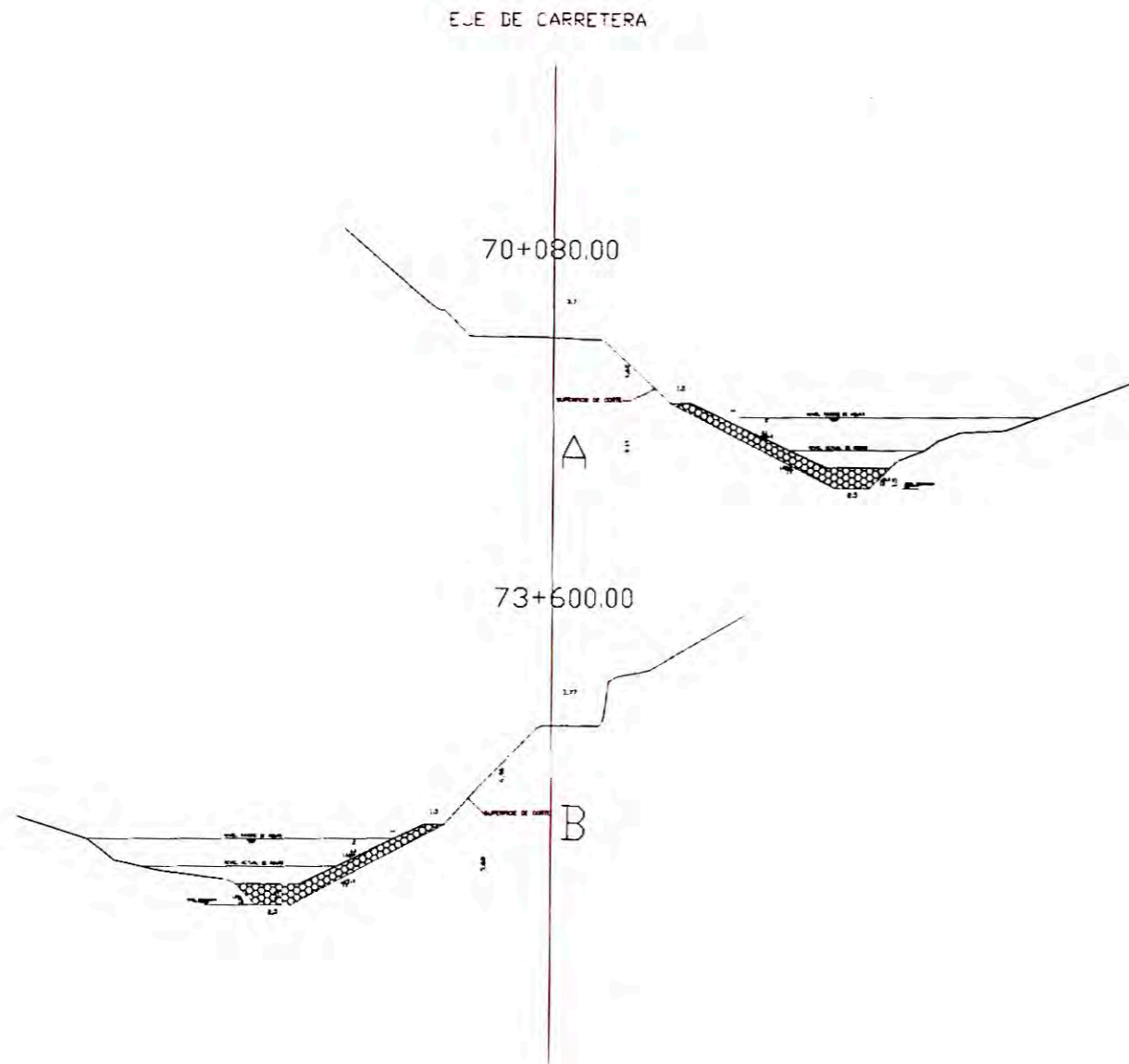
ANEXO 06
PLANOS

SECCIONES



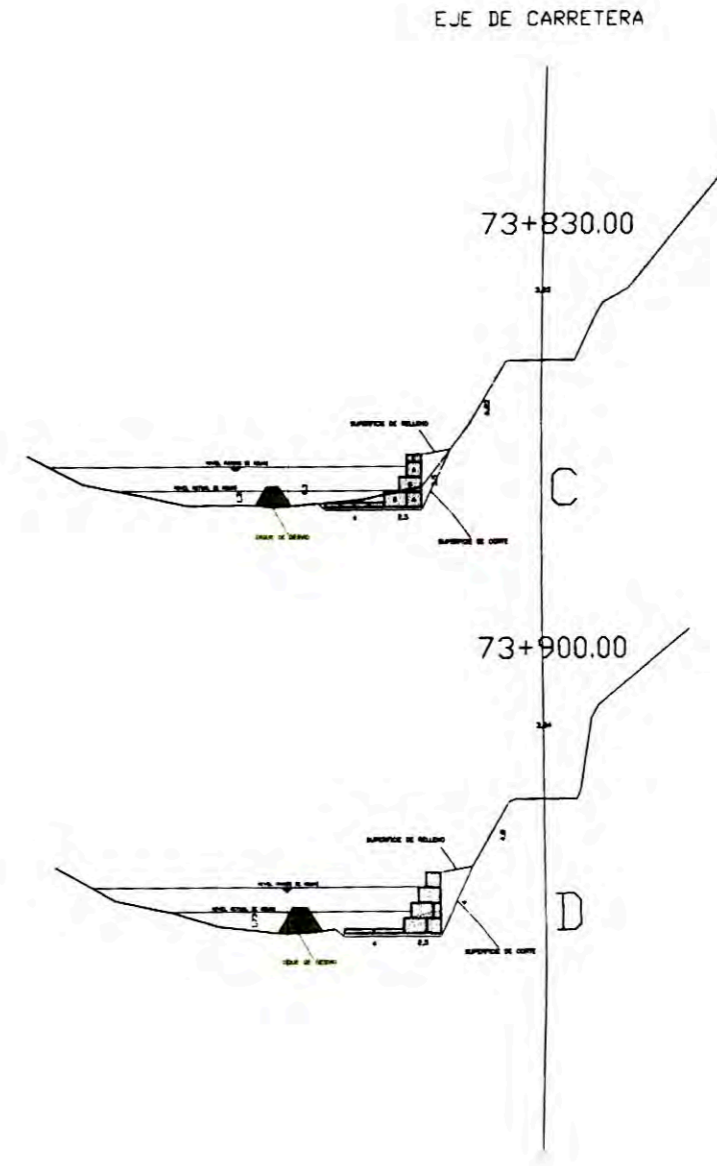
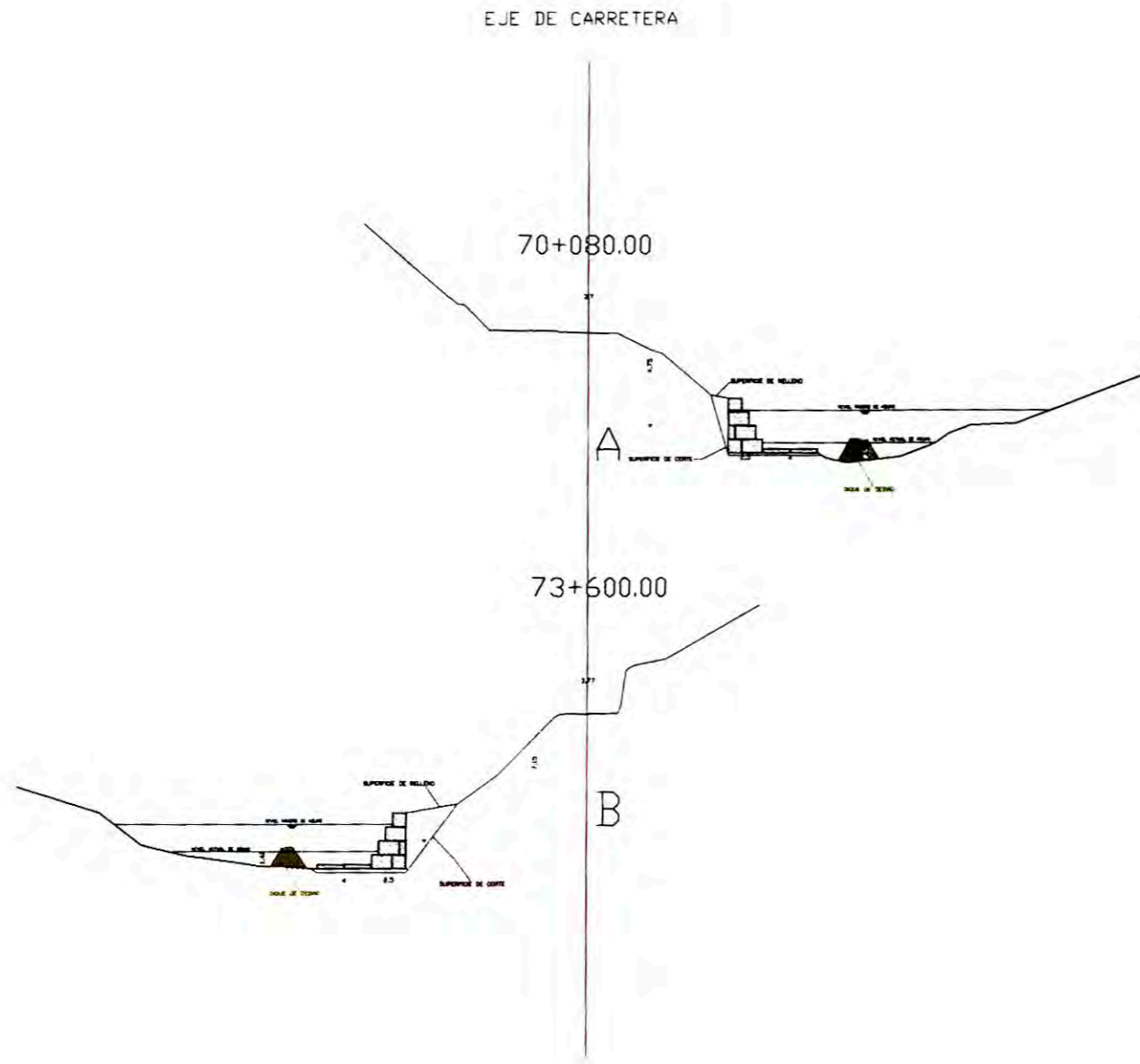
PROYECTO: MONITORIO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YALUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000.			
GEOTECNIA - TALUDES - CANTERAS			
OBRA / DESCRIPCION: DEFENSA RIBERENA EN TALUDES INFERIORES			
SECCIONES PARA OBRAS PROYECTADAS			
PLANO: P-01	FECHA: 28/11/2009	ESCALA: 1:500	DISEÑO: ALEXIS ARAUCO L.

SECCIONES ENROCADO



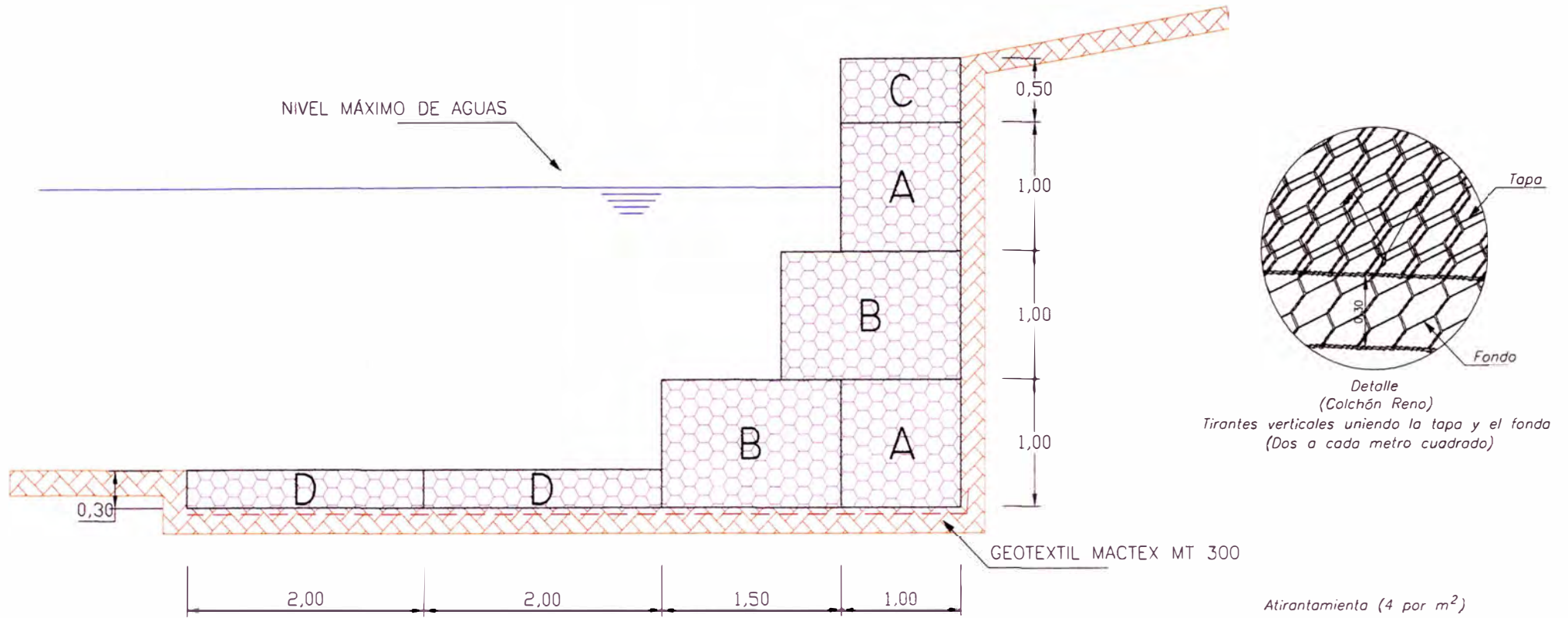
PROYECTO:		MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAJUJOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000.	
		GEOTECNIA - TALUDES - CANTERAS	
OBRA / DESCRIPCION:		DEFENSA RIBEREÑA EN TALUDES INFERIORES SECCIONES - ENROCADO	
PLANO:	FEC-A:	ESCALA:	DISEÑO:
P-02	28/11/2009	1:500	ALEXIS ARAUCO L.

SECCION GAVIONES



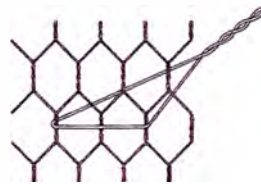
PROYECTO:		MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS DEL KM 69+000 AL KM 74+000.	
		GEOTECNIA - TALUDES - CANTERAS	
OBRA / DESCRIPCION:		DEFENSA RIBERENA EN TALUDES INFERIORES SECCIONES - GAVIONES	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	DISEÑO:
P-03	28/11/2009	1:500	ALEXIS ARAUCO L.

SECCIÓN TÍPICA H = 3.5 m

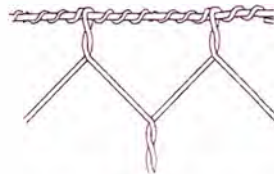


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS GAVIONES	
ABERTURA DE MALLA	10x12cm
REVESTIMIENTO DE MALLA	Zn-5%Al-MM (ASTM A856)
REVESTIMIENTO ADICIONAL	PVC
DIAMETRO DE ALAMBRE DE MALLA	3.40 mm
DIAMETRO DE ALAMBRE DE BORDE	4.00 mm
DIAM. ALAMBRE DE AMARRE Y ATIRANTAMIENTO	3.20 mm
DIMENSIONES	
TIPO A	5.0 x 1.0 x 1.0 m
TIPO B	5.0 x 1.5 x 1.0 m
TIPO C	5.0 x 1.0 x 0.5 m
TIPO D	5.0 x 2.0 x 0.3 m

Detalle del Atirantamiento



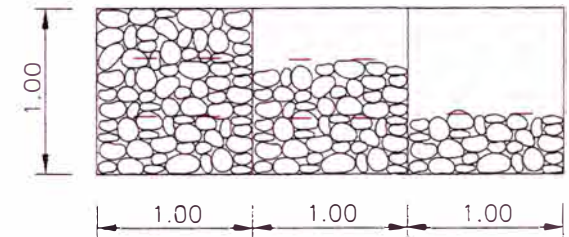
Detalle de la unión mecánica de la malla con el alambre de borde



Detalle de la Costura



Atirantamiento (4 por m²)



PROYECTO		MON TUBOS DE SERVICIO SUD DE LA CARRETERA TARIETA-LAJOS DEL KM 69+300 AL KM 70+300	
		GEOTECNIA - TALUDES - CANTERAS	
OBRA / DESCRIPCIÓN		DEFENSA RIBERENA EN TALUDES INFERIORES	
		SECCION TÍPICA - GAVIONES 3.5 M	
PLANO	FECHA	ESCALA	DISEÑO
P-04	28/11/2009	1:50	ALEXIS ARAUCO L.