

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



**PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA
REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI
DEL DEPARTAMENTO DE PUNO
KM 0+000 AL KM 10+000**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL**

ENRIQUE ALBERTO CARRIÓN LOZADA

**Lima-Perú
2000**

A mis queridos padres: Doralinda y Ananías.

A mi esposa Graly, mi hijo Joao;

A los seres amados que ya no se encuentran
entre nosotros y que desde el cielo nos alumbran
en este largo caminar.

Porque Jehová da la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia. (Proverbios 2:6)

Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría y que obtiene la inteligencia. (Proverbios 3:13)

**“ PROGRAMACIÓN Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA REHABILITACIÓN DE
LA CARRETERA AZANGARO- MUÑANI (Km. 0+000 – Km. 10+000)”.**

INDICE	PAG.
CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA	
1.1.0 INTRODUCCIÓN	1
1.2.0 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.3.0 INFORMACIÓN UTILIZADA	3
CAPITULO II: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	
2.1.0 ASPECTOS GENERALES DEL PREOYECTO	5
2.2.0 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
2.3.0 PLANTEAMIENTOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	6
CAPITULO III: PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL PROYECTO	
3.1.0 CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	8
3.2.0 DERECHO DE VÍA	8
3.3.0 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	10
CAPITULO IV: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	
4.1.0 GENERALIDADES	30
4.2.0 ASPECTOS CLIMÁTICOS	31
4.3.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	32
4.4.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS	32
4.5.0 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	34
4.6.0 SISMOLOGÍA	34

4.7.0	GEOTECNIA	37
4.8.0	MECANICA DE SUELOS	40
4.9.0	ENSAYO DE LABORATORIO	47
4.10.0	UBICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CANTERAS	49
4.11.0	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN DE BATERÍA DE ALCANTARILLAS	58

CAPITULO V: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

5.1.0	DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES	73
5.2.0	CÁLCULO Y DISEÑO DE CUNETAS	75
5.3.0	DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE	98
5.3.1	DISEÑO DE BATERIA DE ALCANTARILLAS	98
5.4.0	DRENAJE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	126

CAPITULO VI: PAVIMENTOS

6.1.0	OBJETIVOS	139
6.2.0	ANÁLISIS DE TRÁFICO	146
6.3.0	EL PAVIMENTO Y SU FUNCIÓN RESISTENTE	147
6.4.0	MÉTODOS DE DISEÑO Y DISEÑO PROPUESTO	151

CAPITULO VII: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

7.1.0	ASPECTOS GENERALES	160
7.2.0	OBRAS DE REHABILITACIÓN	161
7.2.1	OBRAS PRELIMINARES	161
7.2.2	EXPLANACIONES	161
7.2.3	PAVIMENTOS	162
7.2.4	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	165
7.2.5	SEÑALIZACIÓN	170

7.2.6	MANTENIMIENTO VIAL	170
--------------	---------------------------	------------

CAPITULO VIII: PROGRAMACIÓN DE OBRA

8.0.0	DEFINICIÓN	172
8.1.0	LA PLANIFICACIÓN	172
8.2.0	DIAGRAMA DE GANTT	174
8.3.0	EL PERT	175
8.4.0	EL CPM	177
8.5.0	LA PROGRAMACIÓN PERT CPM	178
8.6.0	DETERMINACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA	185

CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.0	CONCLUSIONES	191
9.2.0	RECOMENDACIONES	195

ANEXOS

1.0.0	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES	196
--------------	---	------------

2.0.0	METRADOS	257
--------------	-----------------	------------

1.0	OBRAS PRELIMINARES	
2.0	EXPLANACIONES	258
3.0	PAVIMENTOS	260
4.0	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	268
5.0	TAJEAS DE PIEDRA	269
6.0	BATERÍA DE ALCANTARILLAS	269
7.0	MURO DE CONTENCIÓN	275
8.0	SEÑALIZACIÓN	276

3.0.0 COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.1.0 BASE DE CÁLCULO PARA LOS ANÁLISIS DE COSTOS	278
3.2.0 ANALISIS DE COSTOS DIRECTOS	279
3.3.0 PRESUPUESTO DE OBRA	296
4.0.0 PANEL FOTOGRÁFICO .	300
5.0.0 PLANOS	310

CAPITULO I
MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPITULO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.0 INTRODUCCION

Contar con buenas carreteras, es objetivo fundamental en el planeamiento de las poblaciones con tendencia al progreso y superación. En la actualidad es comprensible que en un programa vial con fondos limitados como es la Dirección General de Caminos del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción no se puedan construir carreteras nuevas, por lo que consecuentemente se programe mejorar las existentes.

Pues bien, la Rehabilitación y Mantenimiento del Tramo carretero Azangaro – Muñani (del cual forma parte el tramo 1) con una longitud de 38.606 Km, tiene por finalidad proporcionar mejoras a la vialidad en cuanto a la circulación de los vehículos, reduciendo el tiempo de recorrido, proponiendo el incremento del tráfico y por ende la reducción de los costos de transporte y el incremento de la interrelación de productos de los centros de producción existentes en la zona, además de los pueblos provenientes de la selva que dan lugar al intercambio entre estos pueblos

El objetivo principal de la rehabilitación de esta carretera es propiciar el retorno de la población campesina a su localidad mediante la recuperación de la transitabilidad de la vía y la mejora de los servicios de transporte rural, incrementando la calidad de vida en la comunidad rural mejorando la producción por tener mejores vías de acceso y por ende reactivando la economía y creando fuentes de ingresos adicionales.

Esta carretera debe tener una superficie de rodadura lisa y firme, cuyo ancho, pendientes y alineamientos deben ser tales que permitan que su utilización sea económica y segura. Estas condiciones pueden cumplirse de varias formas, considerando que no todas las carreteras exigen un pavimento costoso con capa de rodadura de material bituminoso.

El costo de construcción y conservación de una carretera puede justificarse desde un punto de vista económico, dado que produce una disminución del costo de operación del vehículo.

Muchos caminos de acceso, carreteras rurales y otras carreteras de tráfico ligero, han sido construidos para servir las necesidades planeadas y futuras para ese entonces, utilizando como capa de rodadura alguna forma de suelo estabilizado. Cuando el último volumen de tráfico crece, el costo de conservación puede ser excesivo, resultando más económico construir un pavimento o capa de rodadura superior, empleando el camino previamente construido como una útil capa de base, debiendo ser complementado con las obras de arte y drenaje, necesarias para mantenerla en buen estado.

Por tanto, el objetivo principal de este tema es realizar el Estudio, el Proceso constructivo Y Programación de Obra de la carretera Azángaro-Muñani, teniendo en cuenta que el proyecto se fundamenta principalmente en los siguientes parámetros:

a) Estado actual

1. PEA desocupada.
2. Emigración de la zona.
3. Ingreso promedio mensual.
4. Tiempo de recorrido actual de todo el tramo 2.00 horas (camiones).

b) Proyección al Ejecutar el Proyecto:

1. Se empleará el 88% de la PEA desocupada en los trabajos.
2. La emigración de la zona disminuirá incrementado el retorno en 12%.
3. El ingreso promedio mensual per cápita será de \$100.00 incrementándose en 70%.
4. Tiempo de recorrido será de 0.60 horas. (Camiones)

1.2.0 UBICACIÓN

La carretera a rehabilitar se encuentra ubicada en el norte de Puno, políticamente pertenece:

Departamento	: Puno
Provincia	: Azángaro
Distrito	: Azángaro
Lugar	: Azángaro – Muñani
Altitud	: Variable de 3890 a 4000 msnm.

Geográficamente se encuentra ubicada dentro de las siguientes coordenadas:

Azángaro	14° 24' 06''	Latitud sur	70° 11' 42''	Long. Sur
Muñani	14° 45' 55''	Latitud sur	69° 57' 02''	Long. Sur

INFORMACIÓN CARTOGRAFICA

Se buscó la información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), recabando la Carta Nacional en escala 1/100,000 correspondiente a la Hoja 30-v Azángaro y la Hoja 30-x Muñani.

1.3.0 INFORMACION UTILIZADA

- Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras MTCVC.
- Mecánica de suelos
T. William Lambe – Robert V. Whitman.
- Carreteras –Ferrocarriles- Canales
César Guerra Bustamante.
- Método y cálculo topográfico
Ing. Domingo Conde R.

- Informe de liquidación de obra de la Constructora Santa Maria.
- Gráficos de curvas isoyetas elaborados por el Plan Director Global Binacional Sistema T.D.P.S. Bolivia y Perú, y en el cual participó: INTERSA (Madrid-España), AICPROGETTI (Roma-Italia) y CNR (Lyon-Francia).
- Estudio Geológico de la Zona Norte de Puno
Gerard Laubecher.
- Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil.
Wandor Chereque Morán
- Abastecimientos de Agua.
Simón Arocha R.
- Diseño y Construcción de Pavimentos.
Germán Vivar Romero.

CAPITULO II

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

CAPITULO II

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

2.1.0 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

El área de desarrollo del proyecto se encuentra ubicado entre los 3890 a 4000 m.s.n.m. y es considerada como una zona lluviosa entre los meses de Diciembre a Marzo, periodo durante el cual el crecimiento de pastos naturales se realiza en forma rápida. Presenta una estación fría entre los meses de Abril a Julio con temperaturas que oscilan entre los -8°C y los 20° Centígrados, periodo que necesitará de aditivos especiales si se van a realizar trabajos con concreto.

La carretera se desliza por una zona poco accidentada y con una pendiente muy suave que varia entre 0.02% a 2.6%. En general, por tratarse de una zona que presenta un periodo muy lluvioso, los caminos son susceptibles de sufrir daños por erosión en las zonas con pendientes y por inundación en las zonas planas o bajas. En los tramos en llanura o con poca pendiente se recomendará levantar la sub-rasante para tener una mayor durabilidad de la carretera y ademas se analizará cuidadosamente el sistema de drenaje para minimizar los daños.

Cabe resaltar que en la margen izquierda de la carretera se encuentra el río Azángaro que presenta un caudal durante todo el año y tiene en el río Quilcamayop a uno de sus tributarios. Precisamente sobre el río Quilcamayop se diseñará y construirá una batería de alcantarillas en la progresiva Km 7+ 910.

2.2.0 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La importancia de los medios de comunicación es fundamental para el desarrollo, y progreso de los pueblos, por lo tanto el presente proyecto esta orientado a mejorar las características de

la actual vía, para aumentar el volumen de tránsito, reducir los costos de operación de los diversos vehículos que operan en el área del proyecto y por ende bajar los costos de flete, contribuyendo para que las comunidades agrícolas y ganaderas de la zona tengan un mejor acceso a las zonas de acopio de sus diversos productos. De esta manera se incrementa la comercialización entre pueblos que recorren la carretera fomentando una mayor integración cultural-social y económica, integrando a las diversas comunidades para combatir la pobreza. Además se mejora las condiciones sanitarias por resultar más accesible la asistencia médica y los pueblos tienen una información actualizada de la realidad nacional.

2.3.0 PLANTEAMIENTOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Los planteamientos a ejecutar en el desarrollo del proyecto están básicamente en función de lo siguiente:

Este tramo carretero se clasifica según su jurisdicción como Sistema Departamental y según su Servicio como carretera de tercera clase. El tramo en cuestión originalmente se proyectó por el MTCVC para ejecutar su construcción a nivel de base sin carpeta asfáltica, y con sus respectivas obras de arte y drenaje para lo cual se diseñó un ancho de plataforma de 6.00 metros lineales que cumple con los requerimientos y condiciones de tránsito para la zona, teniendo en cuenta que esto se concibe como una etapa previa a una carretera de clase superior. Cabe mencionar que el tramo presenta un punto crítico en la progresiva 7+910 en donde se produce el cruce del Río Quilcamayop, para el cual se plantea la ejecución de una batería de alcantarillas de 72” de diámetro.

Se mantendrá en lo posible los alineamientos geométricos de la vía actual, con la finalidad de aprovechar al máximo la plataforma existente y una mayor cantidad de superficie de rodadura debidamente consolidada. Se realizó estudios de suelos para controlar el C.B.R. del suelo natural, con la finalidad de diseñar la estructura del pavimento.

En las zonas planas o llanas de poca pendiente que en épocas de lluvia sufre inundaciones se elevará la sub-rasante con material clasificado de cantera, que será colocado y compactado

por capas de 20 cm. Además se colocará un sistema de drenaje tomando en cuenta la pendiente natural transversal al eje de la carretera.

Además se realizó la ubicación y estudio de las canteras de materiales a usar en la ejecución del proyecto, tanto de los materiales para la base, así como los agregados que se usarán en las obras de arte. El periodo de diseño de la batería de alcantarillas es de 50 años, entendiéndose como periodo de diseño el lapso durante el cual la estructura no sufrirá reconstrucciones integrales ni modificaciones sustanciales.

CAPITULO III
PARÁMETROS CONSIDERADOS
EN EL DISEÑO

CAPITULO III

PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL PROYECTO

3.1.0 CLASIFICACION DE LA CARRETERA.

Las carreteras se clasifican según su jurisdicción o según su servicio.

3.1.1 CLASIFICACION SEGUN SU JURISDICCIÓN.

La carretera Azángaro - Muñani pertenece al Sistema Departamental por que une zonas de influencia económica social de importancia como las provincias de Azángaro con la provincia de Huancané.

3.1.2 CLASIFICACION SEGÚN SU SERVICIO

Según el servicio que debe prestar, es decir el tránsito que debe soportar, se trata de una carretera de tercera clase ya que su IMD (Índice Medio Diario) es menor de 400 vehículo por día.

3.2.0 DERECHO DE VIA.

3.2.1 ANCHO DE LA FAJA DE DOMINIO

A) ANCHO NORMAL

La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 m. mas allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes, o del borde más alejado de las obras de drenaje que se deben construir.

B) ANCHO MÍNIMO

En todo caso la faja de dominio no será menor de

- a) 20 m. de ancho en zonas en que sea necesario adquirir el terreno por ser éste de propiedad privada.
- b) 50 m. de ancho en zonas en que el terreno es de propiedad fiscal, pero en todo el tramo no existe propiedad del estado, por lo tanto no es posible el ancho mencionado.

C) PREVISIÓN PARA EL TRANSITO DE GANADO.

- a) En todo el tramo existen zonas de frecuente tránsito de ganado donde es posible desviarlos por caminos de herradura.
- b) Deberá ampliarse la faja de dominio en un ancho suficiente para alojar ese tránsito en los tramos cercado con malla de alambre.

3.2.2 POSICION DEL EJE DE LA FAJA DE DOMINIO

A) POSICIÓN NORMAL

En general, el eje de la faja de dominio será de simetría de la vía y a ambos lados.

B) PREVISIÓN PARA ENSANCHES.

Los ensanches proyectados se deberán ejecutar en las zonas donde existen desarrollos y especialmente en las curvas de volteo.

Para el caso en que puedan surgir ensanches futuros, el derecho de vía deberá ser distribuido en forma conveniente, dichos ensanches serán proyectados a un solo lado de la vía con toda su amplitud, demarcando el derecho de vía.

3.2.3 ZONA DE PROPIEDAD RESTRINGIDA.

En vista que la vía materia de rehabilitación se convertirá en una vía de mayor circulación vehicular por pertenecer a la Red Vial Departamental, el derecho de vía a cada lado deberá considerar una faja de propiedad restringida de 15 m. de ancho, la misma que se refiere a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o visibilidad y ensanches futuros.

3.2.4 ZONA LIBRE – CARRETERA – PISTA DE ATERRIZAJE.

En la presente rehabilitación se puede afirmar que no se encuentran, ni se construirán aeropuertos, ya que en el departamento de Puno y específicamente en la provincia de San Román, provincia de Juliaca, se encuentra el aeropuerto internacional Manco Cápac, por lo tanto no se necesitan zonas libres para la seguridad del caso.

3.3.0 CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS.

Las normas aplicadas a la vía han sido tomando en cuenta los valores mínimos reglamentados por las Normas Peruanas, y además dentro de los límites razonables de economía, manteniendo un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente tal como se indica a continuación:

- a) Velocidad Directriz mínima en superficie plana, 30 kh/hr.
- b) Velocidad Directriz mínima en superficie accidentada, 20 km/hr.

c) Distancia de frenado:

- En superficie plana con: $V= 30$ km/hr, es de 30 m.
- En superficie ondulada con: $V= 25$ km/hr, es de 25 m.
- En superficie accidentada con: $V=20$ km/hr, es de 20 m.

d) Distancia de paso:

- Para $V=30$ km/hr. es de 48 m.
- Para $V=25$ km/hr. es de 38 m.
- Para $V=20$ km/hr. es de 28 m.

e) Radios mínimos:

- Para superficie llana: 30 m
- Para superficie ondulada: 27 m
- Para superficie accidentada: 25 m.

f)-Pendiente media máxima.

- 2.6%

EXCEPCIONES

Habiéndose indicado las normas para el estudio de rehabilitación y considerando una vía de tercera clase para la aplicación del criterio general y por las condiciones topográficas, la velocidad directriz no puede disminuir mas del 20%, siempre y cuando se obtenga la autorización de la Dirección de Caminos. En las zonas urbanas las restricciones de velocidad o las condiciones de las rasantes de las calles, e intersecciones, así como la ubicación de tapas de buzones de desagües u de obras de drenaje exigirá el apartamiento de las normas, debiendo adaptarse el proyecto a las condiciones reales de cada caso.

3.3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

A) GENERALIDADES

El alineamiento horizontal, permite la operación ininterrumpida de los vehículos, conservando la misma velocidad directriz en la mayor longitud de la carretera. En general el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y de la velocidad directriz, la misma que controla las distancias de visibilidad.

B) HOMOGENEIDAD DEL TRAZO EXISTENTE Y DEL PROPUESTO.

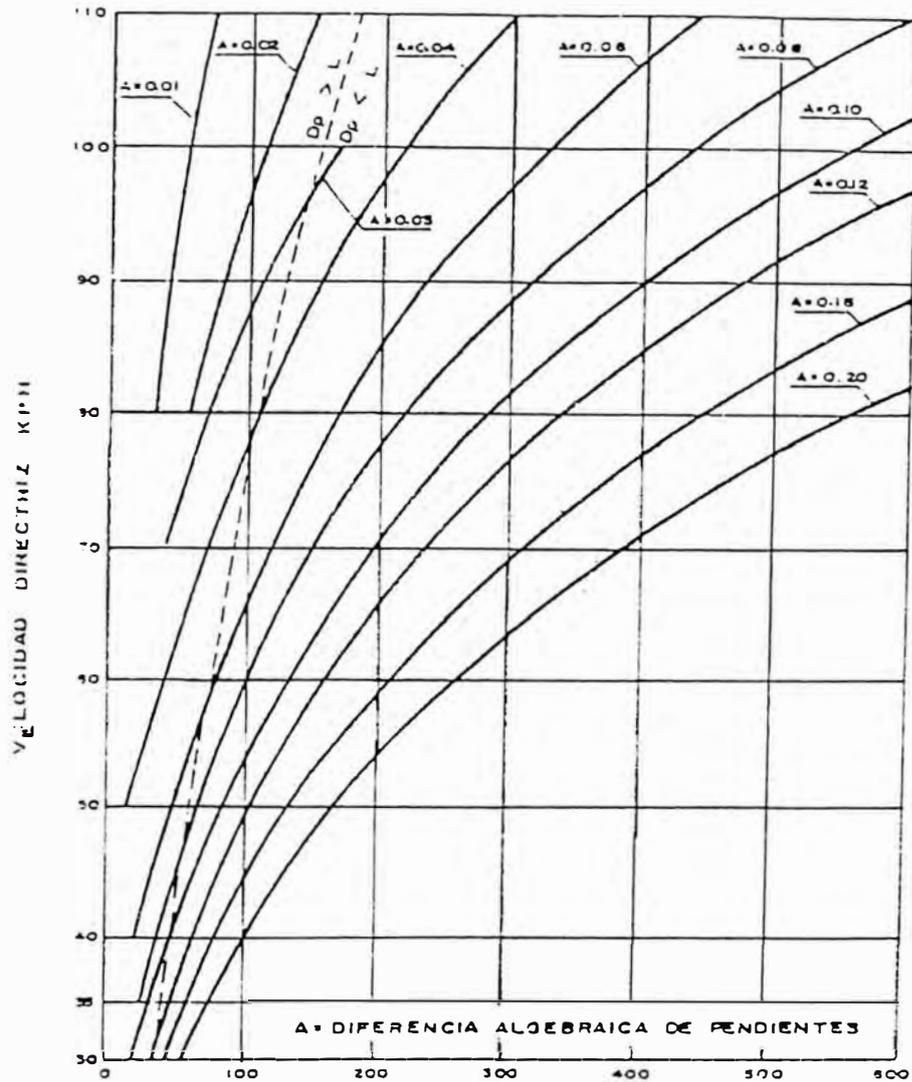
El proyecto de rehabilitación tiene alineamientos horizontales homogéneos, en el cual las tangentes y curvas se suceden armónicamente. No se tiene tangentes excesivamente largas para evitar el encandilamiento nocturno prolongado y la fatiga psíquica de los conductores durante el día. Al término de las tangentes largas es evidente que las velocidades de aproximación de los vehículos sea mayor a la velocidad directriz, la misma que no determina el radio mínimo.

C) DESARROLLOS

En este tramo no se cuenta con curvas de volteo, por lo tanto no se presentan problemas de desarrollo.

A continuación se presentan los siguientes gráficos:

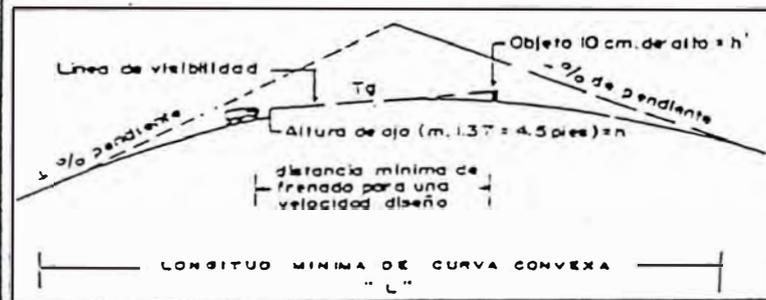
- Longitud mínima de curva vertical parabólica (cóncava) en mts.(Gráfico I.)
- Longitud mínima de curva parabólica con distancia de visibilidad de parada. (Gráfico II).
- Distancia de visibilidad de parada. (Gráfico III).



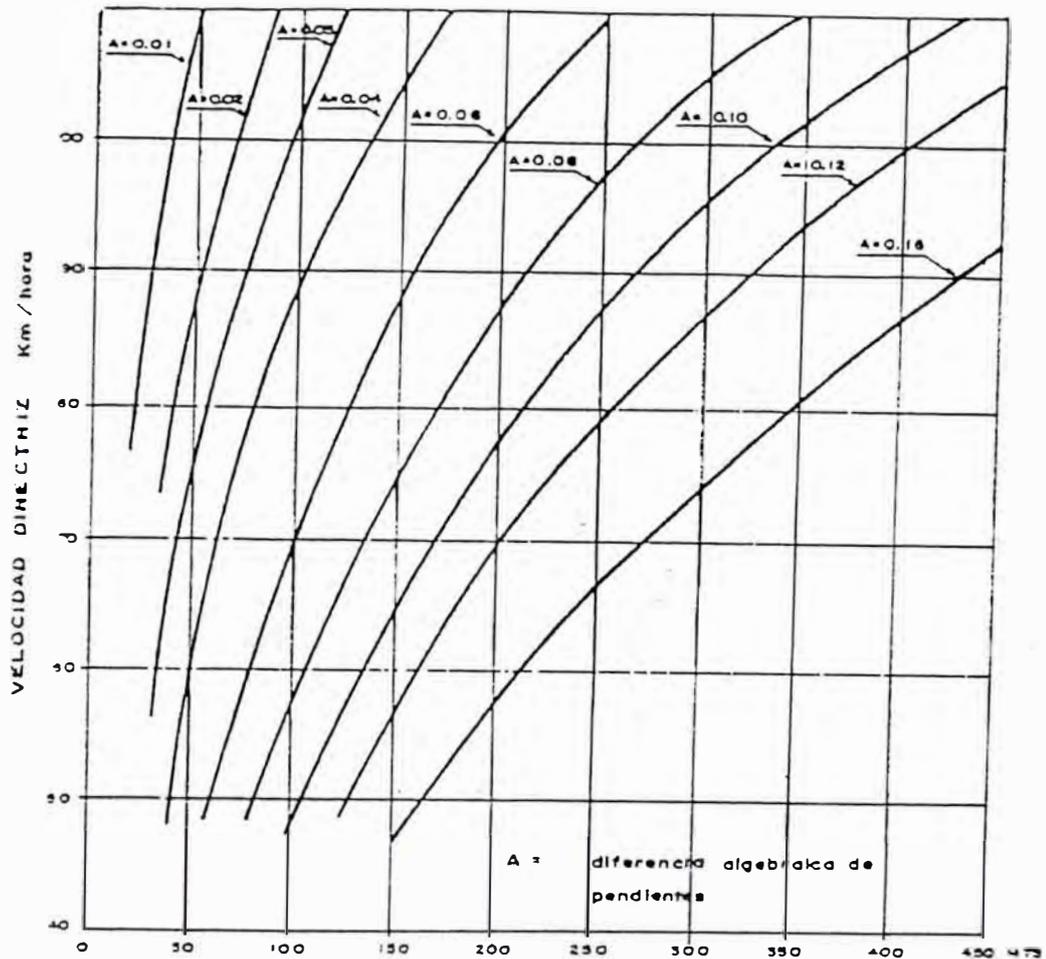
LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL PARABOLICA, L, MTS.

- L = Longitud de la curva vertical (m.)
- D_v = Distancia de visibilidad de frenado (m.)
- V = Velocidad de proyecto (Km./h)
- A = Diferencia algebraica de pendientes (%)

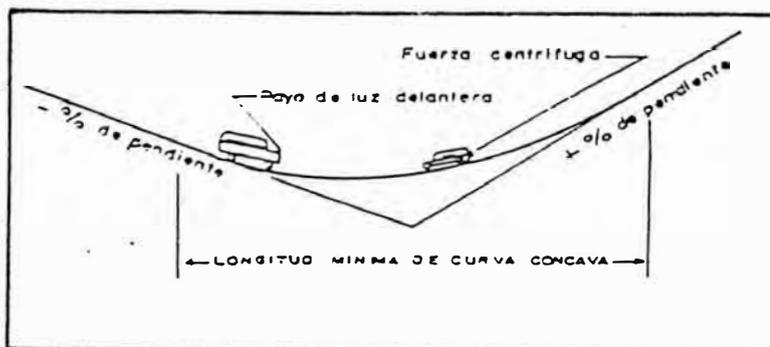
Para D _v > L	Para D _v < L
$L = 2D_v - \frac{4.34}{A}$	$L = \frac{A D_v}{4.34}$



LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL PARABOLICA CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.



LONGITUD MINIMA DE CURVA VERTICAL PARABOLICA (CONCAVA) EN MTS.

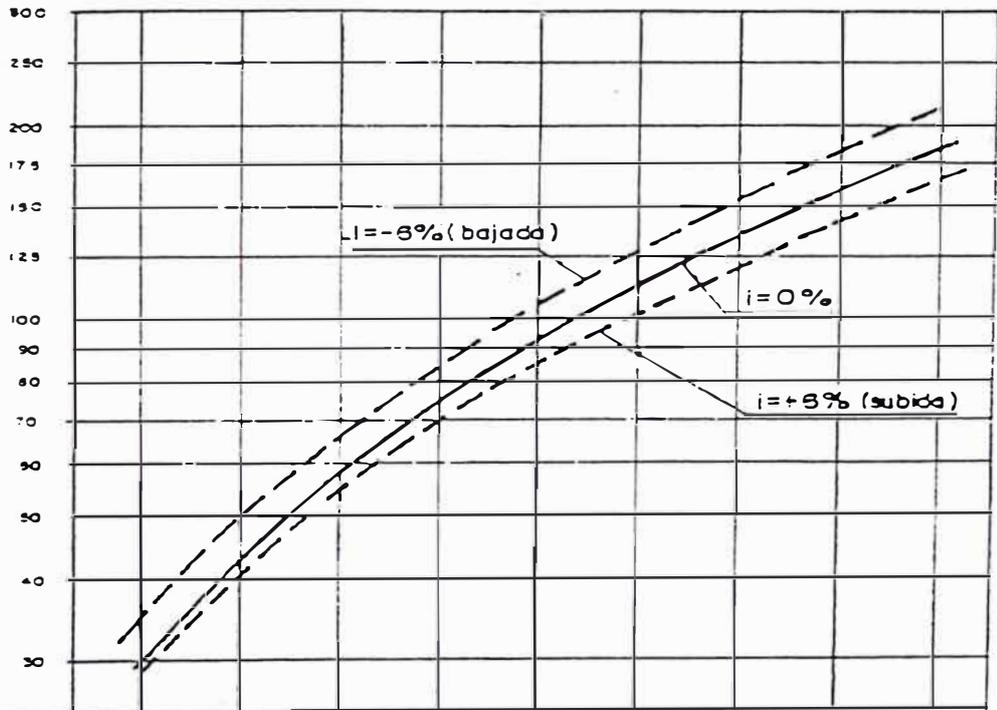


LONGITUDES MINIMAS DE LAS CURVAS VERTICALES CONCAVAS.

GRÁFICO I

DISTANCIA DE VISIBILIDAD
DE PARADA.

Dp
(mts.)



V velocidad (Km / hora)	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Velocidad Dp redonda pendiente (mts.)	30	48	60	75	95	115	135	160	180
	38	50	65	85	105	125	155	185	215
	30	40	55	70	85	100	120	145	165

3.3.2 CURVAS HORIZONTALES.

A) RADIOS MINIMOS NORMALES.

Están en función directa de la velocidad directriz y del peralte y de acuerdo a los valores que se indican a continuación:

-Llano	R=30 m.
-Ondulado	R=27 m.
-Accidentado	R=25 m.

B) RADIOS MINIMOS EXCEPCIONALES.

Para una velocidad directriz de 30 km/hr, cuya carretera es de tercera clase, se han tomado como radio mínimo excepcional R=10 m. y un peralte de 10%.

C) PERALTES.

El peralte considerado en la rehabilitación de la carretera Azangaro – Muñani es de 10% hasta radios de 65 m, de acuerdo a la velocidad directriz de 30 km/hr. Se ha considerado un peralte de 2% para curvas mayores de 330 m.

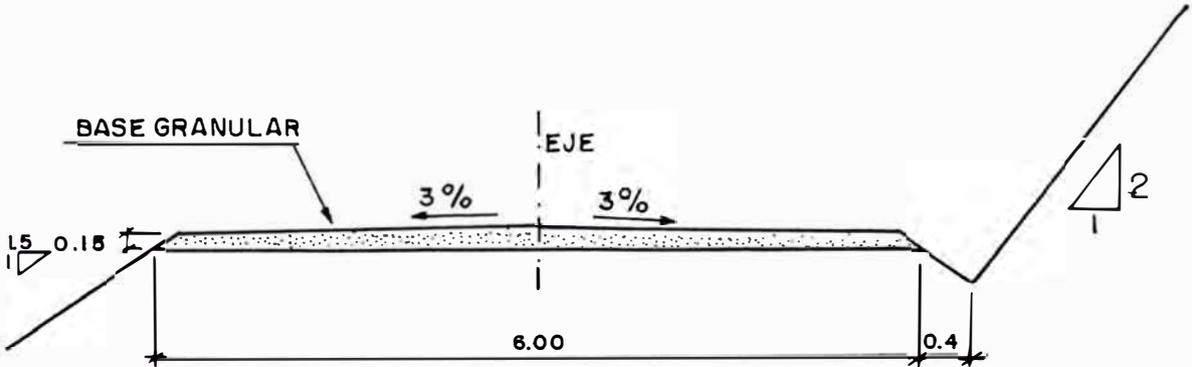
3.3.3 SECCION TRANSVERSAL

A) CALZADAS.

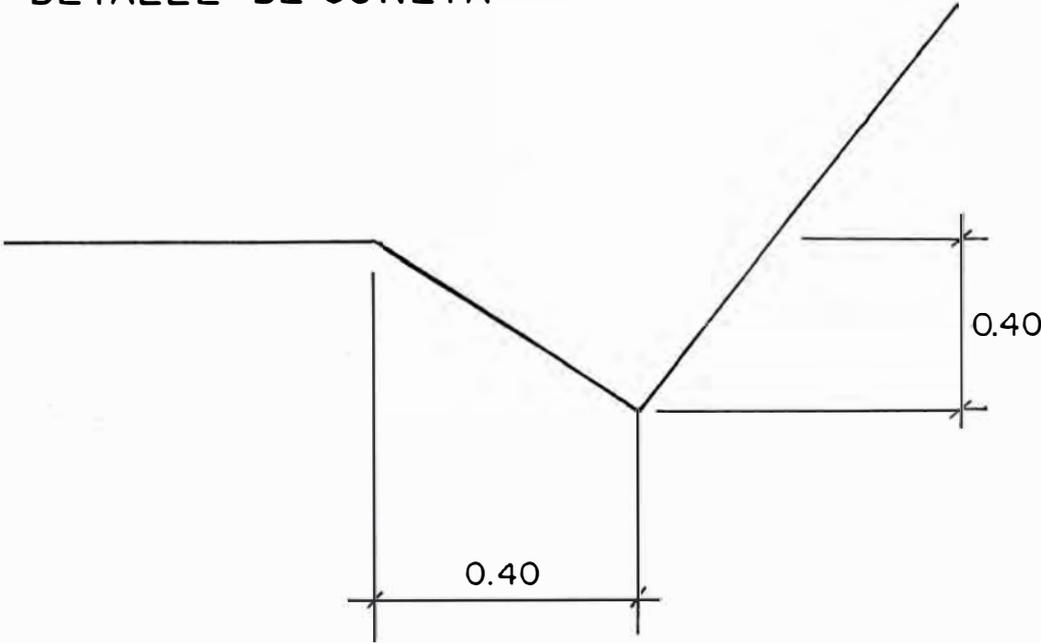
El ancho de la calzada de la carretera existente es de 6.00 m. del km. 00+000 al km 10+000, la misma que en algunas zonas sería mayor por los sobreeanchos y las obras de drenaje como las cunetas, alcantarillas, batería de alcantarillas.

DETALLE DE SECCION TRANSVERSAL DE LA CAPA DE RODADURA

TRAMO I : AZANGARO-MUNANI



DETALLE DE CUNETETA



B) PLAZOLETAS DE CRUCE.

En este tramo no es necesario realizar plazoletas de cruce, porque nos encontramos en una zona plana y se puede realizar el volteo de los carros en cualquier punto.

C) TALUDES.

Podemos decir que el área a rehabilitar en su mayor parte se desarrolla en terreno llano, por lo que se realizarán cortes para mejorar las curvas verticales, pero si tenemos rellenos considerables con inclinación de los taludes variando en función de las características del material con el cual esta formado el terraplén.

Las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras recomienda los siguientes taludes de corte y relleno; sin embargo, estas pueden sufrir variaciones de acuerdo a como se muestren en forma natural (grado de alteración, fracturamiento) y seguir su comportamiento (estabilidad e inestabilidad).

TALUDES DE CORTE	
CLASE DE TERRENO	TALUD V:H
Roca Fija	10:1
Roca Suelta	4:1
Gravas, Arcillosas (Conglomerados)	3:1
Tierra Compactada	2:1
Tierra Suelta	1:1
Arena Suelta	1:2

TALUDES DE RELLENO	
MATERIALES	TALUD V:H
Rellenos En Secciones a media ladera (Enrocado).	1:1
Relleno en Tramos Ondulados (Terrenos varios).	1:1.5
Arena	1:2

D) DETALLES PARA EJECUCIÓN DE LA SECCION TRANSVERSAL.

En la ejecución de la sección transversal, desde el Km 00+000 al Km. 10+000 se tendrá una plataforma de 6.00 m. de ancho, a la que se agregará el ancho de las cunetas que de acuerdo al diseño del capítulo de Hidrología y Drenaje, son de 0.80 m. y 0.65 m. de ancho mínimo respectivamente. En lo que concierne al bombeo se considera 3% a cada lado del eje de la carretera, pendiente que cumple con los requerimientos mínimos de escurrimiento. Para completar el ancho de la plataforma en la progresiva Km 00+980 se construirá un muro de contención de mampostería de piedra, y en los puntos de señalización se tendrá una separación mínima de 1.20 m. de la plataforma hasta el poste de señalización.

3.3.4 TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL.

A) PERFIL LONGITUDINAL EXISTENTE Y PROPUESTO

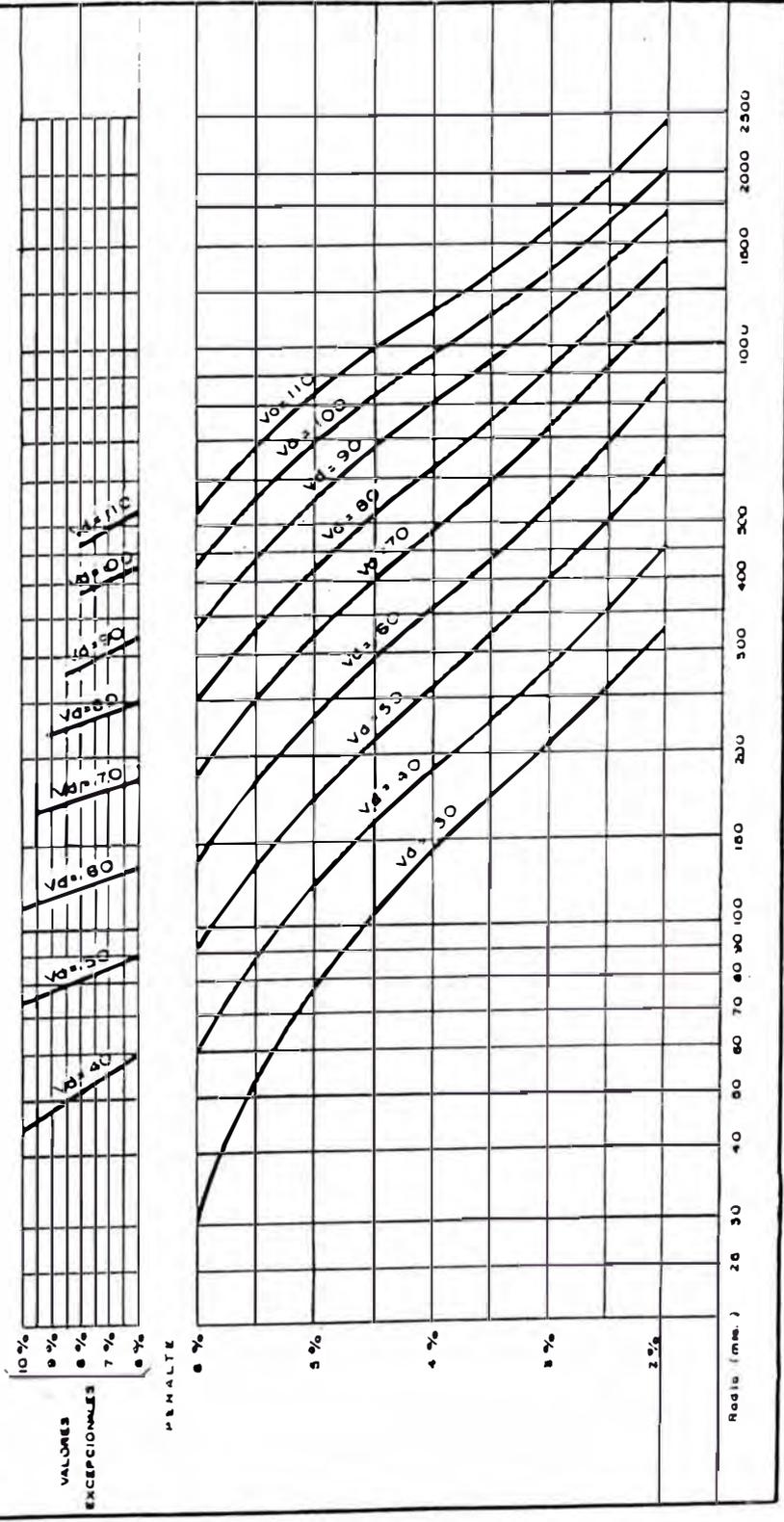
Como se muestra en la memoria de planos, las rasantes consideradas en gran parte del tramo son de configuración plana, teniendo el criterio de elevar las rasantes sobre el nivel del terreno natural por razones de drenaje (trabajabilidad de obras de arte).

A continuación se muestran los planos de las plantas y perfiles mas representativos.

3.3.5 PENDIENTES

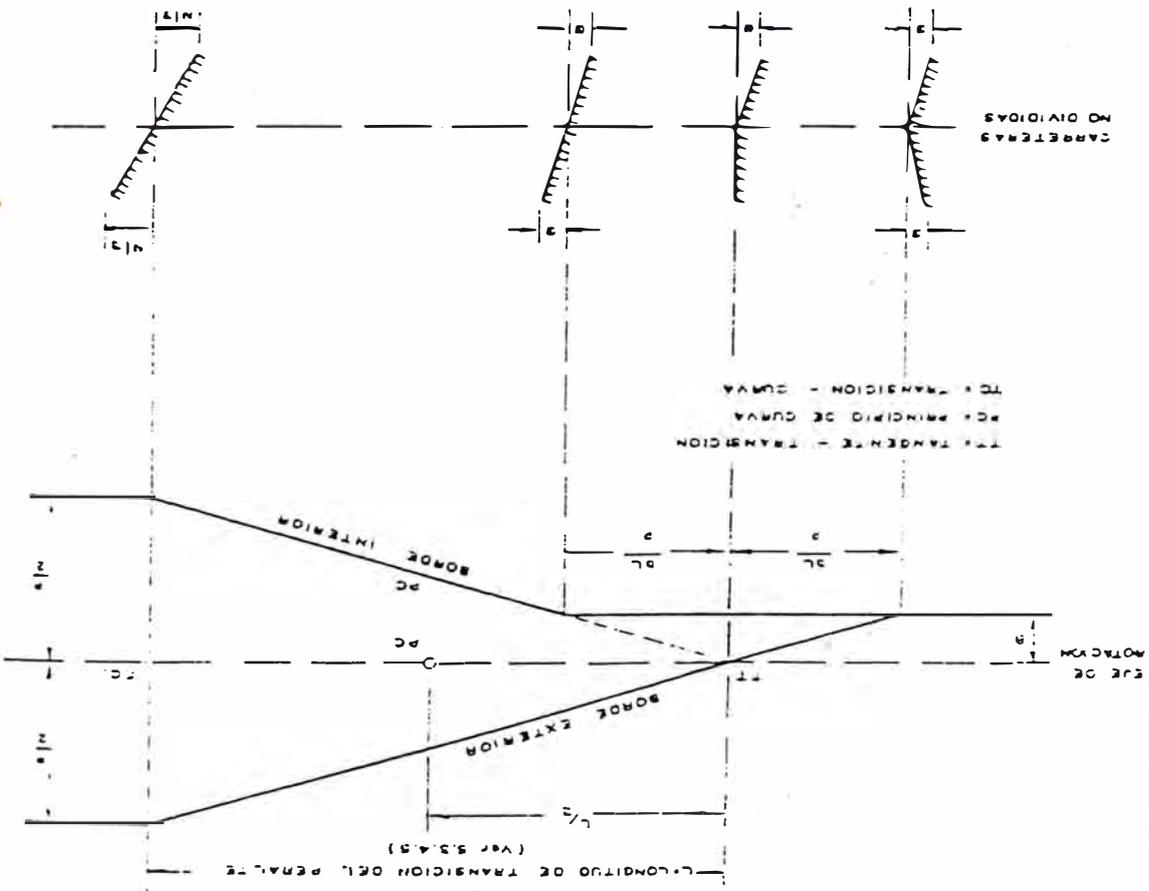
El tramo carretero muestra desde el Km. 00+000 hasta el Km. 10+000 un perfil considerado como terreno llano, puesto que las pendientes promedio varían entre 0.02% y 2.6%.

**VALORES DEL PENALTE EN
FUNCION DEL RADIO DE LA
CURVA Y DE LA VELOCIDAD
DIRECTRIZ.**

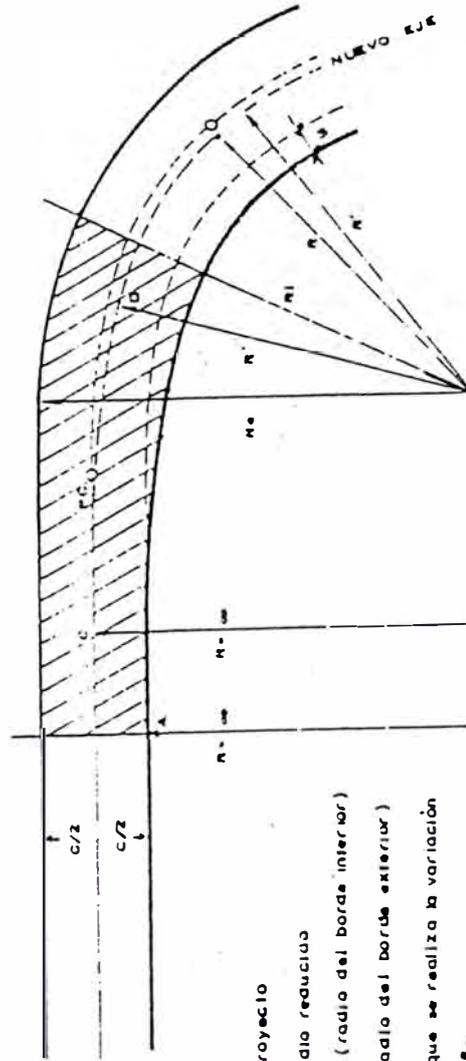


TRANSICION DEL PERALTE
Curvas sin espirales

INCLINACION DEL PAVIMENTO (ROMEO) (PERALTE) ρ
 UNITARIA ρ
 OCSNIVEL MAXIMO RESPECTO DEL EJE ρ



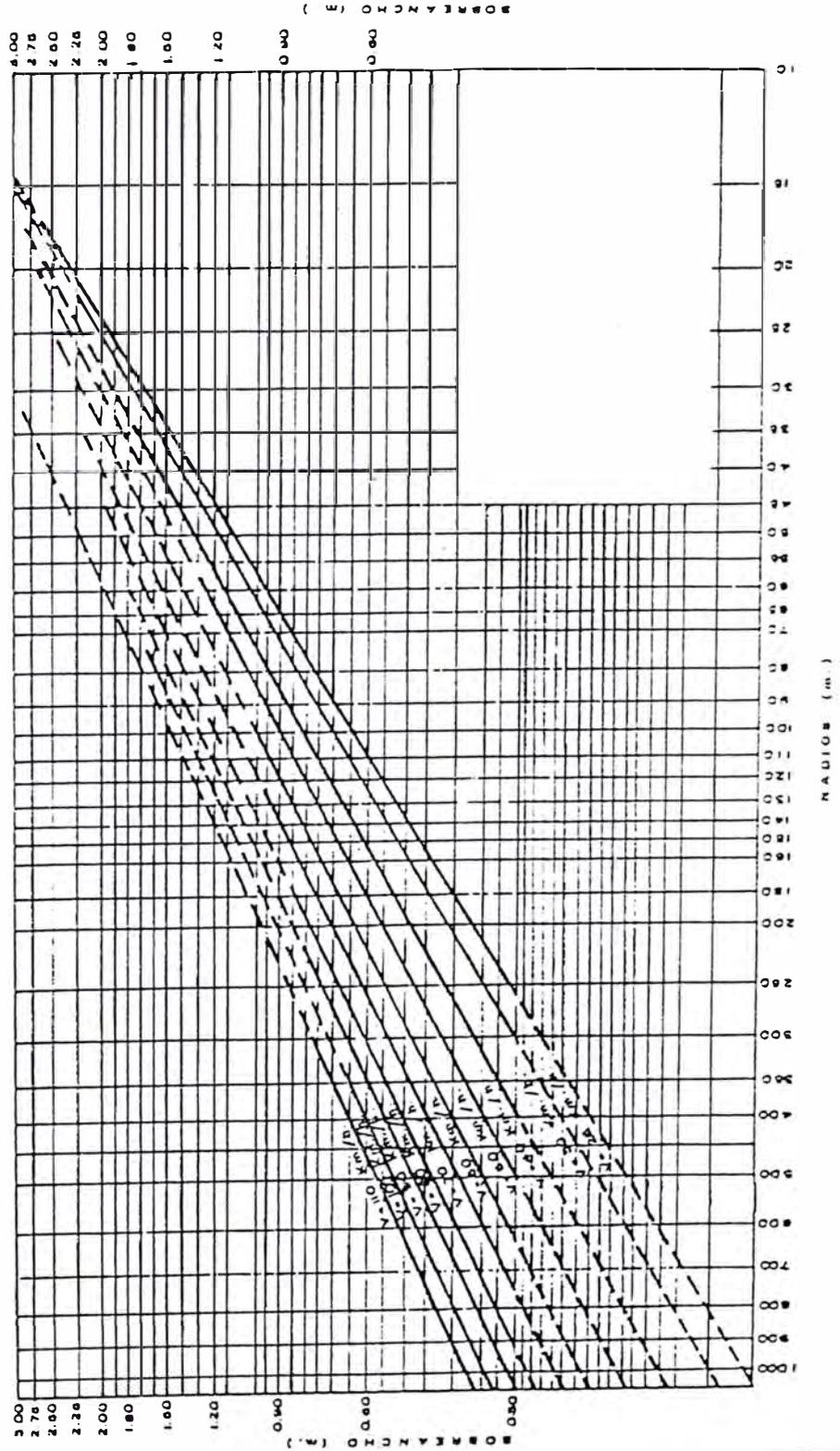
TRANSICION DEL SOBREENCHICO
Sin espirales



- S = Sobreenchico
- R = Radio de proyecto
- R' = $R - S/2$ radio reducidos
- RI = $R - C/2 - S$ (radio del borde interior)
- R2 = $R + C/2$ (radio del borde exterior)
- AB = Tramo en que se realiza la variación del peralte.
- $\widehat{AB}, \widehat{CD}$ - Tramos de curva de radio variable del valor ∞ a los valores RI y R'.

VALORES DEL SOBRECARGO

Los valores de las líneas o rayas corresponden a radios inferiores o los mínimos para cada velocidad directriz o bien son de menos de 30 cm y por lo tanto no se usaran.



CAPITULO IV
ESTUDIO GEOLÓGICO Y
GEOTÉCNICO

CAPITULO IV

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

4.1.0 GENERALIDADES.

El estudio de suelos es desarrollado teniendo presente los objetivos básicos requeridos para la evaluación técnico- económico correspondiente de la Carretera Azángaro – Muñani y las características físico-mecánicas de los materiales del subsuelo, a fin de preparar el Diseño y Construcción de la carretera con sus obras de arte.

Se puede mencionar entre otras consideraciones las siguientes premisas tomadas en cuenta durante las investigaciones, como la evaluación del comportamiento de los suelos, donde puede esperarse problemas de tipo Geodinámico; las característica físico – mecánicas de los suelos subyacentes y de la plataforma; la disponibilidad de materiales aptos para su utilización en las diversas etapas de la construcción; la ubicación de las canteras y la determinación de características de los materiales en las mismas; la clasificación de suelos de la sub-rasante y por último la obtención de las características y parámetros de la sub-rasante necesarios para efectuar el diseño del pavimento.

El tramo en estudio constituye la parte que une la capital de la provincia de Azángaro con el distrito de Muñani en el departamento de Puno, con una altitud de 3,890 a 4,000 m.s.n.m. aproximadamente.

El objetivo primordial del Estudio Geotécnico es determinar las características físico – mecánicas de los materiales del sub-suelo y así poder definir la capacidad soporte y recomendar en función de estos parámetros, el diseño de la estructura del pavimento. Referente a la Geología general se tiene en cuenta el estudio geológico de la zona norte de Puno (Gerard Laubecher).

El método de trabajo se realizó en tres etapas:

- Etapa de recopilación de información, sistematización y tratamiento de la información bibliográfica y cartográfica existente de la zona.
- Etapa de campo para realizar el reconocimiento, evaluación de la geología local y correlación de las unidades estratigráficas existentes, teniendo en cuenta las características físico-mecánicas, así como realizar observaciones que permita calificar y zonificar los terrenos en función de las características y niveles de riesgo geodinámico, el grado de meteorización e intemperismo y otros fenómenos que puedan tener implicancia negativa en la estabilidad de la carretera.
- Etapa de gabinete para procesar la información recopilada, traducir y plasmar los resultados en planos, diagramas, gráficos que sirvan de base para la ejecución de la obra.

4.2.0 ASPECTOS CLIMÁTICOS.

La zona donde se efectuará la Rehabilitación de la carretera Azangaro – Muñani presenta un clima frío y seco, con temperaturas muy inestables, llegando la temperatura media anual a casi 7° Centígrados, la temperatura mínima promedio de (-)8° Centígrados y una temperatura máxima de 20° Centígrados; además la presencia de espejos de agua a altitudes diferentes y la exposición a los fuertes vientos dan lugar a que se den dos estaciones bien definidas:

4.2.1 EPOCA LLUVIOSA

Esta época se caracteriza por presentar una precipitación pluvial abundante, que generalmente se produce entre los meses de Diciembre a Marzo.

4.2.2 EPOCA ESTIVAL

Esta época se ve caracterizada por una escasa precipitación pluvial, estando comprendida entre los meses de Abril a Noviembre. Los meses mas fríos son de Mayo a Julio, con intensas heladas.

4.3.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.

El tramo I correspondiente a la carretera Azangaro –Muñani corresponde a un valle interandino (Altiplánico), de un relieve suave que presenta rasgos geomorfológicos derivados de la influencia de las estructuras geológicas, provocadas por el tectonismo regional, las mismas que dan superficies con pendientes moderadas y cubiertas por vegetación propia de la zona (Ichu, Chillihua y otros), es decir cubierto de pastos naturales, con pequeñas áreas de cultivo de papas y gramíneas típicas de la zona altiplánica y otros forrajes.

Las condiciones climáticas dan el esculpido (erosión) final, debido a la constante evolución causada por la temperatura y las precipitaciones pluviales. El patrón de drenaje dentrítico es reflejo de los rasgos estructurales regionales, orientado por el rumbo de los estratos hacia la cuenca principal que es el Río Huancané.

4.4.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS.

La carretera en estudio se desarrolla cortando y mostrando las formaciones sedimentarias del Mesozoico, Terciario y Cuaternario, así como una cubierta de material reciente. Las unidades geológicas identificadas en el tramo y en la Batería de Alcantarillas en las zonas adyacentes son:

- Rocas Sedimentarias.
- Depósitos Coluviales Antiguos.
- Depósitos Aluviales – Residuales.

4.4.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

Estas rocas se encuentran conformando el flanco Nor-Oriental en el eje de la carretera. A continuación se describe de la más antigua a la más reciente:

Formación Azángaro. Serie Sedimentaria de edad misisipiana del carbonífero, compuesta por areniscas, lutitas, carbonosas delgadas y tufos volcánicos. Estas se encuentran en la parte alta de la carretera.

Formación Muñani. Esta serie sedimentaria del cretáceo superior, consta de areniscas, arcósicas rojas y aflora en la misma localidad de Muñani.

Volcánicos. Son de edad terciario superior a Cuaternario y están constituidos por dacitas, traquitas y derrames basálticos intercalados con tobas.

4.4.2 DEPOSITOS COLUVIALES ANTIGUOS

En las laderas por donde cruza el eje de trazo se observan inconsolidados que se encuentran cubriendo a las formaciones recientes en espesor variable de 1.0 a varios m., generados como resultado de la degradación y caída de las rocas que afloran en las partes altas depositadas en las laderas medias y/o inferiores de los cerros y consisten en fragmentos de rocas de dimensiones variables, englobadas en una matriz de arena arcillosa, arcilla de mediana o baja plasticidad cuya consistencia es de blanda a media.

Los clastos son de aristas angulosas y están en una proporción de 1.00 a 5.00% y grava en un 35%.

4.4.3 DEPOSITOS ALUVIALES

Son suelos que se han originado por efectos de la Geodinámica (externa) de la tierra tal como el transporte de materiales por parte de los agentes físicos como el agua, el aire, etc. Litológicamente están constituidos por fragmentos de areniscas, lutitas, rocas metamórficas como las cuarcitas que se encuentran en un buen porcentaje en una matriz de arena arcillosa.

4.5.0 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Para desarrollar esta parte del estudio se ha hecho una evaluación regional determinándose que la geología ha sufrido una actividad tectónica originada por movimientos orogénicos andinos (Cretaceo superior-terciario) que ha modificado sustancialmente la forma y estructura de la superficie original. Estos procesos orogénicos han ocasionado plegamientos de NO-SE en afloramiento de formaciones sedimentarias, provocando cambios en la posición primaria generando un sistema de fallamientos con dirección NE-SO.

Sobre el basamento Mesozoico que se encuentra desnudo (perturbado), en gran parte cubierto por materiales volcánicos, se halla el paquete sedimentario del terciario. Por encima de esta formación se encuentra el cuaternario (fluvial y lacustre), dispuesto en paquetes horizontales sin perturbaciones tectónicas identificables. Estos son los paquetes sedimentarios que se han podido observar en la zona.

4.6.0 SISMOLOGÍA

El conocimiento de las probabilidades que se produzcan sismos y el grado de intensidad que estos tendrían dentro del área de interés de la carretera y de la batería de alcantarillas. Es de mucha importancia en el planeamiento de la vía y de la batería, lo que permitirá realizar mejores diseños estructurales y estimar los daños que pueda causar un sismo en las obras que forman parte de la vía y calcular los posibles efectos en las poblaciones aledañas, por lo que es importante desde el punto de vista humano como también de pérdidas económicas.

4.6.1 SISMICIDAD REGIONAL

La máxima sismicidad con que se espera que una determinada zona sea sacudida dentro de un cierto periodo de tiempo, se basa en los movimientos ocurridos en el pasado; por lo tanto, la mejor manera de establecer parámetros que permitan un cálculo probabilístico, es tener en consideración la historia sísmica instrumental y sismotectónica.

4.6.2 SISMICIDAD HISTORICA

Los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia se conoce son:

- El sismo del 31 de marzo de 1650 con intensidad en Paucartambo de IX y en Puno V, en la escala de Mercalli Modificada.
- El sismo de Ayapata Puno de 1747 con intensidad VIII en Ayapata, en la escala de Mercalli Modificada.
- El sismo del 9 de abril de 1928 en Ayapata-Puno con intensidad local de VIII y V en Puno, en la escala de Mercalli Modificada.

4.6.3 SISMICIDAD INSTRUMENTAL.

Los sismos superficiales en el área de influencia se concentran en el mar, paralelo a la costa, dando origen a una mayor actividad sísmica. Se aprecia subducción de la Placa de Nazca, ya que la profundidad local de los sismos en el continente es superficial.

Existen dos alineamientos de sismos superficiales que tienen influencia importante en la zona de estudio, el primero se ubica entre las fronteras de los departamentos de Puno, Arequipa y Cusco, y el segundo, en el eje meridional Arequipa, Moquegua y Tacna.

4.6.4 INFORMACION MACROTECNICA Y GEOLÓGICA.

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son (BERROCAL, et, 1975)

- La fosa Oceánica de Perú-Chile
- La dorsal de Nazca.
- La porción hundida queda al norte de la península de Paracas, asociado con un zócalo continental más ancho.
- La Cadena de los Andes.
- Las unidades de deformación y sus instrucciones magnéticas asociadas.
- Sistemas regionales de fallas normales e inversas y sobreescurreamiento.

La dorsal de Nazca tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental donde se nota un marcado cambio en la continuidad de los otros rasgos tectónicos. En la parte oceánica la dorsal de Nazca divide la fosa oceánica en la fosa de Lima y la fosa de Arica.

4.6.5 INGENIERIA SÍSMICA

Una forma de sintetizar los datos de sismicidad de las zonas activas a un potencial sísmico es a través de la evaluación del peligro sísmico de un lugar, desde el punto de vista probabilístico. Generalmente la evaluación se hace mostrando el nivel de la serenidad sísmica asociada a un periodo de retorno.

La serenidad sísmica en un punto, puede expresarse en términos de aceleración máxima, velocidad, desplazamientos máximos para determinar el periodo de retorno en función de la distancia y de la magnitud e intensidad de los sismos.

4.6.6 EVALUACION DE RIESGO SISMICO.

Se ha determinado el riesgo sísmico del área del proyecto, con la sismicidad histórica que indica que en la zona se han producido intensidades sísmicas bajas, con valores de intensidades en la escala Mercalli Modificada de V. La mayor parte de los sismos ocurridos en el área considerada es producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana.

4.7.0 GEOTECNIA.

4.7.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.

En este acápite se da a conocer las apreciaciones y resultados obtenidos en el estudio geológico-geotécnico del área que comprende la carretera Azangaro – Muñani. Para determinar la naturaleza de los suelos típicos disponibles a lo largo del eje de la actual carretera y en las variantes ocasionales, se practicaron calicatas de acuerdo a las variaciones litológicas que llegaron hasta una profundidad de 1.20 m en promedio.

Se extrajeron muestras de los diversos estratos encontrados, las cuales después de haber sido clasificadas visualmente en el campo, fueron sometidas a un descarte para agrupar materiales similares; las muestras representativas fueron traídas al laboratorio de suelos para los análisis respectivos.

4.7.2 DESCRIPCION DEL TRAMO.

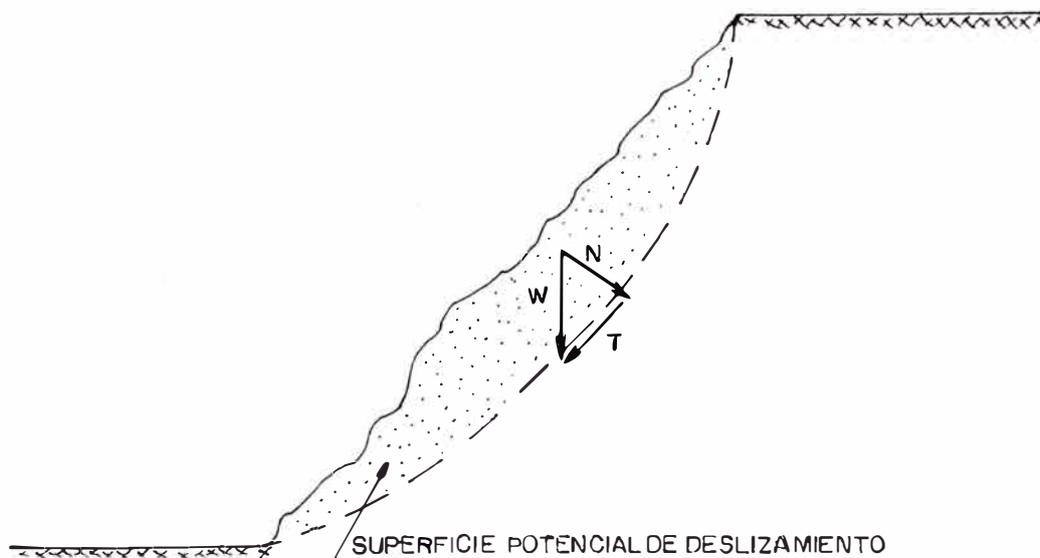
El eje de la carretera se encuentra en un 10% cruzando las rocas sedimentarias, estas a su vez están cubiertas por material reciente (coluvial, aluvial y fluvio glaciario), y un 90% del eje de la carretera atraviesa material aluvial, sobre una topografía de pendiente moderada, exponiendo materiales inconsolidados y arenas dispuestos en bancos de distintas potencias.

De acuerdo a la clasificación efectuada con fines de movimiento de tierra, el 90% corresponde a material suelto que consiste en Gravas, Arcillo-limosas de mediana a baja plasticidad y consistencia, con moderado grado de estabilidad por la baja cohesión que presentan, razón por la cual los taludes recomendables para este tipo de material deben de ser 1:3, según las características establecidas en las Normas Peruanas Para Diseño de Carreteras.

4.7.3 GEODINAMICA EXTERNA Y ESTABILIDAD DE TALUDES

Se considera como fenómeno de geodinámica externa, todos aquellos que participan en la evolución del modelado de la superficie terrestre como resultado de la intersección de agentes geodinámicos que pueden ser percibidos por el hombre. Ocurren bajo diferentes mecanismos, dependiendo del agente principal y los factores que participan en su origen y desarrollo.

En el área de estudio actualmente no se han observado fenómenos de geodinámica externa trascendentes que afecten la estabilidad de la carretera en estudio, produciendo derrumbes, deslizamientos o desprendimientos de bloques sueltos. Cuando la superficie del terreno no es horizontal existe una componente del peso que tiende a provocar deslizamientos del suelo, como se aprecia en el diagrama de fuerzas de la figura.



Si a lo largo de una superficie potencial de deslizamiento, los esfuerzos tangenciales debidos al peso propio o a cualquier otra causa (como agua de filtración, peso de una estructura, peso de una máquina o de un terremoto) superan la resistencia del suelo, se produce un deslizamiento de una parte del terreno. Para analizar la estabilidad de un talud se comparan los esfuerzos tangenciales con la resistencia al corte a lo largo de una superficie de deslizamiento potencial.

Los rellenos laterales compactos proporcionaran a la batería de alcantarillas un apoyo lateral resistente reduciendo así su deformación lateral.

Sin embargo, es recomendable tener presente que el corte de los taludes debe efectuarse en forma adecuada, procurando no excavar más allá de las líneas de corte, pues de lo contrario se desestabilizarán los taludes. También hay que tener en consideración la presencia de materiales inconsolidados que se encuentran en la zona.

Los taludes de relleno en el presente tramo son considerados los normales (nada excepcional), los materiales a utilizar serán seleccionados de la cantera ubicada en la progresiva Km 00+760 y considerados de acuerdo a la necesidad, sin embargo es importante considerar en la etapa constructiva una buena cimentación del terraplén, la identificación de aguas de infiltración, las condiciones topográficas, el clima frígido y un buen sistema de drenaje.

En el corte cerrado en la cantera de materiales ubicado en la progresiva Km 00+760 por la potencia que presenta el material inconsolidado (mayor de 3 m.), sería conveniente adoptar el sistema de banquetas para taludes mayores de 4 m. de altura, de esta forma se obtendría mayor estabilidad en los cortes.

4.8.0 MECANICA DE SUELOS.

La construcción de una carretera implica el aprovechamiento de diferentes suelos y su utilización selectiva, apropiada y en lo posible científica. La interacción del terreno de fundación y la súper estructura de la obra vial afecta de tal manera al comportamiento en su conjunto.

Algunos suelos granulares se pueden compactar fácilmente mediante el uso de rodillos vibratorios, debiendo tener mucho cuidado en la determinación de la vibración adecuada ya que se pueden sufrir asentamientos importantes debido a una mala técnica en el uso de la vibración.

Los efectos de la vibración pueden ser muy graves, cuando la frecuencia de la vibración y la frecuencia natural del terreno coinciden. Si se advierte que las vibraciones pueden causar asentamientos perjudiciales se puede aumentar la masa de la cimentación, variando así su frecuencia, de tal manera que varíe su frecuencia natural y/o su comprensibilidad.

Ciertos suelos bajo determinadas condiciones se dilatan al congelarse, lo que se denomina expansiones por efecto de la helada. Cuando suelos susceptibles a la helada están en contacto con la humedad y experimentan temperaturas de congelación pueden absorber agua y sufrir una expansión muy importante. El hinchamiento del suelo ejerce fuerzas suficientemente grandes como para desplazar y agrietar estructuras adyacentes, creando serios problemas en época de heladas, por el exceso de humedad.

La proyección del pavimento a usar en zona de heladas deberá tener una combinación de drenaje y materiales de base que impida la expansión por helada.

4.8.1 CLASIFICACION DE SUELOS

Dentro del campo particular de las vías terrestres, los suelos presentan con una variedad complejidad prácticamente infinitas.

La granulometría ofrece un medio sencillo y evidente para clasificar suelos, es así que un sistema de clasificación de suelos debe agruparlos de acuerdo con sus propiedades mecánicas básicas, por ser estas las que interesan para aplicaciones ingenieriles.

- **SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS**

La base del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, es la carta de plasticidad, resultado de una investigación realizada por el Dr. Arturo Casagrande en el laboratorio.

En esta investigación se observó que si se sitúan los suelos en un sistema coordinado que tenga como límite líquido el eje de las abscisas y como índice plástico el de las ordenadas, su agrupamiento no ocurre al azar, sino que se agrupan de manera que en cada zona de la carta se sitúan suelos con características de plasticidad y propiedades mecánicas e hidráulicas cualitativamente definidas, del mismo modo que los suelos vecinos poseen propiedades similares y los alejados las tienen diferentes.

4.8.2 OBJETIVOS.

Verificar y/o establecer las características físico mecánicas de los suelos y rocas que constituirán la subrasante de la carretera Azangaro-Muñani.

4.8.3 METODOLOGIA DEL TRABAJO

La metodología seguida para la ejecución del estudio comprendió investigaciones de campo a lo largo del eje de trazo de la carretera y en los depósitos de materiales de construcción, luego se procedió a la ejecución de los ensayos de laboratorio en las muestras obtenidas en el campo y finalmente se realizaron las labores de gabinete para consignar en forma gráfica y escrita los resultados del estudio.

a) Trabajo de Campo.

Con el objeto de investigar las características de las capas del sub-suelo del eje de trazo de la Carretera se llevaron a cabo pozos exploratorios (calicatas) de 1.20 m. a 1.50 m. de profundidad, con espaciamiento cada 1000 metros aproximadamente, donde se obtuvieron muestras representativas para los ensayos de mecánica de suelos y para determinar los parámetros a utilizar en el diseño del pavimento.

En cuanto a la localización de canteras existentes en la zona que se ha creído conveniente utilizar para la carretera, éstas están ubicadas:

- Km 00 + 760 (material de cerro) al lado derecho del eje de la carretera.
- Km 02+00 al lado izquierdo del eje de la carretera (hormigón del río Azangaro)
- Km 11+500 (arcilla) al lado izquierdo del eje de la carretera.

b) Trabajos de Laboratorio.

Las muestras de suelos y canteras recepcionadas en el Laboratorio Central del Ministerio de Transportes - Oficina Puno, fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento de la A.S.T.M. D-2488.

A las muestras seleccionadas se le efectuaron los siguientes ensayos:

Análisis Granulométrico.- La conformidad de un suelo puede expresarse por el coeficiente de uniformidad, que es la relación entre D60 y D10, siendo D60 el diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo en peso y D10 el valor correspondiente para el 10%. Un suelo con un coeficiente de uniformidad menor de 2 se considera “uniforme”.

Las curvas granulométricas son solo aproximadas y mucho más en suelos finos que en suelos gruesos, ya que los tratamientos químicos y mecánicos que reciben los suelos naturales antes de realizar un análisis granulométrico (en especial en el método del hidrómetro) suelen dar lugar a tamaños efectivos muy diferentes de los existentes en el suelo natural.

Incluso aunque pudiera obtenerse una curva granulométrica exacta, su valor es limitado. Si bien el comportamiento de un suelo granular puede relacionarse frecuentemente con la distribución granulométrica, el comportamiento de un suelo cohesivo suele depender mucho más de la historia geológica y de su estructura que del tamaño de las partículas. Se realizaron análisis granulométricos por tamices, de acuerdo a lo especificado con la Norma A.S.T.M. D-422, la fracción que pasa la malla N° 200 se determinó por lavado.

- **Límites Atterberg.-** Los límites se basan en el concepto de que un suelo de grano fino solamente puede existir en cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, pasando al añadir progresivamente agua, a los estados semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad y los puntos de transición de unos estados a otros se denominan límites de retracción o contracción límite plástico y límite líquido. Se efectuaron pruebas de límite líquido y límite plástico con el material pasante por el tamiz N° 40 de acuerdo con las Normas de A.S.T.M. D-424. Con los valores obtenidos se calculó el Índice Plástico.
- **CBR.-** La finalidad de determinar las características mecánicas de un suelo es obtener principalmente el valor de soporte relativo, el cual servirá para analizar el uso de dicho suelo. Se efectuaron pruebas con la finalidad de establecer una relación entre la resistencia a la penetración de los suelos en estudio.

Además de los ensayos ya descritos, las muestras de canteras y de tierras, fueron sometidas a ensayos de Abrasión y Clasificación de suelos de acuerdo al uso del material.

- c) **Trabajos de Gabinete.-** De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio, se procedió a clasificar cada una de las muestras de los suelos representativos mediante el sistema de clasificación de los suelos de la A.A.S.H.T.O. y con los datos de campo, se procedió a la preparación del perfil estratigráfico a lo largo del eje. Se procedió a continuación a la determinación de la clasificación de los materiales del sub-suelo, paralelamente a dibujar la distribución de longitudes de cada material.

En canteras, sobre la base de los resultados de los ensayos de laboratorio se determinó el uso de cada depósito de material de construcción (inertes), luego al dibujo del gráfico de canteras, sobre la base de los resultados obtenidos en el laboratorio y de los datos de campo.

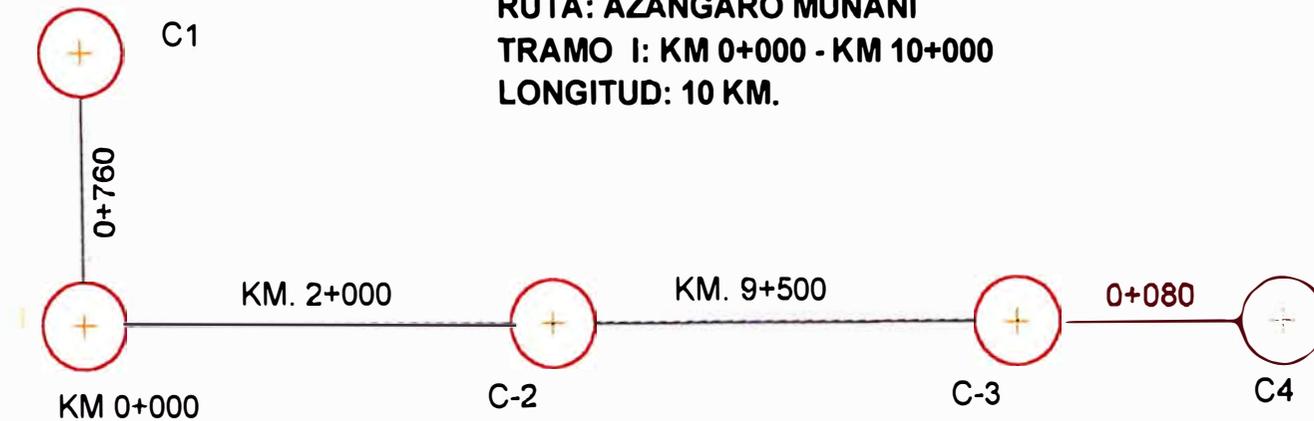
En dicho gráfico se muestra la ubicación y la cantidad potencial de los materiales disponibles para uso en la capa de rodadura, así como las fuentes de agua.

A continuación se muestra el Esquema de Ubicación de Canteras.

ESQUEMA DE UBICACION DE CANTERAS

OBRA: L.L.I. N° 006-98-MTC/15.02.PERT-PCR
PAQUETE F

RUTA: AZANGARO MUÑANI
TRAMO I: KM 0+000 - KM 10+000
LONGITUD: 10 KM.



I: INICIO DEL TRAMO.

- C1: CANTERA EXISTENTE (PROYECTO)
SE EMPEZO A EXPLOTAR Y SE ENCONTRO ROCA.
- C2: AGREGADO GRUESO POT. APROX. 18,000 M3
AGREGADO FINO POT. APROX. 18,000 M3
- C3: ARCILLA TINTIRI POT. APROX. 10,000 M3
- C4: HORMIGON POT. APROX. 6,000 M3

- C2: HORMIGON RIO AZANGARO
- C3: ARCILLA CANTERA TINTIRI.
% DE MEZCLA
70% HORMIGON.
30% ARCILLA.
- C4: HORMIGON RIO TINTIRI
- C3: ARCILLA CANTERA TINTIRI.
% DE MEZCLA.
85% HORMIGON.
15% ARCILLA.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCION PROGRAMA CAMINOS RURALES.	
ESQUEMA DE CANTERAS.	
TRAMO AZANGARO - MUÑANI.	
AGOSTO 99	REC. AUTOCORR. LUZ Y FLORES

4.9.0 ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los suelos que conforman el terreno de fundación por donde se construirá el tramo carretero, presentan perfiles morfológicos definidos, guardando relación con los aspectos geológicos geomorfológico descritos anteriormente.

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio se efectuó una clasificación de los materiales utilizando el sistema A.A.S.T.H.O., para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares. A continuación se presenta una descripción de las características mecánicas de los materiales del tramo.

4.9.1 DEL KM 0+000 AL KM 00+950

Constituido por suelos, arenas limosas, con mezclas de arenas, arcillas y gravas; de acuerdo a la clasificación SUCS corresponde a SM-SC Y AASHTO A-4 (2).

Calicata N° 01 0+760 a 1.20 m de Profundidad.

Constituido por suelos areno limosos, con mezclas de arenas, arcillas y gravas; clasificación de suelo tipo:

SUCS	: SM-SC
AASHTO	: A-4 (2)
L.L.	: 28.40%
L.P.	: 17.92%
I.P.	: 10.48%
PASA LA MALLA N° 200	: 45.00%
HUMEDAD NATURAL	: 7.60%
C. B. R.	: 47.00%

Esta cantera conforma los suelos del tramo en que se describe.

4.9.2 DEL KM 00+950 AL KM 04+890

Estos suelos están constituidos por arcillas inorgánicas, con algunas gravas, clasificados como suelos tipo A-4 (6) AASTHO y CL SUCS; tienen una potencia superior a 01 mts.

Calicata N° 02,03,04,05 , h = 1.20 m.

Suelos constituidos por arcillas inorgánicas, con algunas gravas, clasificado como suelo tipo:

SUSCS	: CL
AASHTO	: A - 4 - (6).
L.L.	: 32.20%
L.P.	: 19.60%
I.P.	: 12.60%
PASA LA MALLA N°	: 62.00%
C.B.R.	: 16.00%

4.9.3 DEL KM 04+890 AL KM 10+000

Constituidos por suelos areno limosos, con arcillas gravosas y limos de color pardo claro, clasificados como suelos de tipo :

Calicata N° 06, 07 , 08, 09, 10 , h=1.20m.

SUCS	: SM
AASHTO	: A-4(1)
L.L.	: 30.80%
L.P.	: N.P.

I.P.	: N.P.
PASA LA MALLA N° 200	: 77.00 %
HUMEDAD NATURAL	: 10.60
C.B.R.	: 15.50

4.9.4 PERFIL ESTRATIGRAFICO.

El perfil estratigráfico se ha confeccionado en base a los resultados obtenidos del laboratorio de suelos, después de haber sido analizadas las muestras de cada calicata; para esto se interpoló, correlacionó y complementó con la información de campo realizada al obtener cada muestra, las que se anexan en el respectivo cuadro del presente estudio utilizando simbología convencional.

4.10.0 UBICACIÓN DE CANTERAS.

4.10.1 EVALUACION DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.

La superficie de rodadura no cuenta actualmente con buen material de base, por lo que es necesario sea construida con materiales de cantera, los mismos que se encuentran en lugares distintos como se pudo apreciar en el Diagrama de Canteras anteriormente.

4.10.2 EVALUACION DE CANTERAS

Se ha realizado una evaluación de las canteras existentes en el área donde se encuentra la carretera.

A continuación se presenta una descripción somera de las características de las canteras ubicadas a lo largo de la carretera Azangaro – Muñani, Tramo I.

Cantera N° 01	
Ubicación	Km 00+760
Acceso	La misma carretera
Potencia	100,000 m3.
Uso	Capa de Rodadura
Rendimiento	Sub- Base 70% Base 80%
Periodo de Explotación	Abril – Diciembre
Método de Explotación	Equipo Convencional de Movimiento de Tierra y Zarandeo.
Descripción del Material	Está constituido por Gravas de aristas sub-angulosas a angulosas englobadas en una matriz de arena color marrón claro.
Clasificación	A – 4 (2), SM – SC
Límite Líquido	28.40%
Límite plástico	17.92%
Índice Plástico	10.48%
Pasa la Malla N° 200	45.00%
Pasa la Malla N° 40	70.00%
Pasa la Malla N° 10	76.00%
Pasa la Malla N° 4	1.00%
Abrasión	27.00%
CBR	47.00%

Cantera N° 2	
Ubicación	Km 2+000
Acceso	A 300 m. de la margen Izquierda del Eje de la Carretera.
Potencia	20,000 m3.
Uso	Capa de Rodadura y Obras de Arte
Periodo de Explotación	Todo el año.
Método de Explotación	Equipo convencional de Movimiento de Tierras.
Descripción del material	Hormigón.

Cantera N° 3	
Ubicación	Km 11+500
Acceso	A 100m. de la margen Izquierda del Eje de la Carretera.
Potencia	Capa de Rodadura.
Periodo de explotación	Todo el año
Método de explotación	Equipo convencional de Movimiento de Tierras
Descrinción del material	Material ligante (arcilla)

MEZCLA DE SUELOS DE : CANTERA N° 02 + CANTERA N° 03	
Uso	Carpeta de rodadura.
L.L.	24.00%
L.P.	19.00%
I.P.	5.00%
CLASIFICACION SUCS	SP-SC
AASHTO	A1-b.
INDICE DE GRUPO	(0)
PASA LA MALLA N° 04	61.31%
PASA LA MALLA N° 10	36.05%
PASA LA MALLA N° 40	16.63%
PASA LA MALLA N° 200	2.20%
C.B.R. AL 100% DE M.D.S.	52%
MEZCLA DE SUELOS:	ARCILLA 15%
	HORMIGÓN 85%

Se adjunta el diseño de mezcla realizada en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad Nacional del Altiplano.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

*MEZCLA DE SUELOS DE CANTERA
ARCILLA TINTIRE Km 11+580
HORMIGON TINTIRE Km 11+580*

SOLICITADO POR : CONSTRUCTORA SANTA MARIA.

PROYECTO : CARRETERA AZANGARO MUÑANI
TRAMO 00+00 - 10+000

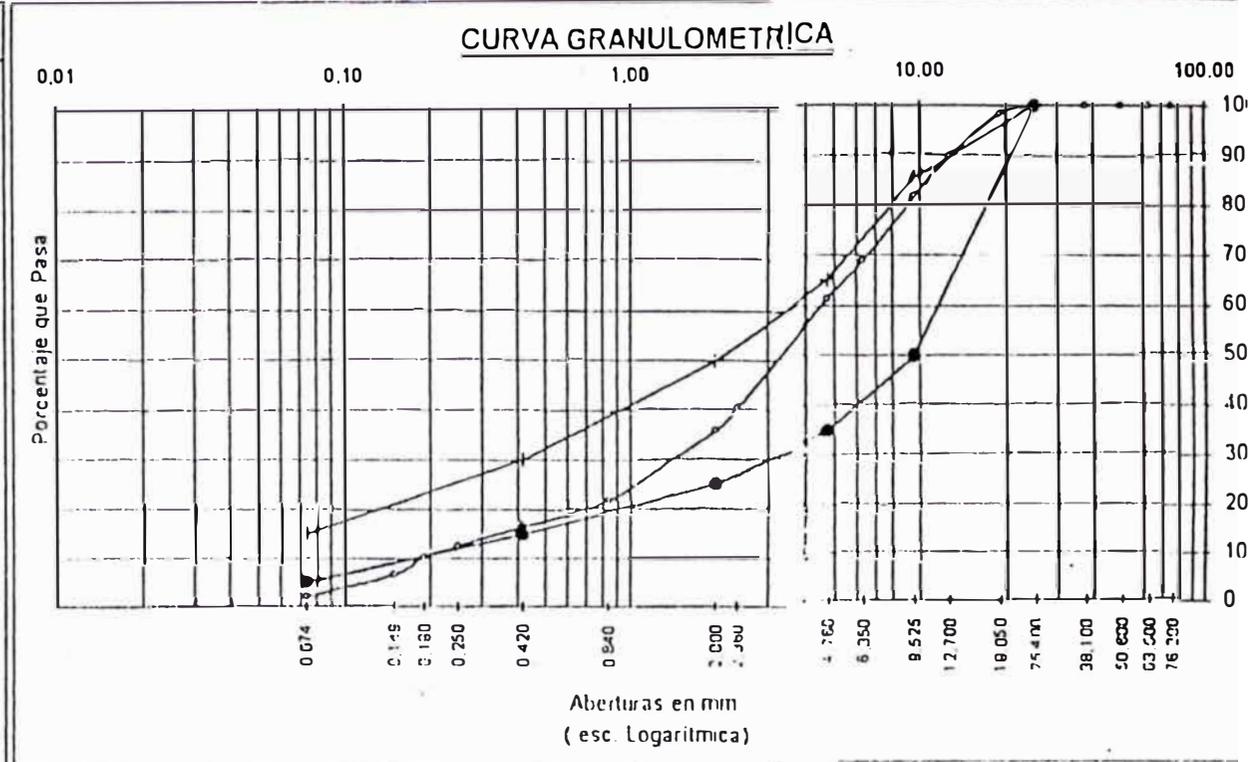
UBICACIÓN

PROVINCIA : AZANGARO
DEPARTAMENTO : PUNO

PUNO, DICIEMBRE DE 1998

MEZCLA DE SUELOS

TAMAS ASTM	ABERTURA en mm	SUELO A ARCILLO	SUELO B GRAVA	SUELO MEZCLA	ESPECIFICACIONES
3"	76.200	100.00	100.00	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	100.00	
2"	50.800	100.00	100.00	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	100.00	
1"	25.400	100.00	100.00	100.00	100.0
3/4"	19.050	100.00	97.93	98.24	
1/2"	12.700	99.73	87.94	89.71	
3/8"	9.525	98.00	78.29	81.25	50.0 85.0
1/4"	6.350	96.68	63.82	68.75	
N° 4	4.760	94.60	55.43	61.31	35.0 65.0
N° 8	2.360	88.49	31.69	40.21	
N° 10	2.000	87.34	27.00	38.05	25.0 50.0
N° 20	0.840	80.65	11.50	21.87	
N° 40	0.420	74.04	8.50	16.63	15.0 30.0
N° 60	0.250	64.15	3.50	12.60	
N° 80	0.190	52.53	2.80	10.26	
N° 100	0.149	38.55	0.90	6.55	
N° 200	0.074	12.95	0.30	2.20	5.0 15.0
FONDO SUMA					



PROYECTO : MEJCR CARRET. ZANGARO, MUÑAMI.
 SOLICITADO : CONSTRUCTORA SANTA MARIA
 FECHA : Dic-98
 CANTERA : MEZCLA DE SUELOS TINTIRE
 PROFUND. :
 MUESTRA :

GRADACION : C* MTCVC.
 - LIMITE LIQUIDO : 32,62
 - LIMITE PLASTICO : 19,02
 - INDICE DE PLASTICIDAD : 13,60

MEZCLA DE SUELOS
 SUELO : ARCILLOSO 15,00 %
 ARENOSO 85,00 %
 100,00 %

CLASIFICACION DE SUELOS
 - SUCS : SM-SC
 - PASTO : A1-b
 - INDICE DE GRUPO : (0)

OBSERVACIONES
 GRADACION REQUERIDA POR EL SOLICITANTE
 MATERIAL DE EXCELENTE A BUENO

GIOVANNI HERÓLES MENDOZA
 TECNICO DE LABORATORIO

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

OBRA : CARRET. AZANGARO MUÑANI
 MUESTRA : MEZCLA DE SUELO
 FECHA : DIC.1998

SOLICITADO : CONSTRUCTORA SANTA MARIA
 CANTERA : TINTIRE ARCILLA Y GRAVA DE RIO
 REGISTRO : K.M. 11+580

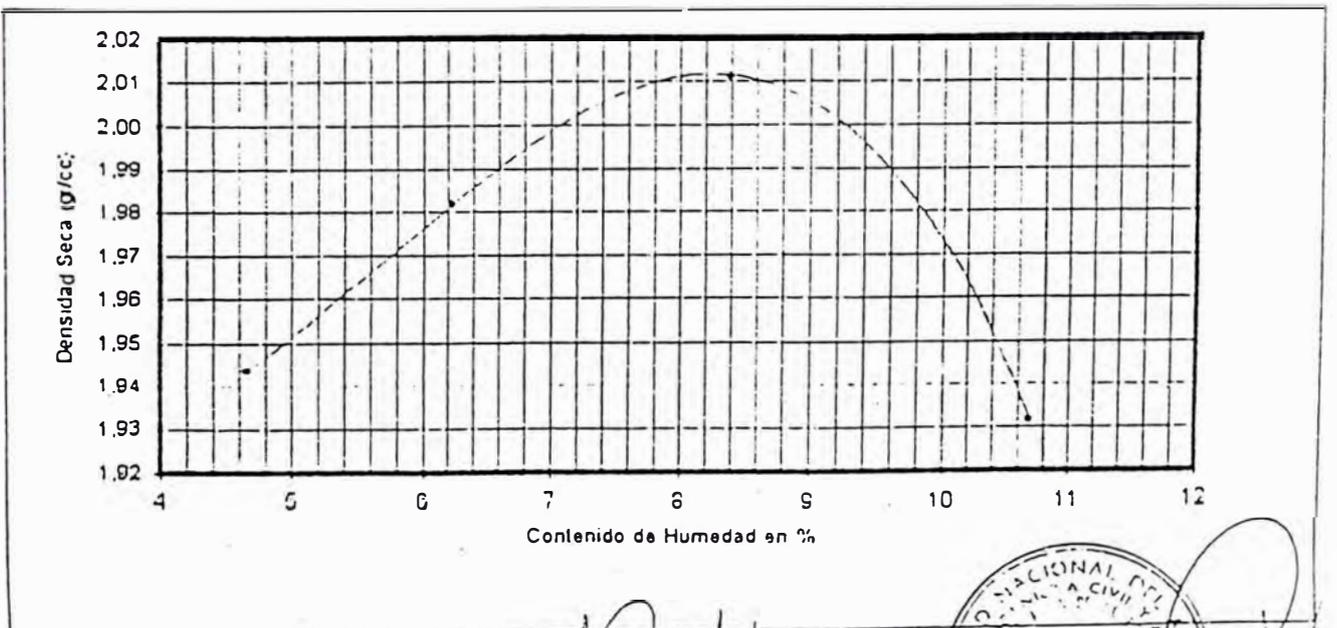
MOLDE N° :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	2123.31 cc
N° CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	56

Peso Suelo Húmedo+Molde (gr)	7100.000	7250.000	7440.000	7320.000
Peso del Molde (gr)	2780.000	2780.000	2780.000	2780.000
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4320.000	4470.000	4660.000	4540.000
Densidad del Suelo Húmedo (gr/cc)	2.035	2.105	2.161	2.136

Cápsula N°	13	23	15	2	4	17	K	27
Suelo Húmedo+Cápsula (gr)	50.48	53.74	45.41	52.95	94.77	58.26	66.45	47.87
Peso Suelo Seco+Cápsula (gr)	49.01	51.94	43.88	50.74	89.02	52.95	61.95	44.05
Peso de la Cápsula (gr)	1.47	1.80	1.73	2.21	5.80	3.41	4.60	3.92
Peso de la Cápsula (gr)	15.30	15.70	15.53	15.65	15.47	15.26	15.07	10.96
Peso del Suelo Seco (gr)	33.71	36.24	28.09	35.09	73.55	37.57	46.78	33.07
% de Humedad %	4.35	4.97	6.16	6.30	7.74	9.08	9.83	11.55
Promedio de Humedad %	4.66		6.23		6.41		10.89	
Densidad del Suelo Seco (gr/cc)	1.944		1.982		2.011		1.932	

METODO : ASTM D-1557-91
 MODIFICADO C

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.012 gr/cc
 HUMEDAD OPTIMA : 8.20 %



[Firma]
 GIOVANI HERMOSA MENDOZA
 TECNICO DE LABORATORIO

[Firma]
 INGENIERO ROBERTO GARCIA LOA
 JEFE DE LABORATORIO

ENSAYO DE CBR

OBRA : CARRET. AZANGARO MUÑANI

SOLICITADO : CONSTRUCTORA SANTA MARIA
CANTERA : TINTIRE ARCILLA Y GRAVA DE RIO

MUESTRA : MEZCLA DE SUELO

REGISTRO : KM. 11+520

FECHA : DIC.1998

MOLDE N°	I		II		III	
NUMERO DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	10		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SN SATURAR	SATURADO	SN SATURAR	SATURADO	SN SATURAR	SATURADO
PESO DE MOLDE+SUELO HUMEDO	8874.00		8952.00		9120.00	
PESO DEL MOLDE	4330.00		4330.00		4330.00	
PESO DEL SUELO HUMEDO	4544.00		4622.00		4790.00	
VOLUMEN DEL SUELO	2204.00		2204.00		2204.00	
DENSIDAD HUMEDA	2.062		2.097		2.173	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	8.631		8.129		8.504	
DENSIDAD SECA	1.898		1.939		2.003	

TARA N°	15	17	18	19	4	7
TARA+SUELO HUMEDO	84.54	82.50			87.54	79.00
TARA+SUELO SECO	80.01	58.12			62.12	70.52
AGUA	4.53	4.38			5.42	4.48
PESO DE LA TARA	15.12	15.52			15.41	15.44
PESO DEL SUELO SECO	64.89	42.60			66.71	55.08
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.98	10.28			8.12	8.13
PROMEDIO DE HUMEDAD	8.63		8.13		8.50	

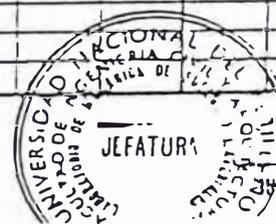
EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansion		Dial		Expansion		
			mm	%	mm	%	mm	%			
			4.98	0.00	0.00	16.80	0.00	0.00	19.10	0.00	0.00
			5.05	0.07	0.06	16.94	0.04	0.03	19.13	0.03	0.03
			5.07	0.09	0.08	16.86	0.06	0.05	19.16	0.06	0.05
			5.13	0.15	0.13	16.93	0.13	0.11	19.21	0.11	0.09

PENETRACION

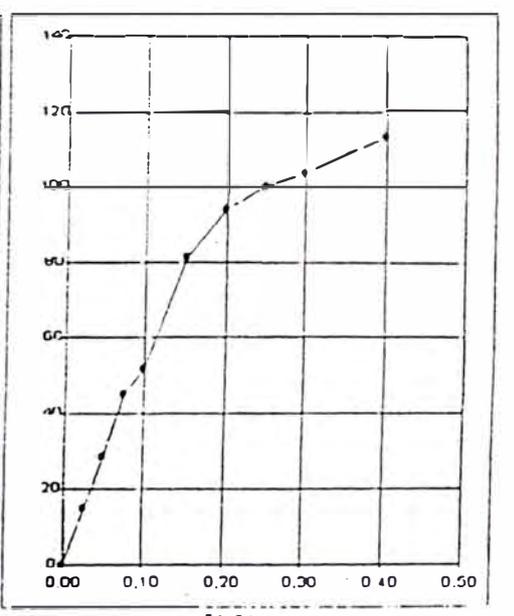
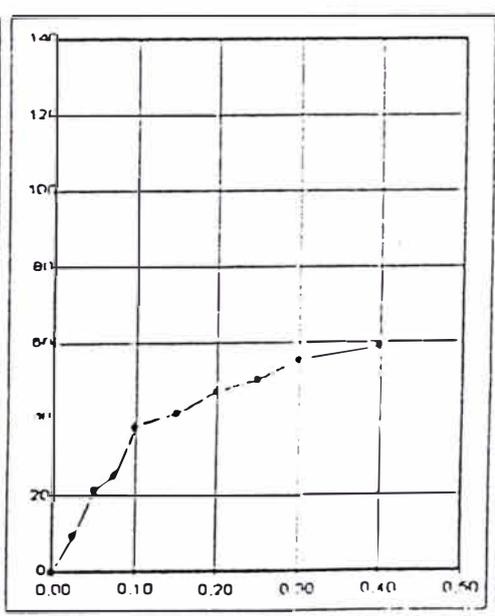
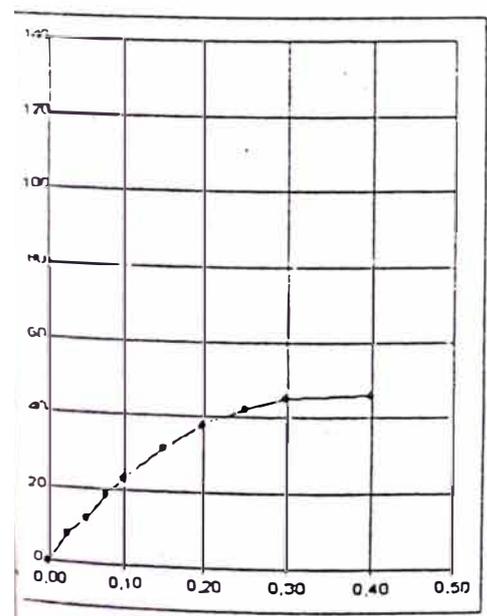
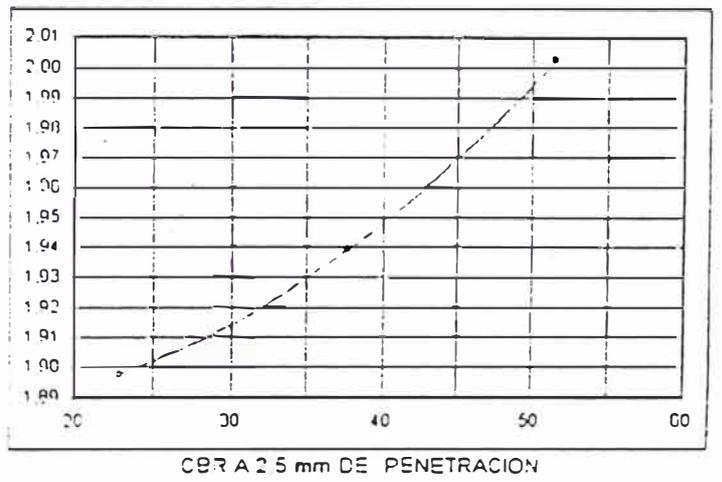
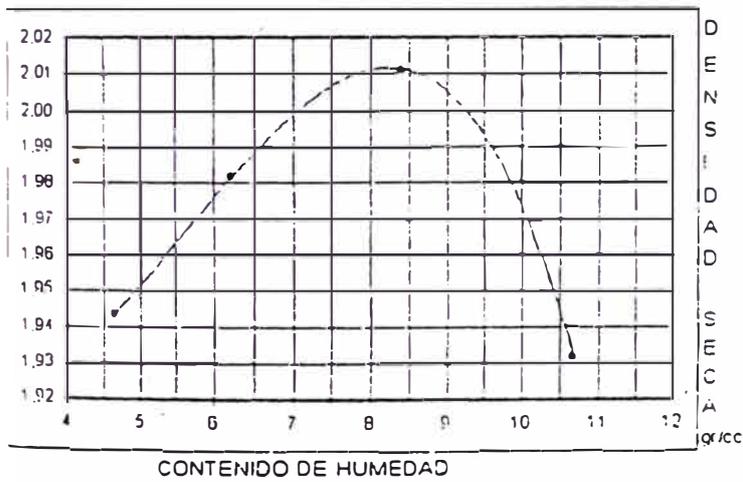
PENETRACION PULG	Carga Est.	MOLDE N° I			MOLDE N° II			MOLDE N° III		
		Dial	Correccion		Dial	Correccion		Dial	Correccion	
0.025		18	226	8	24	285	10	41	453	15
0.050		32	364	12	50	641	21	82	858	29
0.075		52	562	19	72	759	25	132	1351	45
0.100	1000	65	690	23	110	1134	38	152	1548	52
0.150		90	937	31	120	1233	41	243	2448	82
0.200		109	1124	37	128	1410	47	282	2831	94
0.250		123	1262	42	147	1499	50	300	3009	100
0.300		132	1351	45	163	1657	55	310	3107	104
0.400		134	1371	46	174	1700	59	340	3403	113

GIOVANNI HERMOSA MENDOZA



ROBERTO GARCIA LOAYZA
JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO	CARPET. AZANGARO MUÑANI	METODO DE COMPACTACION	ASTM D-1557-91	C
SOLICITADO	CONSTRUCTORA SANTA MARIA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)		2.012
UBICACION		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.200
PROGRESIVA	KM. 11+580	CBR AL 100% DE M.D.S. (%)		52
CALICATA	MUESTRA	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)		26
PROFUNDIDAD		REJ MALLA 3/4"	X	N°4
EXPEDIENTE	FECHA DIC 1998	SUCS	SP-SC	LL
		EMBEZIDO	4 DIAS	EXPANSION %
		ABSORCION		% W PENETRAC
				0.110



ARGAS EN LIBS/PLG' Y PENETRACIONES EN PLG

OBSERVACIONES LA MUESTRA HA SIDO TRAIDA POR EL SOLICITANTE

[Signature]
GIOVAN HERMOSA MENDOZA
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMALIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
JEFATURA
ING. ROBERTO GARCIA LOAYZA
JEFE DE LABORATORIO
LIMO - PERU

4.11.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN DE LA BATERÍA DE ALCANTARILLAS

4.11.1 GENERALIDADES

A) OBJETIVO DEL ESTUDIO.-

El presente estudio tiene como objetivo el Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación del PUENTE TAHUACACHI, mediante trabajos de campo a través de excavaciones, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, en base a los cuales se definen los perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas y sus propiedades de resistencia y deformación, que nos conducen a la determinación del tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible y asentamientos probables.

B) UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA EN ESTUDIO.-

La zona en estudio se encuentra ubicada en la progresiva Km. 7 + 900 (Río Tahuacachi); de la ruta Azángaro – Muñani, en la comunidad de Tahuacachi, provincia de Azángaro, departamento de Puno.

4.11.02 INVESTIGACIONES REALIZADAS

A) TRABAJOS REALIZADOS

*** EXCAVACIONES:**

Se realizaron dos excavaciones o calicatas en la modalidad a cielo abierto, las cuales fueron ubicadas convenientemente en las dos márgenes derecha e izquierda del río Tahuacachi. Este sistema de exploración (pala y pico) nos permite analizar directamente los diferentes estratos así como sus principales características físicas mecánicas, tales como: granulometría, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades:

CALICATA	PROFUNDIDAD
C – 1	1.90 m.
C – 2	1.90 m.

Se llegó a esta profundidad con la modalidad de pico y pala (mecánico) a cielo abierto.

*** MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES**

Se tomaron muestras alteradas de cada estrato atravesado y en cada una de las excavaciones, que se ensayaron en el laboratorio del Proyecto Especial Lago Titicaca PELT, con fines de identificación y clasificación. Paralelamente al muestreo, se elaboró el perfil Estratigráfico de cada uno de los estratos encontrados.

B) ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio del Proyecto PELT (Proyecto Especial Lago Titicaca), con las muestras respectivas se realizaron los siguientes ensayos:

- * Análisis Granulométrico por Tamizado
- * Límite Líquido
- * Límite Plástico
- * Peso Volumétrico
- * Contenido de Humedad

C) PERFILES ESTRATIGRÁFICOS:

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se infirieron dos perfiles Estratigráficos en los dos márgenes del puente C-1, C-2 gráfico a y b respectivamente.

D) CONFORMACION DEL SUBSUELO

El subsuelo de la zona de trabajo esta conformada superficialmente por una delgada capa compuesta por depósitos de Turba y limo arcillosa, la turba de color negro pardo, plástica, mojada, con una potencia de 0.40 m. Continúa una profundidad hacia el sector de excavación C-1, con una arena aluvial de distintos tamaños y colores en un estado no compacto de una potencia de 0.40m.

En esta misma calicata C-1, hace su aparición un estrato arcilloso de mediana plasticidad de color marrón, húmeda semi consistente de muy buena potencia hasta la base de la calicata a 1.10m. de profundidad, como suelo de fundación, continuando este estrato arcilloso hacia el subsuelo.

Prosiguiendo en la calicata C-2, la parte superficial se ubica un estrato de limo arcillosa con intercalaciones de arcilla de color café, húmedo; con una potencia de 0.80m. Seguidamente, con una potencia de 0.20m. hace su aparición una Turba orgánica correlacionable con la calicata C-1, con una potencia de 0.50m de arena aluvial de distintos tamaños y colores; enseguida como suelo de fundación el estrato arcilloso de mediana plasticidad de color marrón, húmeda y correlacionando la calicata C-1 y C-2, este estrato arcilloso es el terreno de fundación para la edificación del Puente Tahuacachi, Km. 7 + 910 en la vía Azángaro Muñani.

E) PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACIÓN:

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y teniendo en consideración las características estructurales del proyecto, se concluye que las cimentaciones serán superficiales, del tipo zapatas conectadas y/o cimientos corridos armados desplantados en suelo natural Arcilloso.

Después de atravesar necesariamente los estratos de arenas, limosas y pequeños estratos de Turba orgánica, teniendo en cuenta que en temporadas de lluvia el nivel freático sube; las características resistentes de estrato arcilloso que servirán de apoyo a las cimentaciones se verá afectado, por lo tanto la capacidad de soporte del suelo disminuirá.

F) RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo a los ensayos se obtuvieron los siguientes resultados:

CALICATA N° 1

M-1

LL = 33.8%

LP = 19.16%

IP = 14.6%

W = 24.45%

CALICATA Nro 2

M-4

LL = 24.3%

LP = 15.36%

IP = 8,94%

W = 25,56%

A continuación se muestran los desconsolidados de los análisis de laboratorio ejecutados por el Instituto Nacional de Desarrollo – Proyecto Especial Binacional del Lago Titicaca.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : PUEBLO TAYACACHI
CALICATA : N° 1 Margen izquierda
FECHA : NOVIEMBRE - '98

CANTERA : BUELO DE FUNDACION
PROFUNDIDAD : Potencia 1.10 mts.
MUESTRA : N° 01
HECHO POR :

WICES	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICO.
3"	76.2					
1 1/2"	38.1					
2"	50.8					
1"	25.4					
3/4"	19.05					
2"	12.70					
3/8"	9.526					
3/4"	6.35					
4"	4.78			0.00	100.00	
8"	2.38	1.30	0.18	0.18	99.82	
10"	2.00	0.50	0.07	0.25	99.75	
16"	1.19	1.00	0.23	0.48	99.52	
20"	0.84					
30"	0.59	2.00	0.28	0.70	99.24	
40"	0.42	0.00	0.13	0.80	99.11	
60"	0.297	1.00	0.14	1.03	98.97	
80"	0.149	4.00	0.05	1.08	98.92	
100"	0.106					
120"	0.074	10.00	1.41	3.00	96.01	
200"		687.10	96.01	100.00	0.00	
TAL		709.00	100.00			
PERDIDA						

%W =

TAMAÑO MAXIM

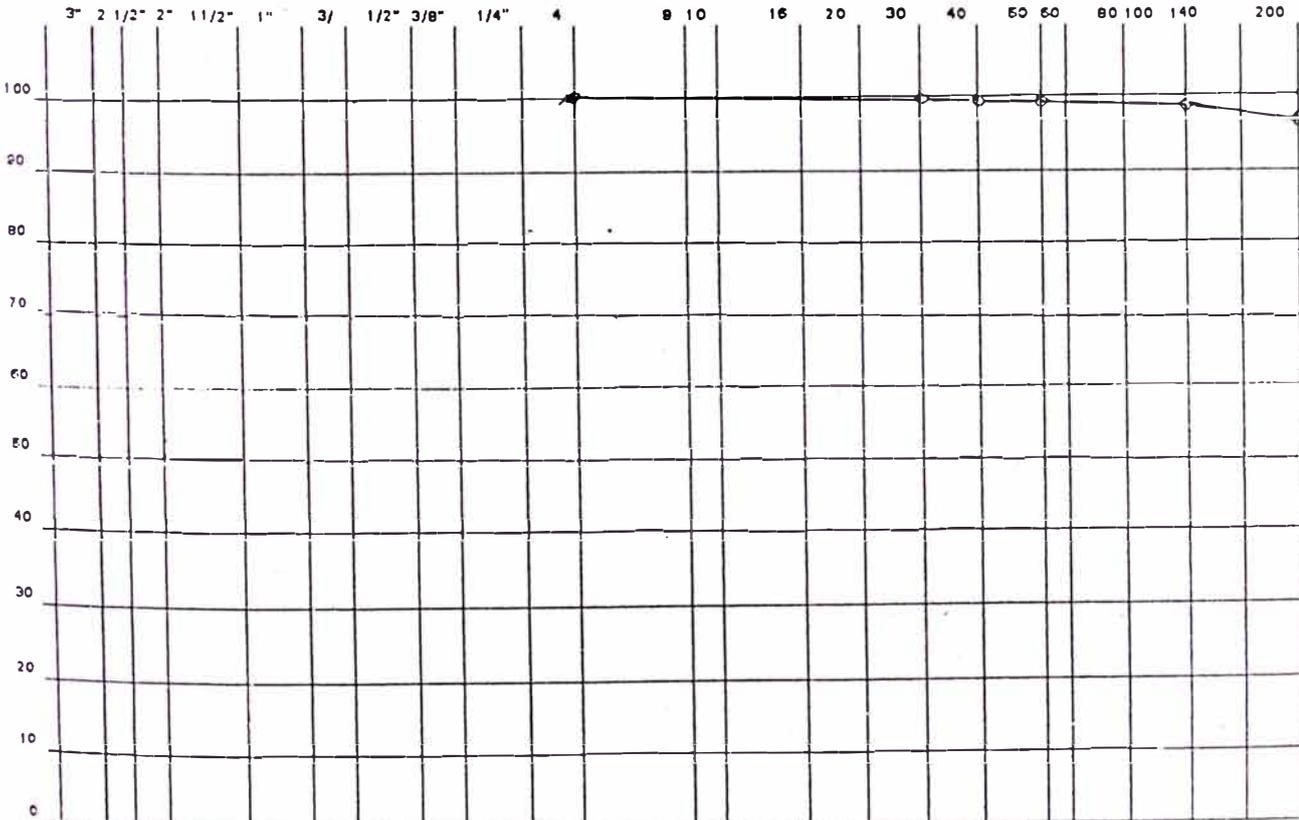
DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

PESO INICIAL	: 709 Gr.
L.L.	: 33.8
L.P.	: 10.10
J.P.	: 14.04
CLASIFICACION	: BUCB CL
J.Q.	:

OBSERVACIONES:

BUELO ARCILLOSO DE BAJA COMPRESIBILI
PLASTICIDAD MEDIA.
INDICE DE LIQUIDEZ IL = 0.35
CONSISTENCIA RELATIVA Cr = 0.64

MALLAS U. S. STANDARD



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO

PROYECTO : PUENTE TAYAOCHI
 CALICATA : N° 1 Margen izquierda
 FECHA : NOVIEMBRE - '98

CANTERA :
 PROFUNDIDAD :
 MUESTRA : N° 02
 HECHO POR :

%W = 8.00

TAMAÑO MÁXIMO : 1"

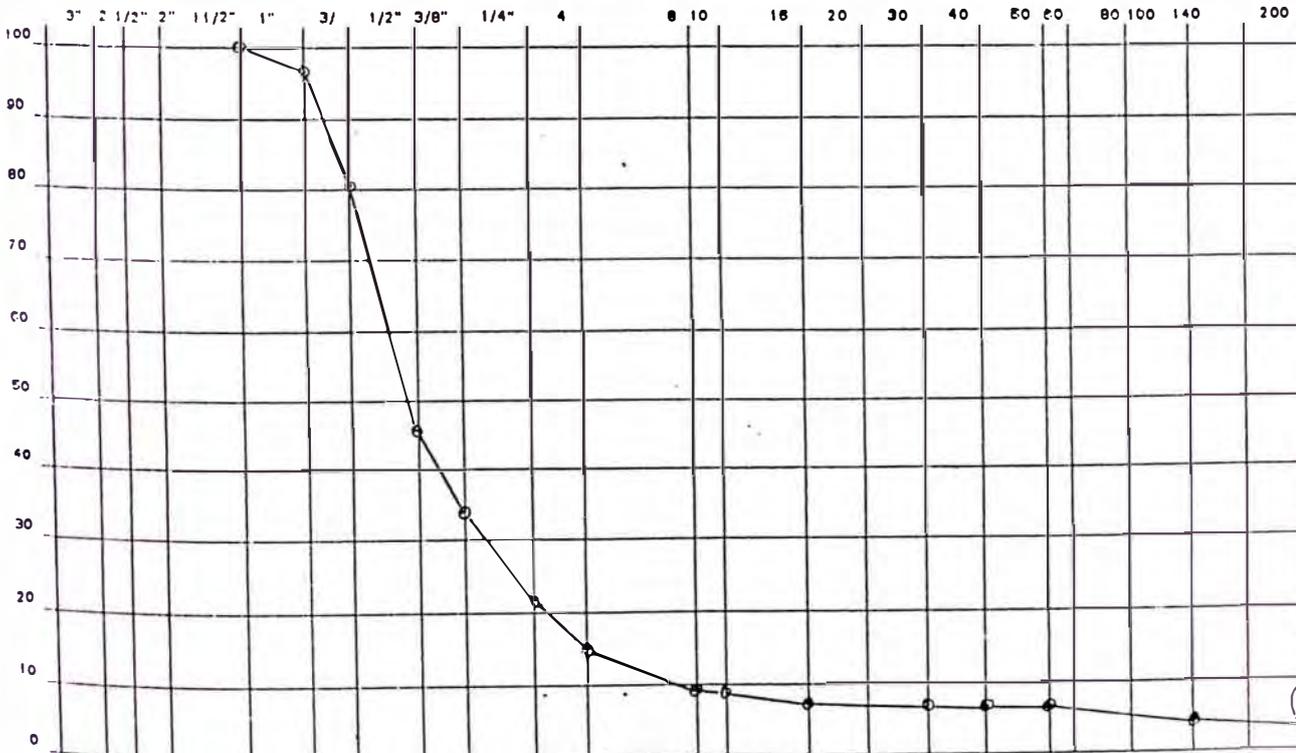
DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

PESO INICIAL	3087 Gr.
L.	10.5
P.	18.8
P.	0.70
CLASIFICACION	BUC8 GW
	CU = 5.91 CC = 1.78

OBSERVACIONES:
 SUELO GRAYOSO DE BUENA GRADACION.
 PLASTICIDAD NULA.

TAMICES ASTM	Apertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.2					
1 1/2"	63.5					
2"	50.8					
1/2"	38.1			0.00	100.00	
1"	25.4	110.00	3.60	3.50	96.44	
3/4"	19.05	498.70	16.15	19.72	80.28	
1/2"	12.70	1000.30	34.64	54.36	45.74	
3/8"	9.525	354.10	11.47	65.73	34.27	
1/4"	6.35	378.00	12.27	78.00	22.00	
N° 4	4.75	210.00	6.80	84.81	15.19	
N° 8	2.38	180.00	5.83	90.64	9.36	
N° 10	2.00	27.60	0.90	91.54	8.46	
N° 16	1.19	34.30	1.11	92.65	7.14	
N° 20	0.84					
N° 30	0.60	12.10	0.39	93.04	6.75	
N° 40	0.42	5.60	0.18	93.22	6.57	
N° 50	0.297	7.70	0.25	93.47	6.32	
N° 100	0.149	54.10	1.75	95.22	4.57	
N° 140	0.106					
N° 200	0.074	42.00	1.36	96.58	3.21	
N° 200		90.00	2.91	99.49	0.51	
TOTAL		3087.00	100.00			
PERDIDA						

MALLAS U. S. STANDARD



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : PUENTE TAYACACHI
CALICATA : N° 1 Margen Izquierdo
FECHA : NOVIEMBRE - '98

CANTERA : BUELO DE FUNDACION
PROFUNDIDAD : Potencia 0.40 mts.
MUESTRA : N° 03
HECHO POR :

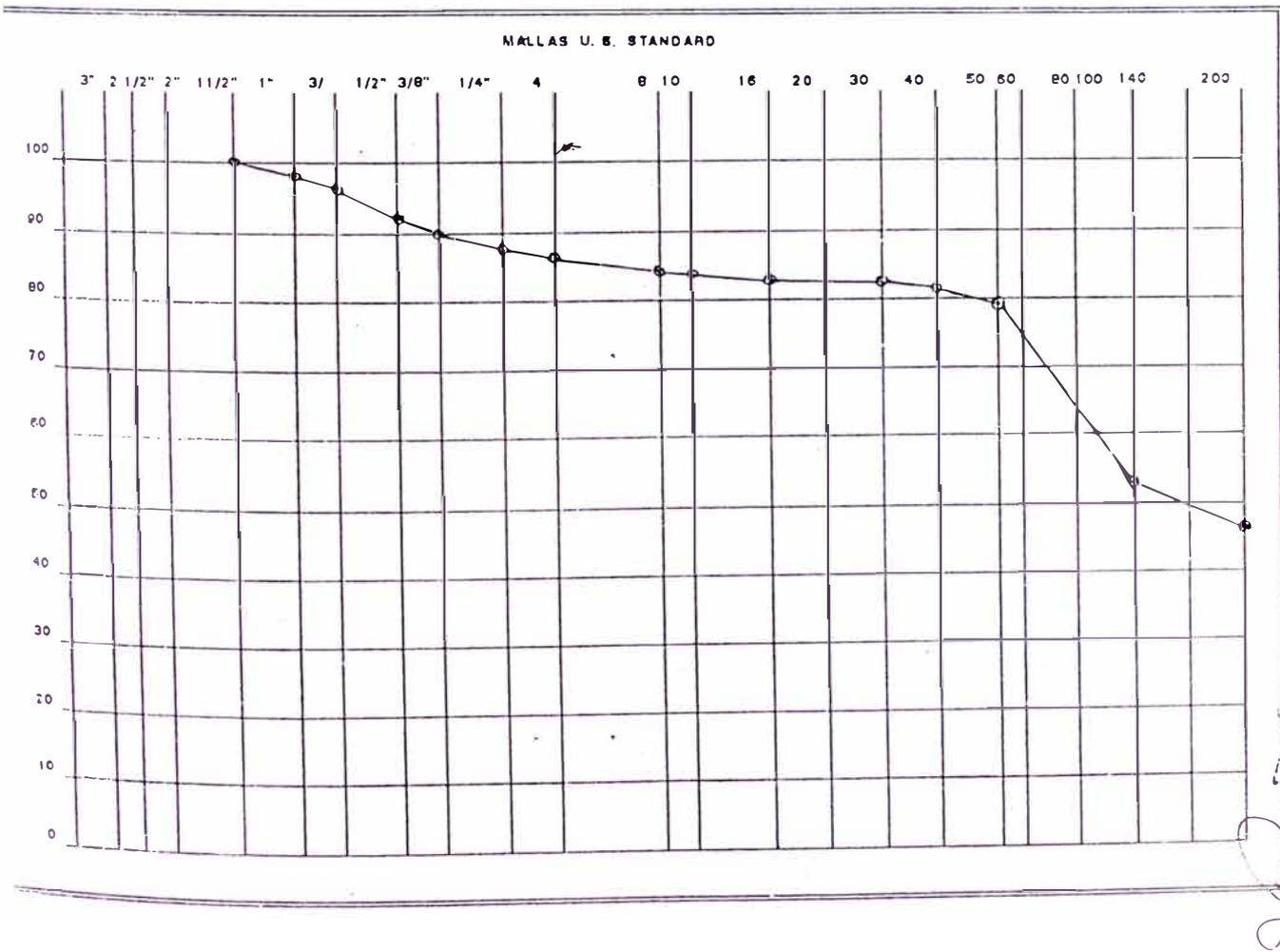
ICES TM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICO.
3"	76.2					
2"	63.5					
1"	50.8					
7/8"	38.1			0.00	100.00	
3/4"	25.4	39.00	2.17	2.17	97.83	
5/8"	19.05	28.80	1.61	3.78	96.22	
1/2"	12.70	00.40	3.87	7.65	92.35	
3/8"	9.525	42.30	23.6	31.25	68.75	
1/4"	6.35	37.80	21.1	52.35	47.65	
4	4.75	20.00	11.45	63.80	36.20	
8	2.38	42.30	23.6	87.40	12.60	
0	2.00	7.50	4.25	91.65	8.35	
6	1.19	12.20	6.76	98.41	1.59	
0	0.84					
0	0.59	14.30	7.87	106.28	-2.41	
0	0.42	17.20	9.59	115.87	-9.58	
0	0.297	34.80	19.44	135.31	-25.31	
0	0.149	471.00	262.28	497.59	-366.59	
0	0.106					
0	0.074	121.00	67.5	614.09	-552.59	
00		828.60	462.4	1076.49	-1000.00	
AL		1792.00	100.00			
ADIDA						

%W =
TAMAJHO MAXIM

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

PESO INICIAL	1792 Gr.
L.L.	N.P.
L.P.	N.P.
I.P.	N.P.
CLASIFICACION	UCCB - BM
Q.	

OBSERVACIONES:
BUELO ARENO LIMOSO CON GRAYAS.
PLASTICIDAD NULA.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : PUENTE TAYACACHI
 CALICATA : N° 2 Margen derecho
 FECHA : NOVIEMBRE '98

CANTERA :
 PROFUNDIDAD :
 MUESTRA :
 HECHO POR :

SUELO DE FUNDACION :
 Potencia 0.40 mts.
 N° 04

NW =

TAMAÑO MÁXIMO

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

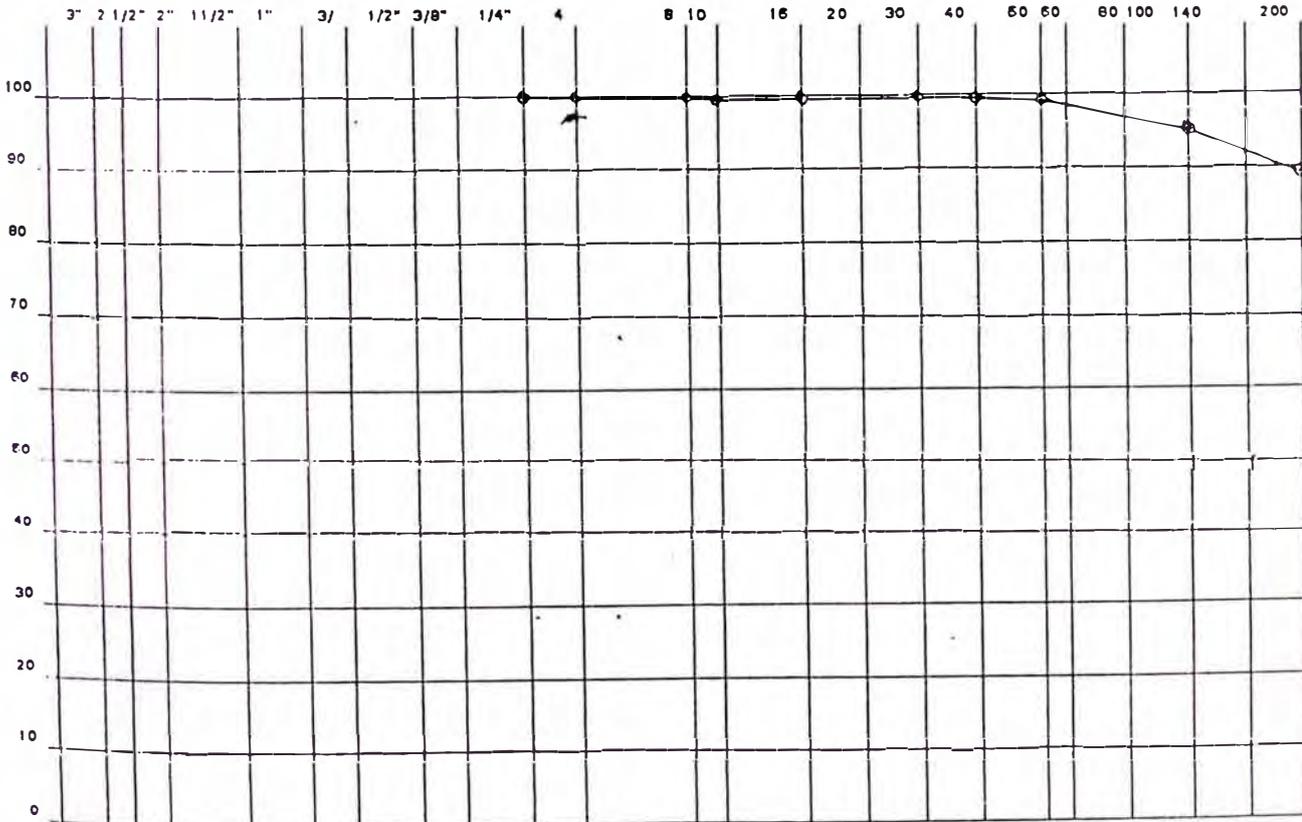
PESO INICIAL :	537 Gr.
L.L.	24.3
L.P.	18.30
I.P.	8.04
CLASIFICACION :	BUCS CL
I.Q.	

OBSERVACIONES:

SUELO SACALOSO DE BAJA COMPRESIBILIDAD
 INDICE DE LIQUIDEZ $I_L = 1.14$
 CONSISTENCIA RELATIVA $C_r = 0.14$
 PLASTICIDAD LIGERA.

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICO
3"	76.2					
1 1/2"	38.1					
2"	50.8					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19.0					
1/2"	12.7					
3/8"	9.525					
1/4"	6.35			0.00	100.00	
N° 4	4.75	1.10	0.20	0.20	99.80	
N° 8	2.38	1.00	0.10	0.30	99.70	
N° 10	2.00	0.60	0.00	0.48	99.52	
N° 16	1.18	0.80	0.16	0.64	99.36	
N° 20	0.84					
N° 30	0.59	0.60	0.11	0.74	99.26	
N° 40	0.42	0.50	0.09	0.84	99.16	
N° 60	0.297	1.30	0.24	1.08	98.92	
N° 80	0.149	19.70	3.67	4.75	95.25	
N° 140	0.106					
N° 200	0.074	33.40	6.22	10.97	89.03	
N° 200		478.10	89.03	100.00	0.00	
TOTAL		537.00	100.00			
PERDIDA						

MALLAS U. S. STANDARD



[Handwritten signature]

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : PUENTE TAYACACHI
 CALICATA : N° 2 Margen derecha
 FECHA : NOVIEMBRE '98

CANTERA :
 PROFUNDIDAD :
 MUESTRA :
 HECHO POR :

BIELE DE FUNDACIÓN :
 Potencia 0.50 mts.
 N° 05

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECÍM.
3"	76.2					
2 1/2"	63.5			0.00	100.00	
2"	50.8	140	6.45	6.45	94.55	
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	6.45	94.55	
1"	25.4	79.50	3.10	9.55	91.45	
3/4"	19.05	324.30	12.03	21.58	78.82	
1/2"	12.70	408.40	10.41	40.58	59.42	
3/8"	9.525	181.40	7.00	47.05	52.95	
1/4"	6.35	174.70	6.80	64.45	45.55	
N° 4	4.75	144.80	5.84	60.00	39.01	
N° 8	2.38	217.00	8.45	68.54	31.46	
N° 10	2.00	54.10	2.11	70.65	29.35	
N° 16	1.18	115.50	4.60	75.14	24.86	
N° 20	0.84					
N° 30	0.69	183.20	7.13	82.28	17.72	
N° 40	0.42	174.70	6.80	80.08	10.02	
N° 60	0.297	60.80	2.72	81.80	8.20	
N° 100	0.149	00.00	3.50	85.30	4.70	
N° 140	0.106					
N° 200	0.074	54.20	2.11	87.41	2.59	
N° 250		66.40	2.59	100.00	0.00	
TOTAL		2568.00	100.00			
PERDIDA						

%W =

TAMANO MAXIM | 1"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

PESO INICIAL	: 2508 Gr.
L.L.	: N.P.
L.P.	: N.P.
J.P.	: N.P.
CLASIFICACION	: BUCB GP
	: CU = 33.53 CC = 0.

OBSERVACIONES:
 SUELO GRAVOSO DE MALA GRADUACION.
 PLASTICIDAD NULA.

MALLAS U. S. STANDARD



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TÁMIZADO

PROYECTO:
CALICATA
FECHA:

FUENTE: TAYACACHI
: N° 2 Margen derecho
: NOVIEMBRE - '98

CANTERA:
PROFUNDIDAD:
MUESTRA:
HECHO POR:

BUELO DE FUNDACION:
Potencia 0.20 mts.
N° 00

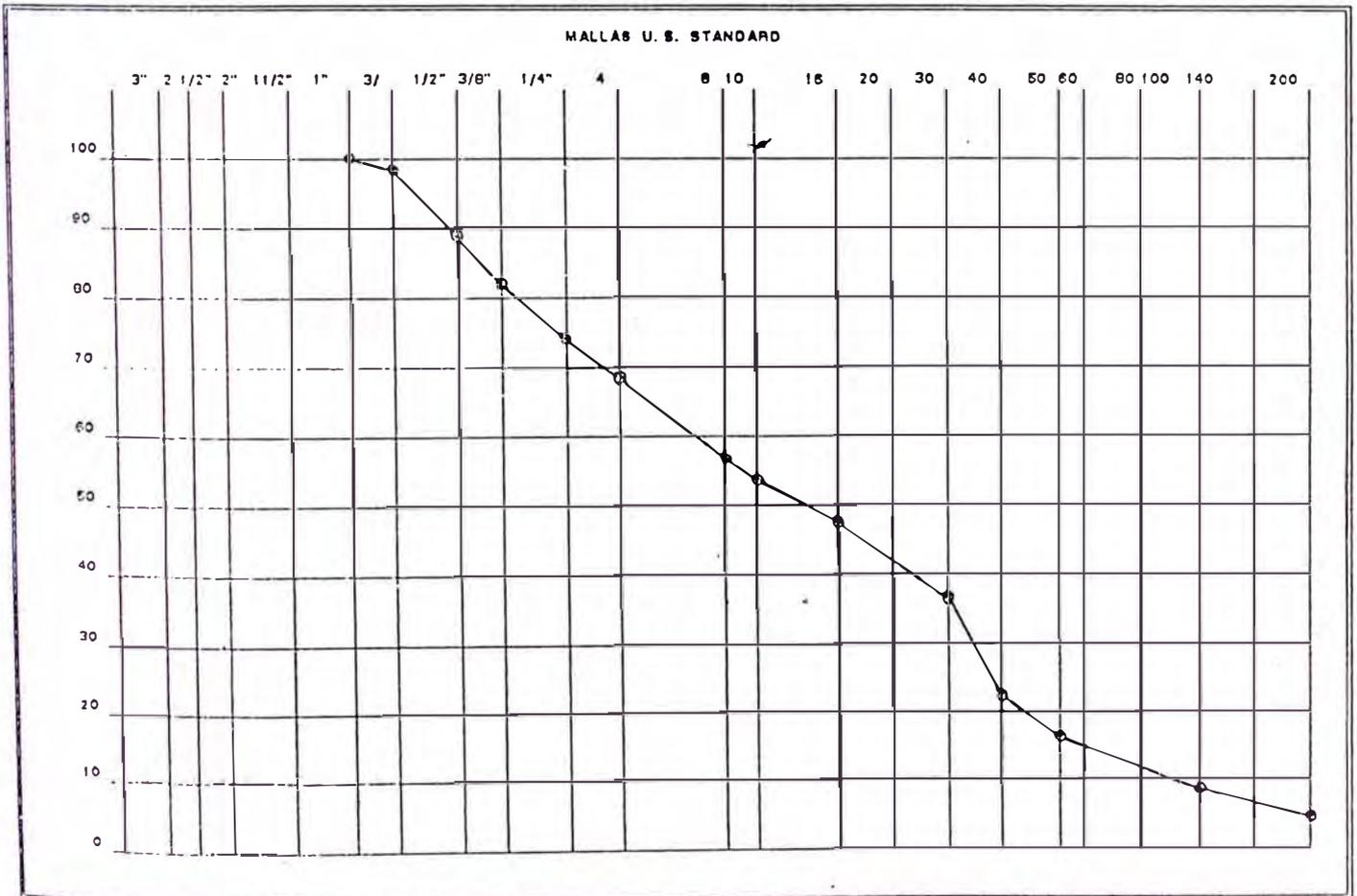
TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.2					
2 1/2"	63.5					
2"	50.8					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4			0.00	100.00	
3/4"	19.05	24.70	1.70	1.70	98.24	
1/2"	12.70	128.80	0.35	11.10	88.00	
3/8"	9.525	96.30	0.00	18.00	81.91	
1/4"	6.35	107.10	7.40	25.57	74.43	
N° 4	4.75	89.00	6.40	32.03	67.97	
N° 8	2.38	154.00	11.24	43.27	56.73	
N° 10	2.00	41.00	2.08	40.25	53.75	
N° 16	1.19	69.30	0.48	62.73	47.27	
N° 20	0.84					
N° 30	0.69	150.00	10.89	63.61	36.39	
N° 40	0.42	180.00	13.50	77.18	22.82	
N° 60	0.297	87.30	6.34	83.51	16.49	
N° 100	0.149	116.50	8.45	91.97	8.03	
N° 140	0.105					
N° 200	0.074	45.10	3.27	95.24	4.76	
N° 200		65.60	4.70	100.00	0.00	
TOTAL		1378.00	100.00			
% PERDIDA						

%W =
TAMAÑO MAXIM | 1/2"

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

PESO INICIAL :	1378 Gr.
L.L. :	N.P.
L.P. :	N.P.
J.P. :	N.P.
CLASIFICACION :	8UC8 8P
	CU = 10.17 CC = 0.40

OBSERVACIONES:
BUELO ARENOSO DE POBRE GRADACION CO
PLASTICIDAD NULA.



ANÁLISIS DE LA MUESTRA DE SUELO

PROYECTO: PUENTE TAYANAHUI
 LOCALIDAD: N° 2 Margen derecho
 FECHA: NOVIEMBRE - '98

CANTINA: 1
 PROFUNDIDAD: 1
 MUESTRA: N° 07
 HECHO POR:

AMICES ASTM	Apertura en mm.	PEBO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECÍFICO.
3"	76.2					
1 1/2"	63.5					
2"	50.8					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1 1/2"	12.70					
3/8"	9.525					
1/4"	6.35					
N° 4	4.75			0.00	100.00	
N° 6	2.38	1.00	0.11	0.11	99.89	
N° 10	2.00	2.00	0.14	0.25	99.75	
N° 16	1.19	6.40	0.44	0.69	99.31	
N° 20	0.84					
N° 30	0.69	0.30	0.64	1.33	98.67	
N° 40	0.42	9.40	0.65	1.98	98.02	
N° 60	0.297	13.80	0.95	2.93	97.07	
100	0.149	748.70	51.60	54.53	45.47	
140	0.106					
200	0.074	136.10	0.38	63.01	36.99	
N° 200		523.70	36.09	100.00	0.00	
TOTAL		1451.00	100.00			
PERDIDA						

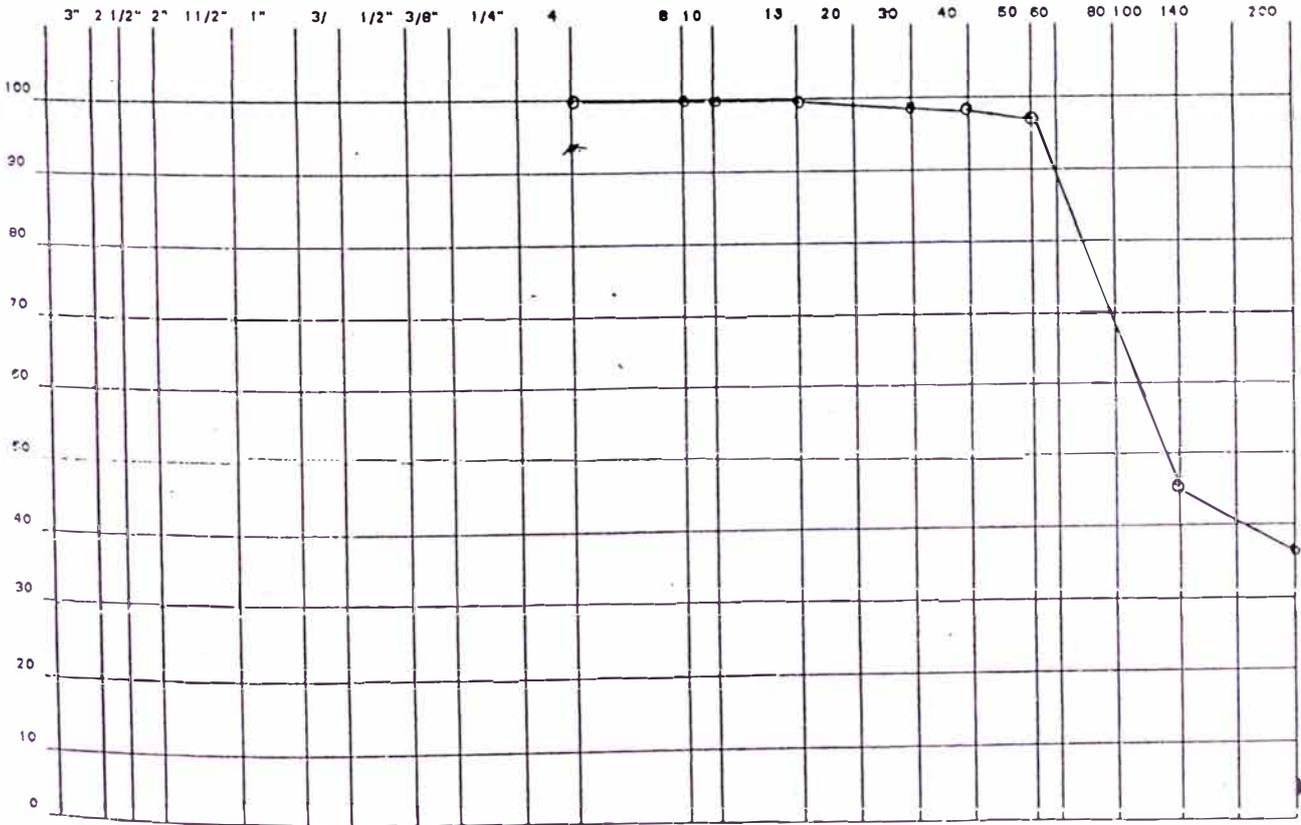
% W_e
 TAMAÑO MÁXIMO

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

PEBO INICIAL	1451 Gr.
L.	18.5
P.	N.P.
P.	N.P.
CLASIFICACION	BUCA BM
L.Q.	

OBSERVACIONES:
 SUELO ARENO LIMOSO.
 PLASTICIDAD NULA.

MALLAS U. S. STANDARD



CONTROL DE HUMEDAD

ESTACIONACION: SUELO DE FUNDACION - PUENTE TAYACACHI

INDICADA: _____ FECHA DE MUESTREO: _____ EJECUTOR: _____
FECHA DE ANALISIS: NOV. '98 OPERADOR: _____

ICATA N° 01 - MARGEN IZQUIERDO

HUMEDAD NATURAL

ICATA	1	1	1	1	1	1	1	1	1
STRAN°	M° 1	M° 1	M° 1		M° 2	M° 2	M° 3	M° 3	
ON°	23	7	11		12 Integral	01 - < N° 4	15	8	
OMAS 8.HUMED	128.16	146.73	97.64		196.90	63.82	142.17	168.73	
OMAS 8.SECO	106.12	121.60	80.85	X = 24.45%	187.31	81.20	118.37	138.45	X = 25.05
A	22.04	25.13	16.89		8.99	2.62	25.80	30.28	
DE TARRO	15.13	18.44	14.80		18.43	14.91	14.99	15.86	
DE SUELO SEC	90.99	105.18	88.15		170.88	48.29	101.38	122.79	
HUMEDAD	24.22	23.80	25.23		5.28	5.68	25.45	24.88	

HUMEDAD NATURAL

ICATA N° 02 - MARGEN DERECHO.

ICATA	2	2	2	2	2	2	2	2	2
STRAN°	M° 4	M° 4		M° 5	M° 5	M° 5	M° 6	M° 6	M° 6
ON°	3	24		T-3 Integral	02 - < N°	22 - > N° 4	14 - Integral	20 - < N° 4	13 - > N°
OMAS 8.HUMED	134.58	146.47		267.48	83.22	122.53	158.59	113.25	122.43
OMAS 8.SECO	110.08	119.91	X = 25.56%	258.27	87.72	119.53	148.41	103.52	115.12
A	24.50	26.56		11.21	5.50	3.07	12.18	9.73	7.31
DE TARRO	15.67	15.76		37.72	14.95	18.45	15.02	15.60	15.80
DE SUELO SEC	84.41	104.15		218.55	72.77	103.08	131.39	87.92	89.22
HUMEDAD	25.95	25.50		5.13	7.58	2.81	9.27	11.07	7.37

HUMEDAD NATURAL

ICATA	2	2	2	2	2	2	2	2	2
STRAN°	M° 7	M° 7							
ON°	4	8							
OMAS 8.HUMED	132.63	138.09							
OMAS 8.SECO	115.49	120.31	X = 17.77 %						
A	17.14	18.78							
DE TARRO	16.76	17.04							
DE SUELO SEC	98.73	103.27							
HUMEDAD	17.36	18.19							

G) DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS

Como un nivel de cimentación se encuentra apoyado en suelo natural Arcilloso, de mediana plasticidad, húmedo y en estado semi-compacto, considerando además el efecto de densificación y/o reacomodo de las partículas por acciones dinámicas, se recomienda armar la cimentación para un asentamiento diferencial del orden de 2.0 cm.

CAPITULO V
HIDROLOGÍA Y DRENAJE

CAPITULO V HIDROLOGIA Y DRENAJE

5.1.0 DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES.

El drenaje de Aguas Superficiales se realiza para evacuar las aguas de la plataforma de Rodadura y de las inmediaciones a ella, de tal manera que se garantice una mayor durabilidad de la carretera.

5.1.1 GENERALIDADES

Denominadas también como estructuras complementarias en el diseño y ejecución de una obra, sea esta de carretera, aeropuerto, ferrocarril, túnel, etc; las cuales tienen su propia justificación e inclusión.

Para el presente proyecto podemos mencionar y clasificar las obras de arte que mayormente se emplean en el tramo en mención, según lo siguiente:

Obras de Drenaje

- Bateria de Alcantarillas de D=72”.
- Cunetas laterales
- Cunetas de coronación

5.1.2 CALCULOS HIDRÁULICOS

ACOPIO DE INFORMACIÓN

No se cuenta con información hidrológica de estaciones en el tramo de la carretera en estudio, por ello se han tomado los datos más cercanos al lugar de estudio.

Las fuentes de información hidrológica para el presente proyecto de la carretera Azangaro-Muñani; son las estaciones de Ayaviri, Chuquibambilla y Llalli. Se consideró la proximidad a

la zona en estudio de las estaciones anteriormente mencionadas, tratando de que reúnan similares condiciones hidrológicas como topográficas siendo sus coordenadas y alturas las siguientes:

Estación	Latitud	Longitud	Altura
Ayaviri	14° 53' S	70° 36' W	3970 m.s.n.m.
Llalli	14° 48' S	70° 44' W	3970 m.s.n.m.
Chuquibambilla	14° 48' S	70° 44' W	3970 m.s.n.m.

La información utilizada fue obtenida del Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI), siendo este la base de todo lo concerniente a Hidrología en nuestro proyecto.

Para el caso de la batería de alcantarillas ubicada en la progresiva Km 7+930 en el cauce del río Quilcamayop se tiene los planos de la cuenca, así como los resultados de la información hidrológica procesada por el P.E.L.T.(Proyecto Especial del Lago Titicaca), y que han determinado gráficos de curvas isoyetas para diversos periodos de retomo.

Los estudios hidrológicos del presente capítulo son con el objeto de proporcionar los elementos de juicio para el diseño de las cunetas laterales y de la batería de alcantarillas.

El análisis tratará sobre las principales características referentes a temperatura y precipitación, que afectan la región en la cual se desarrolla la carretera en estudio.

El planeamiento de un sistema de drenaje superficial eficiente comprende dos fases: El análisis hidrológico y el diseño hidráulico; por lo tanto, un buen diseño de drenaje requiere una razonable exactitud en la predicción de las escorrentías máximas para determinados intervalos de ocurrencia, así como el diseño de las estructuras para el control de dichas escorrentías.

Básicamente los problemas de drenaje de una carretera comprenden: Drenaje subterráneo y Drenaje superficial.

***TEMPERATURA.**

El orden de la temperatura media en la costa es 20°C y en la sierra a los 4400 m.s.n.m. de 2°C. Las variaciones de las temperaturas máximas y mínimas respecto a la media, están en el orden de los 12°C para la costa y 8°C para la sierra.

***PRECIPITACIÓN.**

La precipitación media anual en la zona de la costa, es bastante baja, encontrándose por debajo de los 100 mm. anuales para altitudes menores de 2,300 m.s.n.m. En el caso de la sierra, ceja de selva y selva, la precipitación media anual supera los 100 mm, llegando a 809.86 mm.

El control del agua que cae sobre la plataforma de la vía se contempla en concordancia con las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, mediante un bombeo de 3% a ambos lados del eje de la carretera para tener un mayor escurrimiento en las temporadas de lluvia y nevada.

5.2.0 CALCULO Y DISEÑO DE CUNETAS.

5.2.1 TRATAMIENTO DE DATOS

Antes de poder efectuar el procesamiento de los datos pluviométricos es necesario realizar un análisis previo tomando en cuenta los aspectos:

- Datos Existentes.
- Estimación de datos faltantes.
- Análisis de consistencia
- Extensión de Registro.

- **DATOS EXISTENTES**

Las medidas de las precipitaciones con pluviómetros varían de un lugar a otro, y en un mismo lugar, de un tiempo a otro. Estas medidas constituyen un conjunto numeroso de datos, que es necesario analizar y sintetizar en unos pocos valores más manuales y fáciles de utilizar en proyectos hidráulicos. Para ello se utiliza la experiencia acumulada en el manejo de la Estadística que nos permita elegir un modelo matemático que represente el comportamiento de las lluvias en el lugar de estudio.

- **ESTIMACIÓN DE LOS DATOS FALTANTES**

Generalmente ocurre que la totalidad de nuestros registros no se hallan completos por el ausentismo del operador o fallas instrumentales. Para este caso se recurre a los datos de estaciones índice próximas que tengan una altitud similar a la estación de los datos faltantes o estación problema. Para nuestro caso utilizaremos el método de Razón Normal para solucionar este inconveniente, por ser la que se adecua más a nuestra realidad.

Método de la Razón Normal: Si la precipitación media anual en cualquiera de las estaciones índice difiere de la estación problema en más de un 10% se utiliza la siguiente expresión:

$$\frac{|N_x - N_n|}{N_x} > 10\%$$

$$P_x = \frac{1}{n} \left(\frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_a} P_b + \dots + \frac{N_x}{N_n} P_n \right)$$

Donde:

P_x = Valor desconocido

N_x = Precipitación promedio anual en la estación con valores faltantes

P_a, P_b, P_n = Precipitación medida en la estación índice para el mismo período faltante

N_a, N_b, N_n = Precipitación promedio anual en la estación Índice.

n = Número de estaciones utilizadas.

En los siguientes cuadros 01, 02 y 03 mostramos las precipitaciones mensuales de las estaciones a utilizar.

PRECIPITACIONES CHUQUIBAMBILLA

ESTACIÓN : C.P. 764 CHUQUIBAMBILLA
 PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL
 MENSUAL EN mm.

LATITUD : 14° 48'
 LONGITUD : 74° 44'
 ALTITUD : 3970 M.S.N.M.

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA : MELGAR
 DISTRITO : UMACHARI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PT. ANUAL	PP. ANUAL
1982	174.30	176.00	111.10	82.20	0.00	2.00	0.00	0.00	27.00	95.00	154.20	67.9	889.70	
1983	148.30	91.70	60.60	47.60	2.40	0.00	0.00	0.00	15.00	21.30	24.50	88.30	499.70	
1984	51.40	58.10	139.90	30.50	20.90	0.00	1.30	0.70	2.70	120.60	124.10	180.10	730.30	
1985	220.30	175.40	90.50	121.00	20.70	25.90	0.00	0.50	65.70	24.60	140.80	106.90	992.30	
1986	99.60	123.50	129.90	89.60	12.90	0.00	1.00	4.10	35.50	2.70	60.10	146.80	705.70	
1987	11.20	114.80	72.50	32.00	1.10	1.40	7.30	0.90	3.20	9.30	96.60	79.80	530.00	
1988	201.80	75.10	153.40	71.30	16.90	0.00	0.00	0.00	11.60	26.70	4.90	79.80	65602.00	
1989	156.80	72.60	113.90	86.80	3.60	0.70	0.70	40.10	30.90	59.80	55.90	94.50	717.30	
1990	174.50	84.70	149.60	68.30	8.80	48.10	0.00	0.20	9.80	136.10	70.40	94.50	801.90	
1991	191.40	97.40	118.00	30.10	28.80	39.10	0.00	0.00	1.00	48.30	29.80	78.40	678.40	
1992	109.80	61.40	84.30	35.40	0.00	2.40	0.00	42.00	0.00	57.50	99.40	94.50	582.60	
1993	183.40	71.10	182.90	46.90	0.00	16.00	0.00	28.60	9.30	94.10	162.00	98.10	892.40	
1994	209.40	29.00	139.60	65.30	0.00	0.00	0.00	5.80	6.10	43.00	76.30	120.60	695.10	
1995	119.70	133.10	124.80	15.80	2.10	0.00	0.00	0.00	2.50	27.00	56.70	123.80	605.50	
1996	162.70	112.00	97.80	61.90	1.40	0.00	3.40	5.00	6.60	9.60	71.10	98.50	615.50	706.18
	2287.10	1475.90	1768.80	884.70	119.60	135.60	13.70	127.90	226.90	775.60	1226.80	1553.50		
Prec. Pro	152.47	98.39	117.92	58.98	7.94	9.04	0.92	8.53	15.13	51.71	80.85	140.27		
Prec. Max.	220.30	176.00	182.90	121.00	28.80	48.10	7.30	28.60	65.70	136.10	162.00	180.10		
Prec. Min	51.40	29.00	60.60	15.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	4.90	67.90		

CUADRO N° 01

PRECIPITACIONES LLALLI

ESTACIÓN : C.P. 764 LLALLI
 PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL
 MENSUAL EN mm.

LATITUD : 14° 48'
 LONGITUD : 74° 44'
 ALTITUD : 3970 M.S.N.M.

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA : MELGAR
 DISTRITO : UMACHARI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PT. ANUAL	PP. ANUAL
1971	163.00	289.00	70.00	21.50	0.50	0.00	0.00	4.00	0.00	22.00	36.50	132.00	728.50	
1972	268.00	118.00	133.80	37.50	3.50	0.00	9.00	10.00	12.50	45.00	41.00	127.00	806.30	
1973	256.50	156.00	161.00	62.00	1.00	0.00	6.00	12.00	46.50	33.50	57.60	67.00	859.60	
1974	226.60	213.50	142.50	103.00	2.50	18.50	4.00	96.50	12.00	16.50	34.50	143.00	1013.60	
1975	179.30	92.76	84.00	18.50	31.10	0.00	0.00	2.00	15.00	26.00	45.00	126.00	620.27	
1976	221.50	98.50	222.00	28.00	29.50	12.50	0.50	11.00	55.00	13.00	16.00	71.00	778.50	
1977	78.80	169.00	136.90	25.00	5.50	0.00	1.97	0.00	62.90	5.50	164.20	54.50	704.27	
1978	394.70	158.00	96.90	76.70	0.00	0.00	5.20	9.80	31.50	26.90	152.00	152.20	1104.60	
1979	169.00	135.60	187.70	65.70	0.30	0.00	0.20	12.20	4.00	74.70	89.30	136.50	875.20	
1980	52.30	44.70	147.30	15.80	8.30	0.00	0.80	5.00	31.70	127.80	73.10	97.10	803.90	
	1999.70	1475.56	1382.24	453.70	82.20	31.00	27.67	163.00	271.60	390.90	709.80	1107.30	8094.74	809.474
Prec. Prom.	199.97	147.56	138.22	45.37	8.22	3.10	2.77	16.30	2.72	39.09	7.10	110.73		
Prec. Max.	394.70	189.00	222.00	103.00	29.50	18.50	9.00	96.50	62.90	127.80	164.20	152.20		
Prec. Min.	52.30	44.70	70.60	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	16.00	54.50		

CUADRO N° 02

PRECIPITACIONES AYAVIRI

ESTACIÓN : C.P. 764 AYANIRI
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL
 MENSUAL EN mm.

LATITUD : 14° 53'
 LONGITUD : 74° 36'
 ALTITUD : 3970 M. S. N. M.

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA : MELGAR
 DISTRITO : UMACHARI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PT. ANUAL	PP. ANUAL
1982	149.60	23.30	163.00	93.90	0.00	0.00	0.00	39.50	35.00	117.90	211.50	57.10	890.88	
1983	43.00	53.20	67.80	63.50	0.40	2.10	0.00	0.00	7.00	17.40	43.40	79.30	377.10	
1984	248.10	161.10	152.10	21.30	6.60	3.40	0.00	18.80	0.00	38.20	70.20	101.80	961.60	
1985	251.90	149.90	190.10	158.10	6.20	40.50	0.00	0.00	24.60	28.10	162.00	122.30	1133.70	
1986	113.70	172.30	159.70	110.40	16.80	0.00	0.00	2.30	24.00	4.40	38.90	163.10	805.60	
1987	180.20	70.10	58.10	41.30	4.70	4.80	20.40	3.30	2.00	30.50	72.80	76.90	565.10	
1988	158.90	87.90	157.10	78.60	13.70	0.00	0.00	0.00	15.60	46.70	2.50	91.80	652.80	
1989	158.50	75.70	99.00	56.20	3.70	2.90	0.10	31.60	22.80	47.60	37.00	16.60	611.70	
1990	190.20	111.10	38.60	32.40	3.80	33.50	0.00	3.50	4.10	87.10	71.70	81.90	657.90	
1991	163.50	95.90	109.80	27.60	29.60	35.80	0.60	2.90	13.60	51.10	33.20	85.40	649.00	
1992	109.80	79.50	45.30	27.40	0.00	10.20	0.00	49.00	1.10	54.40	64.00	47.80	485.50	
1993	20.66	68.00	120.00	26.90	0.30	10.80	0.30	23.70	40.80	89.10	175.00	78.80	654.06	
1994	113.50	81.90	144.60	69.90	4.70	0.00	0.00	7.50	4.10	16.70	65.50	99.80	608.20	
1995	196.30	98.40	132.50	44.90	0.50	0.00	0.00	0.00	5.10	15.10	70.50	104.10	667.40	
1996	181.60	123.60	61.00	19.00	6.20	0.00	0.00	4.10	5.30	21.10	61.10	101.00	584.00	
	2279.50	1451.90	1698.70	871.10	107.20	144.00	24.40	186.20	205.10	695.40	1176.30	1367.70	10204.50	680.30
Prec. Prom.	251.90	172.30	190.10	158.10	29.60	40.50	20.40	49.00	40.80	117.90	211.50	163.10		
Prec. Max.	20.66	23.30	38.60	19.00	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00	4.40	2.50	47.80		
Prec. Min.	151.96	98.79	113.25	58.07	7.15	9.60	9.60	12.41	13.67	48.36	78.42	91.18		

CUADRO N° 03

- **ANÁLISIS DE CONSISTENCIA**

Una forma de detectar las consistencias de las estaciones a utilizar es mediante las Curvas Doble Másicas. Una curva doble másica se construye en forma gráfica llevando como ordenadas los valores acumulados de las estaciones en estudio (previamente completada con el método de la razón normal en caso de ser necesario) y en abscisas los valores acumulados de la estación patrón (promedio de las estaciones índice).

Mostrándose en el cuadro a continuación la Consistencia de las estaciones en estudio.

Año	Chuquibambilla	Acumulado	Ayaviri	Acumulado
1982	879.7 mm	879.7 mm	890.8 mm	890.8 mm
1983	800.0 mm	1379.9 mm	371.1 mm	1267.9 mm
1984	730.3 mm	2110.2 mm	861.1 mm	2129.5 mm
1985	992.3 mm	3102.5 mm	1134.7 mm	3264.2 mm
1986	705.7 mm	3808.2 mm	705.6 mm	3969.8 mm
1987	530.1 mm	4338.3 mm	485.1 mm	4454.9 mm
1988	656.2 mm	4994.5 mm	652.8 mm	5107.7 mm
1989	717.3 mm	5711.8 mm	611.7 mm	5719.4 mm
1990	801.9 mm	6513.7 mm	657.9 mm	6377.3 mm
1991	677.6 mm	7191.3 mm	649.0 mm	7026.3 mm
1992	582.6 mm	7773.9 mm	481.5 mm	7507.8 mm
1993	892.4 mm	8666.3 mm	654.06mm	8161.86 mm
1994	691.1 mm	9357.4 mm	608.2 mm	8770.06 mm
1995	605.5 mm	9962.9 mm	567.4 mm	9337.46 mm
1996	615.5 mm	10578.4 mm	584.8 mm	9922.26 mm

- **EXTENSIÓN DEL REGISTRO**

Para que un registro pluviométrico sea sometido a análisis probabilístico debe tener la extensión suficiente que no es posible precisar cuántos años debe tener, pero es evidente que cuanto mayor extensión tenga es mejor. En la práctica se encuentran estaciones con muy pocos años, los mismos que pueden extenderse sólo unos cuantos años mediante el método de la recta de Regresión Lineal Simple.

5.2.2 REGIONALIZACIÓN

Por lo general o casi siempre, las estaciones meteorológicas están situadas fuera del área de nuestro proyecto, por lo cual es necesario buscar un modelo hidrológico adecuado para determinar los parámetros climáticos en la zona del proyecto, a partir de los datos registrados en las estaciones meteorológicas próximas a nuestro proyecto.

Se dispone de varios métodos para regionalizar datos climáticos, uno de los cuales será tomar datos de la estación más próxima a nuestro proyecto sin cambio alguno.

Otro método sería repartir toda la región por polígonos de influencia empleando el método de Thiessen, establecido por datos pluviométricos. Luego se toman los datos de estas estaciones cuyos polígonos cubren nuestra zona de proyecto en relación a su área respectiva.

Estos dos métodos no tienen en cuenta el cambio de los fenómenos meteorológicos por cambio de los parámetros orográficos. Analizando los datos provenientes de la Sierra Peruana, se verifica 2 influencias de mayor importancia a la meteorología; la ubicación de una micro región climática respecto de las cordilleras (falda Oeste, Altiplano, Valle Interandino o falda Este) y por tanto es un instrumento adecuado para regionalizar los datos meteorológicos.

El método de regionalización de datos pluviométricos consiste en realizar al cálculo de regresión donde la elevación es el término independiente y la precipitación pluvial es el término dependiente.

a) Método de los Mínimos Cuadrados

Considerados como el mejor método aplicativo para este caso, es el de los mínimos cuadrados teniendo como partes del mismo:

Regresión Lineal Simple :

Por razones de comodidad se va a designar con “ y “ a la estación con datos incompletos y con “ x “ a la estación índice. El método gráfico consiste en

- 1) Dibujar el diagrama de dispersión (puntos de coordenadas x , y).
- 2) Ajustar una recta a ese diagrama de dispersión.
- 3) Esta recta , llamada “línea de regresión” , se usa para completar la información faltante en “y”.

Esto mismo puede realizarse analíticamente. Cuando hay varias estaciones índice surge la interrogante de cuál de ellas utilizar, la respuesta la encontramos en la Estadística : de varias estaciones índice la mejor correlacionada con la estación incompleta es la de mejor coeficiente de correlación (r).

$$r = \frac{\sum (x - X) * (y - Y)}{(n - 1) * \delta x * \delta y} \dots\dots\dots(1)$$

- n..... número de pares de datos conocidos = número de datos de “y” ,
- X.....media aritmética de los datos de “x” que forman parejas con los de “y” ;
- Y.....media aritmética de todos los datos “y” ;
- δx desviación estándar para todos los datos de “x” que forman parejas con los de “y”;

δydesviación estándar para todos los datos de “y”.

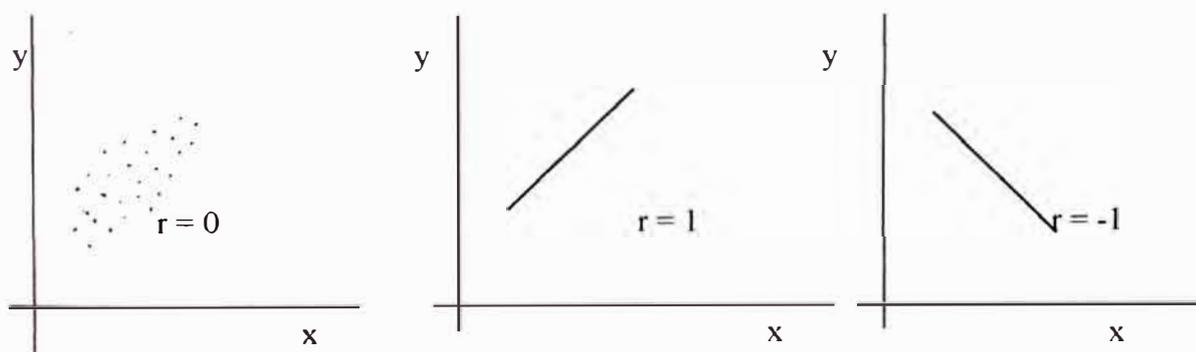
$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum (x - X)^2}{n - 1}} \quad \delta y = \sqrt{\frac{\sum (y - Y)^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Los valores de “r” varían de -1 a $+1$.

$r = 0$, significa que no existe ningún grado de asociación entre los valores de “x” y los valores de “y” (correlación nula).

$r = 1$, significa que los puntos del diagrama de dispersión se alinean en una recta de pendiente positiva (correlación directa óptima) .

$r = -1$, significa que los puntos del diagrama de dispersiones alinean en una recta de pendiente negativa (correlación inversa óptima) .



En el caso de precipitaciones anuales, la experiencia indica que la correlación es directa y entonces la ecuación de la recta de regresión es :

$$y' = \alpha + \beta * x \quad \dots\dots\dots(3)$$

La letra y' se emplea para referirse a los valores derivados de la recta de regresión.

Los valores de los coeficientes α y β se hallan con la teoría de los mínimos cuadrados.

En vez de (3) se prefiere usar :

$$y' = a + b * (x - X) \quad \dots\dots\dots(4)$$

Siempre con la teoría de los mínimos cuadrados se halla :

$$a = Y$$

$$b = \frac{\sum (x - X) * y}{\sum (x - X)^2} \quad \dots\dots\dots(5)$$

• también : $b = r * \frac{\delta y}{\delta x}$

Siendo r , el coeficiente de correlación.

Estación	Elevación	Precipitación Anual (x)
Ayaviri	3970m.s.n.m.	680.30mm
Chuquibambilla	3900m.s.n.m.	706.18mm
Llali	3970m.s.n.m.	809.47mm

Para nuestro proyecto utilizaremos los datos de las estaciones anteriores.

Cálculo de la Precipitación Promedio de Chuquibambilla

$$n = 15$$

$$X = 706.18 \text{ mm/año}$$

Cálculo de la Desviación Standard:

$$\begin{aligned}x &= 706.18 \\ \sum x &= 10592.70 \\ \sum x_i^2 &= 7750998.97 \\ (\sum x)^2 &= 112205293.30\end{aligned}$$

$$\delta_{(n-1)} = \frac{\sqrt{\sum (x_i)^2 - (\sum x)^2}}{n-1}$$

$$\delta_{(n-1)} = 139.04$$

Cálculo del coeficiente de variabilidad o varianza

$$C.V. = \frac{\delta_{(n-1)}}{X} * 100$$

$$C.V. = 19.69 \%$$

Cálculo de la Precipitación Promedio de Llali

$$n = 10$$

$$x = 809.47 \text{ mm/año}$$

Cálculo de la Desviación Standard:

$$x = 809.47$$

$$\sum x = 8,094.74$$

$$\sum x_i^2 = 6\,784\,741.81$$

$$(\sum x)^2 = 65\,524\,815.67$$

$$\delta_{(n-1)} = \frac{\sqrt{\sum (x_i)^2 - (\sum x)^2}}{n-1}$$

$$\delta_{(n-1)} = 160.64$$

Cálculo del coeficiente de variabilidad o varianza:

$$C.V. = \frac{\delta_{(n-1)}}{X} * 100$$

$$C.V. = 19.84\%$$

Cálculo de la Precipitación Promedio de Ayaviri

$$n = 15$$

$$x = 680.30 \text{ mm/año}$$

Calculando la Desviación Standart:

$$x = 680.29$$

$$\sum x = 10\,204.46$$

$$\sum x_i^2 = 7\,405\,937.54$$

$$(\sum)^2 = 104\,131\,003.90$$

$$\delta_{(n-1)} = \frac{\sqrt{\sum (x_i)^2 - (\sum x)^2}}{n-1}$$

$$\delta_{(n-1)} = 182.03$$

Cálculo del coeficiente de Variabilidad o Varianza:

$$C.V. = \frac{\delta_{(n-1)}}{X} * 100$$

$$C.V. = 26.76\%$$

b) Cálculo del Tiempo de Retorno

El período de retorno indica el tiempo que transcurre en promedio para que un determinado valor sea igualado o superado.

Este tiempo debe ser mayor que la vida útil de la obra.

$$T = \frac{1}{1 - [1 - (p^{(1/m)})]}$$

$$p = 1 - cv$$

Donde:

T = Tiempo de retorno en años

P = Probabilidad de excedencia

m = Vida útil del proyecto

cv = Coeficiente de variabilidad o varianza

Teniendo los siguientes datos:

$$cv = 0.2676$$

$$m = 10$$

Entonces :

$$P = 0.7324$$

$$T = 20 \text{ Años}$$

Asumimos un tiempo de retorno de 20 años.

c) Determinación de la Intesidad Máxima

Para la determinación de la intensidad máxima tomando como referencia el tiempo de retorno y el tiempo de duración de la lluvia, se usó el Método de la Misión Técnica Alemana del Plan Meriss II.

Estableciéndose la siguiente ecuación doble logarítmica:

$$\ln I_T = -c * \ln t + B_t \quad (1)$$

Donde:

I_T = Intensidad para un periodo de retorno en mm/min.

t = Tiempo de duración de la lluvia en min.

$c = 0.55465$

B_t = Constante que depende del tiempo de retorno.

Tiempo de Retorno Tr en Años	B_t
2	0.16083
5	0.42910
10	0.56950
20	0.68123
50	0.80471
100	0.88475

Para determinar la intensidad máxima en mm/ hora efectuamos el siguiente arreglo a la ecuación (1)

$$\ln I_t = \ln 60 (1 - c) + B_t - c (\ln t)$$

Luego se establece la siguiente tabla de cálculo de la intensidad en mm/hora.

Tiempo de Tr en años	Logaritmo Natural de la Intensidad I = Ln I
2	$\ln I_2 = 1.98425 - 0.55465 (\ln Tc)$
5	$\ln I_5 = 2.52252 - 0.55465 (\ln Tc)$
10	$\ln I_{10} = 2.39292 - 0.55465 (\ln Tc)$
20	$\ln I_{20} = 2.50465 - 0.55465 (\ln Tc)$
50	$\ln I_{50} = 2.62813 - 0.55465 (\ln Tc)$
100	$\ln I_{100} = 2.70817 - 0.55465 (\ln Tc)$

5.2.3 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

La capacidad hidráulica de la cuneta como caudal, define principalmente la posibilidad de cumplir su función de canalizar y eliminar con rapidez el agua que colecta. El gasto por drenar depende del área de influencia, del coeficiente de escurrimiento y de la intensidad de la lluvia durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

La velocidad con la que el agua circula sobre ella debe quedar comprendida entre los límites de erosión y sedimentación.

Valores de máximas velocidades no erosivas en cunetas.

Materiales	Velocidad (m/s)
Arcilla Arenosa	0.50 – 0.75
Arcilla	0.75 – 1.00
Grava limosa	1.00 – 1.50
Grava gruesa	2.00 – 3.50
Zampados	3.00 – 4.50

Se recomienda usar las siguientes velocidades para el diseño de cunetas:

$V_{\min} = 0.60$ m/s en tierra para evitar sedimentación

$V_{\max} = 1.50$ m/s en tierra para evitar erosión

$V_{\max} = 3.00$ m/s en emboquillado

$V_{\max} = 4.00$ m/s en concreto

El caudal que puede eliminar la cuneta es una función muy sensible de su pendiente longitudinal pero en ningún caso podrá exceder de $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, puesto que valores mayores producen derrames.

Valores de gasto en cunetas triangulares para distintas pendientes del camino y velocidad del agua:

Pendiente de Camino %	Velocidad del Agua m/s	Gasto m^3/s
1	0.63	0.11
2	0.89	0.15
3	1.09	0.19
4	1.26	0.22
5	1.41	0.24
6	1.54	0.27

- La pendiente longitudinal mínima de una cuneta debe ser de 0.5%.
- Para suelos sujetos a velocidades de erosión y sedimentación, la pendiente longitudinal de la cuneta no excederá el 4% y para rasantes mayores a este se calculará los resaltos hidráulicos (en gradería).
- Cuando las cunetas se revisten, usualmente se hacen con mampostería o concreto.

En el primer caso se utiliza mortero en proporción 1:4 .

En el segundo pueden utilizarse losas pre-fabricadas insitu, previstas de juntas selladas para evitar la fuga o filtración de agua.

Valores de rugosidad “n” para ser usados en la fórmula de Kutter- Manning

En la práctica los valores del coeficiente de rugosidad en cunetas de tierra están entre 0.025 y 0.030, para canales revestidos de concreto entre 0.018 y 0.020 y para canales revestidos de mampostería de 0.020 a 0.025.

Diseño y cálculo de la capacidad de cunetas de base en tierra compactada

CUNETA TIPO I (0.80 * 0.40)

Datos:

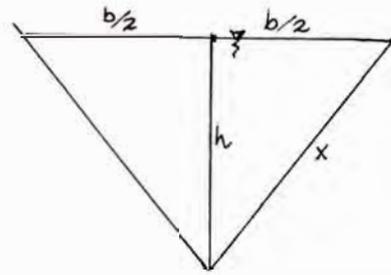
- Coeficiente de rugosidad $n = 0.025$
- Velocidad de erosión $V_m = 1.50 \text{ m/s}$
- Velocidad de sedimentación $V_s = 0.60 \text{ m/s}$
- Ancho de sedimentación $b = 0.80 \text{ m.}$
- Profundidad para régimen lluvioso $h = 0.40 \text{ m.}$

Cálculos

$$x = ? \rightarrow x = \sqrt{h^2 + (b/2)^2}$$

$$x = (2 * (0.40)^2)^{1/2}$$

$$x = 0.56$$



- Cálculo del área hidráulica

$$A = (b * h) / 2 \rightarrow$$

$$A = 0.160 \text{ m}^2$$

- Cálculo del perímetro mojado

$$P = 1.120 \text{ m}$$

- Cálculo del Radio Hidráulico

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

$$R = 0.1430 \text{ m}$$

- Cálculo de la pendiente de la cuneta con velocidad de erosión V_e .

$$S = \left| \frac{(nV)^2}{R^{2/3}} \right|$$

$$S = 1.887\% < 4\%$$

Este resultado significa que si la carretera tiene una pendiente mayor a 1.887%, se debe proteger la cuneta de la erosión, ya sea revistiéndola con concreto o emboquillado con piedra y mortero de arena-cemento.

Chequeo de la velocidad crítica de erosión y sedimentación en el diseño del proyecto, de acuerdo a sus pendientes máximas y mínimas del trazo.

Verificando para

$$S_{\text{Min}} = 0.003$$

Remplazando en la ecuación de Manning.

$$V = 0.598 \text{ m/s} < 1.50 \text{ m/s} \quad (\text{O.K.})$$

$$S_{\text{Max}} = 0.010$$

$$V = 1.092 \text{ m/s} < 1.50 \text{ m/s} \quad (\text{O.K.})$$

Para una pendiente mayor al 4% la velocidad del agua es mayor al permisible, por lo tanto se tiene que proteger la cuneta de la erosión por medio del revestimiento con concreto o emboquillado.

Cálculo de la capacidad de la cuneta.

Con la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

$$V = 1.092 \text{ m/s}$$

$$A = 0.160 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.175 \text{ m}^3/\text{s} < 0.50 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{O.K.})$$

El predimensionamiento de la cuneta, no permite que haya derrame de agua en su estructura.

- Verificando para $S_{\text{Max}} = 0.04$

$$V = 1/n R^{2.3} S^{1/2}$$

$$R = 0.143 \text{ m.}$$

$$S = 0.04$$

$$V = 2.18 \text{ m/s} > 1.5 \text{ m/s}$$

Por lo tanto la cuneta debe ser revestida.

$$Q = V * A$$

$$Q = 0.349 \text{ m}^3/\text{s} < 0.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto no se produce derrame en la cuneta.

Diseño y calculo de la capacidad de la cuneta base en tierra compactada

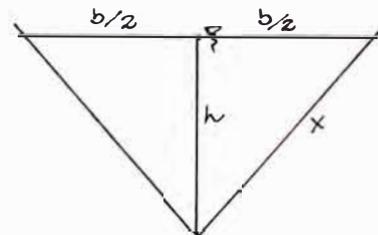
CUNETA TIPO II (0.65*0.30)

Datos:

- Coeficiente de rugosidad $n = 0.025$
- Velocidad de erosión $V_m = 1.50 \text{ m/s}$
- Velocidad de sedimentación $V_s = 0.60 \text{ m/s}$
- Ancho para régimen lluvioso $b = 0.65 \text{ m.}$
- Profundidad para régimen lluvioso. $h = 0.30 \text{ m.}$

Cálculos

$$x = i \quad \longrightarrow \quad x = \sqrt{h^2 + (b/2)^2}$$
$$x = 0.443 \text{ m.}$$



- Cálculo de área hidráulica
 $A = (b * h) / 2 \quad \longrightarrow \quad A = 0.0975 \text{ m}^2$
- Cálculo del perímetro mojado $P = 0.886 \text{ m.}$
- Cálculo del Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P} \longrightarrow R = 0.110\text{m}$$

- Cálculo de la pendiente de la cuneta con velocidad de erosión V_e .

$$S = \left(\frac{nV}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$S = 2.682\% < 4\%$$

Este resultado significa que si la carretera tiene una pendiente mayor a 2.682%, se debe proteger la cuneta de la erosión, ya sea revistiéndola con concreto o emboquillado con piedra y mortero de arena-cemento.

Chequeo de la velocidad crítica de erosión y sedimentación en el diseño del proyecto, de acuerdo a sus pendientes máximas y mínimas de trazo.

Verificando para :

$$S_{\text{Min}} = 0.003$$

Reemplazando en la ecuación de Manning.

$$V = 0.502 \text{ m/s} < 1.50 \text{ m/s} \quad (\text{O.K.})$$

$$S_{\text{Max}} = 0.010$$

$$V = 0.916 \text{ m/s} < 1.50 \text{ m/s} \quad (\text{O.K.})$$

Para una pendiente mayor al 4% la velocidad del agua es mayor al permisible. Por lo tanto se tiene que proteger la cuneta de la erosión por medio del revestimiento con concreto o emboquillado.

Cálculo de la capacidad de la cuneta

Con la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

$$V = 0.916 \text{ m/s}$$

$$A = 0.0975 \text{ m}^2$$

$$Q = V * A = 0.916 * 0.0975 = 0.089$$

$$Q = 0.089 \text{ m}^3 / \text{s} < 0.50 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(O.K.)

El predimensionamiento de la cuneta, no permite que haya derrame de agua en su estructura.

5.3.0 DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

5.3.1 DISEÑO DE BATERIA DE ALCANTARILLA

A) INFORME DE INGENIERIA

- **DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS**

El proceso del diseño estructural consiste en los siguientes pasos:

1. Determinación de la densidad del material para relleno que se necesita o se espera obtener.
2. Aplicación del coeficiente de carga correspondiente a la carga total para establecer la presión que actuará sobre el acero.
3. Determinación del esfuerzo compresivo aceptable para el diámetro de la tubería, la corrugación y la densidad del suelo.
4. Cálculo de la compresión en la pared de la tubería.
5. Determinación del espesor necesario.
6. Verificación de la rigidez mínima para el manipuleo.
7. Verificación de las exigencias de la costura emperrada (si corresponde)

- **DENSIDAD DEL MATERIAL PARA RELLENO**

Para los fines del proyecto, se elige un porcentaje de compactación para el relleno de la tubería. El valor determinado deberá reflejar la importancia y el diámetro de la estructura y la calidad que razonablemente puede esperarse. El valor recomendado para casos normales es de 85%. Este valor puede usarse fácilmente en instalaciones normales cuyas especificaciones generalmente establecen el 90%. Sin embargo, para estructuras de porte mayor, o para casos con relleno mas alto, debe considerarse la selección del material de mejor calidad para el relleno y exigir su empleo en la construcción.

- **PRESION PARA EL DISEÑO**

Cuando la altura del relleno es igual o mayor que la luz o el diámetro de la estructura, se utiliza el gráfico de factores de carga, para determinar el porcentaje de la carga total que actuará sobre el acero. Para casos normales, el valor de 85% para el suelo corresponderá a un coeficiente de 0.86. El coeficiente de carga K, se aplica a la carga total para obtener la presión de diseño, Pp, que actúa sobre la tubería y CT (carga total) = Pp

$$P_p = K \times (CM + CV), \text{ cuando } H \geq L$$

$$P_p = (CM + CV), \text{ cuando } H < L$$

Siendo: Pp = presión de diseño, en Kgs/m².....(2)

K = coeficiente de carga

CM = carga muerta, en Kgs/m²

CV = carga viva, en Kgs/m²

H = Altura de la cobertura en m

L = Luz en m

- **COMPRESIÓN ANULAR**

El empuje compresivo sobre la pared del producto es igual a la presión radial que actúa sobre la pared multiplicada por el radio de la pared, o: $C = P \times R$. Este empuje, llamado “compresión anular”, es la fuerza que actuará sobre el acero. La compresión anular es una carga axial que actúa en forma tangencial sobre la pared del conducto. Para las estructuras normales en las que el arco superior se aproxima a una forma semicircular, es conveniente reemplazar el radio de la pared por la mitad de la luz.

Luego: (3)

$$C = P_p * L/2$$

Siendo: C = Compresión anular, en Kgs/m

P_p = Presión para diseño, en Kgs/m²

L = Luz, en m

• ESFUERZO DE PARED ADMISIBLE

La compresión máxima para las paredes de la tubería se expresan en las ecuaciones que siguen: (4), (5) y (6). La primera de las ecuaciones da el límite de influencia mínimo especificado para el acero que representa la zona de aplastamiento de la pared, o de deformación. La segunda ecuación corresponde a la zona de interacción de la deformación., o de pandeo. La tercera se refiera ala zona de pandeo del anillo.

$$f_b = f_v = 2320 \text{ Kg/cm}^2, \text{ cuando } \frac{D}{r} < 294 \dots\dots\dots(4)$$

$$f_b = 2812,31 - 0,0057 \left(\frac{D}{r} \right), \text{ cuando } \frac{D}{r} > 294 \text{ y } < 500 \dots\dots\dots(5)$$

Siendo : D = Diámetro, o luz, en cm

$$f_b = \frac{3,41 \times 10^8}{\left(\frac{D}{r} \right)}, \text{ cuando } \frac{D}{r} > 500 \dots\dots\dots(6)$$

r = Radio de giro en cm.

Se aplica el coeficiente de seguridad de 2 para el esfuerzo máximo de la pared, para obtener el esfuerzo para diseño, f_c

$$f_c = \frac{f_b}{2} \dots\dots\dots(7)$$

• **ESPESOR DE PARED NECESARIA**

El área de pared necesaria A, se calcula en base a la compresión calculada en la pared de la tubería c, y el esfuerzo admisible, f_c

$$A = \frac{C}{f_c} \dots\dots\dots(8)$$

• **VERIFICACIÓN DE LA RIGIDEZ PARA EL MANIPULEO**

En base a la experiencia, se han establecido y formulado exigencias mínimas para la rigidez de la tubería para el manipuleo práctico y la instalación sin que hagan falta cuidados especiales ni refuerzos. El coeficiente de flexibilidad resultante CF, limita el tamaño de cada combinación de corrugación y espesor de metal.

$$CF = \frac{D^2}{EI} \dots\dots\dots(9)$$

Siendo:

E = Módulo de elasticidad = $2,11 * 10^6$ Kg/cm²

D = Diámetro o luz, en cm

I = Momento de Inercia de la pared, en cm⁴/cm

Valores máximos de CF recomendados para instalaciones normales:

$C_f = 0,242 \text{ cm/Kg}$ para tubería armada en planta, con costuras remachadas, soldadas, o helicoidales, en diámetros de 305 cm nominales (120 pulg)

Pueden emplearse valores más altos, teniendo cuidado especial de haberlos comprobado en la práctica. La condición de zanja, como el diseño de cloacas, es un ejemplo.

El aluminio tiene solamente una tercera parte de la rigidez del acero, razón por la cual el módulo de elasticidad para el aluminio es de solamente $7 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$ en contraste con $2,11 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$ para el acero. Cuando este grado de flexibilidad es aceptable para el aluminio, lo es igualmente para el acero.

- **VERIFICACIÓN DE LAS COSTURAS EMPERNADAS**

Las costuras normales de tubería, efectuadas en planta son satisfactorias para todos los diseños dentro de los máximos permisibles para esfuerzos de pared de 1.160 Kg/cm^2 . Sin embargo, las costuras empernadas (normales en el caso de las chapas estructurales) deben tener una resistencia para ensayos igual al doble de la carga para diseño en la pared de la tubería.

- **PRESION HIDROSTATICA EXTERNA**

Los conductos en tierra compactada y sujetos a presión hidrostática exterior, tienen que proyectarse para resistir el aplastamiento, como tubería circular bajo presión externa uniforme. No existe presión pasiva variable del suelo en esta condición, el anillo de la tubería debe resistir por si solo el momento de flexión producido por la falta de redondez.

La Teoría de Estabilidad Estática de Timoshenko detalla métodos para el análisis de tuberías delgadas. No se ha trabajado mucho en la correlación de estas fórmulas con la tubería corrugada. Sin embargo, se han efectuado algunos ensayos que sugieren la siguiente fórmula de Timoshenko para el aplastamiento del acero corrugado.

La fórmula de Timoshenko para el aplastamiento es :

$$\frac{3EI}{(1-\nu^2)R^3} \dots\dots\dots(12)(13)$$

Donde : E = Módulo de elasticidad de la pared de la tubería Kg/cm²

I = Momento de inercia de la pared de la tubería, en cm⁴/cm

Y = Razón de Poisson = 0,3 para el acero

R = Radio de la tubería, en cm

P_{cr} = Presión crítica, en Kg/cm²

Para hacer frente a la falta de redondez y las variaciones en el material, se divide la presión crítica entre 2. El resultado será la presión estimada para el aplastamiento, PE.

Presión de aplastamiento:

$$PE = P_{cr} \dots\dots\dots = \frac{3EI}{2(1-\nu^2)R^3} \dots\dots\dots(12)(13)$$

Para la tubería de acero corrugada,

$$PE = \frac{3,48 * 10^6 * I}{R^3}$$

Esta teoría, con coeficientes de seguridad apropiados, es útil como guía para el diseño. Cualquier aplicación crítica debe ensayarse hasta el aplastamiento como única verificación efectiva del diseño.

- **DISEÑO DEL RELLENO DE TIERRA**

Para que una tubería pueda dar paso a un camino soportando en forma adecuada y uniforme el pavimento o la vía férrea que la cruza por encima, es imprescindible una estructura compuesta estable. La estabilidad de un sistema con interacción entre la estructura, supone un relleno proyectado debidamente. El comportamiento del conducto flexible, que debe mantener tanto su conformación como su integridad estructural, dependerá en gran medida de la selección y la colocación de la envoltura de tierra que rodeará la estructura, distribuyendo las presiones a las masas de tierra corrugadas.

Las exigencias para la selección y colocación del material para relleno alrededor o cerca del conducto, son similares a las que corresponden a un terraplén carretero. La diferencia principal en las exigencias se debe al hecho que el conducto genera más presión lateral que la que generaría la tierra dentro del terraplén si no existiera la estructura.

Elección del Material

Todos los departamentos de ingeniería viales y ferroviarios disponen de especificaciones adecuadamente detalladas para la selección y colocación de los materiales para terraplenes. Estas especificaciones prevén amplias variaciones en los terrenos y los materiales obtenibles en cada obra, y por lo tanto se pueden usar para materiales de relleno alrededor de los conductos, en instalaciones normales. Si en un sitio específico existen condiciones anormales, o si se espera un desempeño extraordinario de un conducto o un terraplén, debe consultarse a un ingeniero de suelos competente para el diseño del relleno.

Para permitir el desempeño apropiado en la estructura, el material de relleno debe ser preferiblemente granular. Puede emplearse también materiales de tipo cohesivo si se presta atención cuidadosamente a la compactación con la proporción óptima de humedad. El material granular muy fino puede infiltrarse en la estructura, y debe evitarse su uso cuando se prevé un nivel freático alto. La grava sin cribar, o material similar, compactado hasta un 90% a 95% de la densidad normal, es ideal.

Se ha comprobado que la “densidad crítica” del relleno está entre el 70% y 80% de la densidad normal según AASHO (Sociedad Estadounidense de Funcionarios Viales de los Estados Unidos). El material de relleno debe compactarse hasta una densidad mayor que la crítica para asegurar un buen desempeño. Se recomienda la compactación hasta un 85% normal como mínimo admisible bajo cualquier circunstancia.

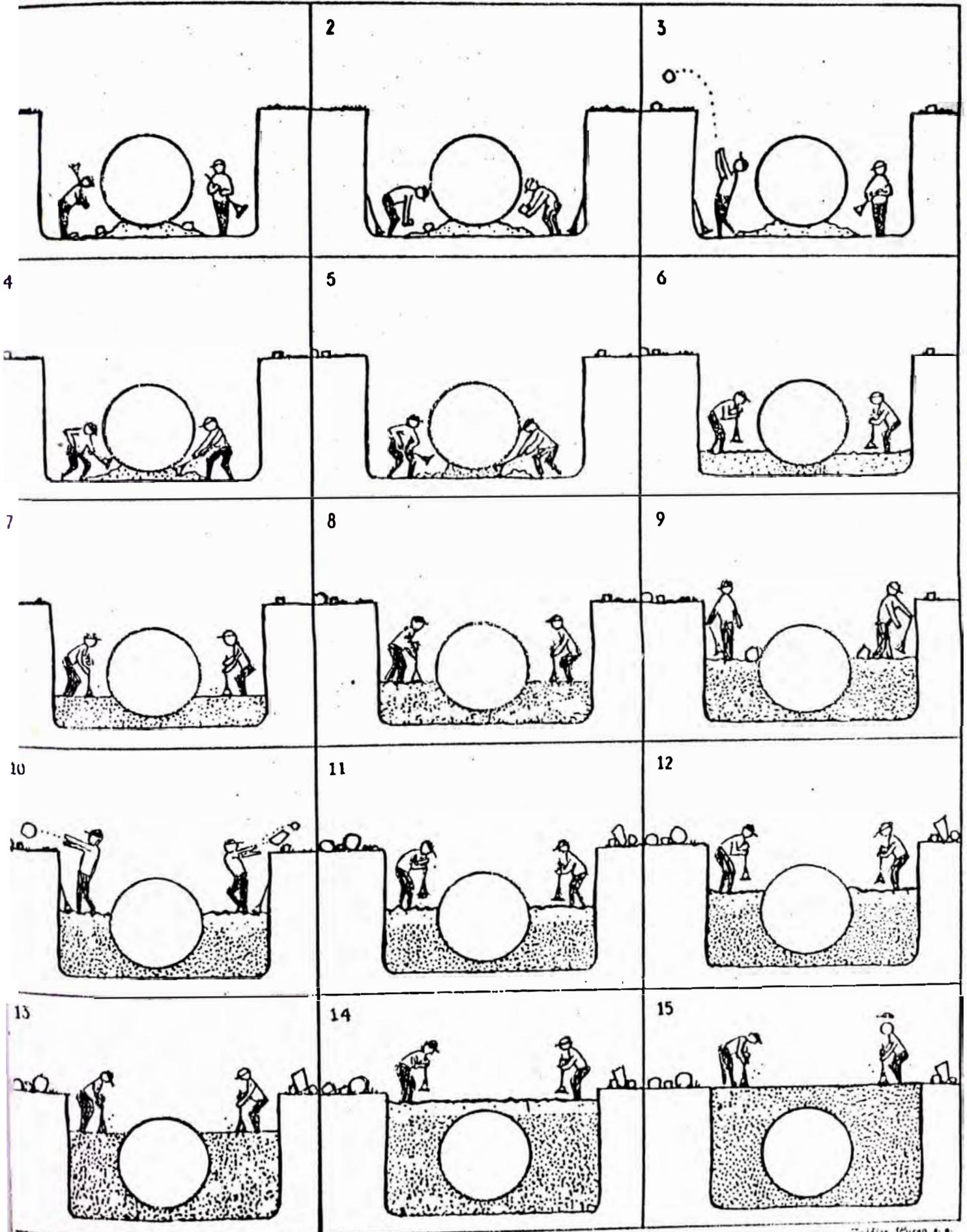
- **TECNICAS PARA EL RELLENO**

El relleno debe cubrir la tubería con una altura mínima de 30cm y extenderse a de ambos costados hasta no menos de un diámetro de distancia de la superficie de la tubería a su altura media, cuando (1) por razones de construcción debe colocarse el relleno antes de construir el terraplén, o (2) el relleno alrededor de la tubería es mas duro que el resto del terraplén. Este material debe colocarse y compactarse en capas simultáneas a ambos costados de la tubería.

Los conductos con forma de tubería abovedada o de paso inferior producen presiones mayores contra el suelo en las chapas esquineras que en cualquier otro punto del contorno del conducto. Las presiones excesivas en las esquinas requieren de material con mejor capacidad portante que debe extenderse hasta una distancia suficiente para transmitir las presiones distribuidas al terraplén circundante, con intensidad aceptablemente reducida.

Es muy importante, en la instalación de tuberías abovedadas, asegurarse que el movimiento de las esquinas, con relación al fondo, sea favorable. Es esencial una fundación más blanda o cedente debajo del fondo de las esquinas.

COLOCACION DE TERRAPLEN O RELLENO DE ESTRUCTURAS METALICAS



- **PREPARACION DE LA FUNDACIÓN**

Una fundación apropiada para un conducto subterráneo mantendrá la elevación y la pendiente del fondo de la estructura en la posición proyectada (1) con el conducto con la conformación transversal deseada, (2) sin concentración de presiones de la fundación que tienden a producir tensiones excesivas en el conducto.

Los conductos bajo tierra deben ser relativamente cedentes en comparación con el relleno lateral. No debe prepararse jamás un “lecho duro” para la tubería, ello equivaldría a causar arqueamiento de la tierra, reduciendo la carga sobre el conducto.

- **SUELOS PARA LA FUNDACIÓN**

La evaluación del sitio para el conducto puede requerir la exploración del subsuelo a fin de descubrir materiales para la fundación, tales como tierra turbosa o una capa de rocas. Cualquiera de éstos proporciona sostén desigual y en la tierra turbosa el conducto podría correrse después de haber construido el terraplén. Cualquier estructura grande, o de cualquier material si está debajo de un terraplén alto, es muy sensible a cualquier material inadecuado en la fundación. Los materiales con capacidad portante insuficiente o desigual deberán extraerse y reemplazarse con relleno apropiado a fin de obtener sostén uniforme y relativamente cedente. Las rocas grandes o los lechos de roca deben reemplazarse con material apropiado, tal como la arena.

- **ANCHO DE LA FUNDACIÓN**

Cuando deban reemplazarse los suelos para la fundación, la excavación debe extenderse al largo total del conducto con un ancho de por lo menos un diámetro a cada lado del ancho mayor del conducto. Deben quitarse los materiales blandos, reemplazándolos en todo el ancho de la fundación. Lechos de roca o rocas fuera del sitio del asiento pueden dejarse. La preparación de la fundación en el fondo de una zanja, si bien debe basarse en estos principios, debe limitarse al ancho que sea práctico. El asiento es aquella parte de la fundación cuya forma ha sido preparada para recibir el fondo del conducto. La superficie plana hace difícil la

compactación de la fundación debajo del fondo mismo de las estructuras grandes. La conformación de la fundación para corresponder con toda la parte inferior del conducto, interfiere en el armado de las estructuras empernadas en obra, y es tan innecesaria como costosa. El asiento o la conformación debe por consiguiente tener ancho suficiente para permitir la compactación eficiente del resto del relleno debajo de las esquinas de la estructura, pero no excesivo porque interferiría el procedimiento del empernado.

Sobre el asiento conformado debe darse una capa uniforme de material suelto, con espesor suficiente para permitir que las corrugaciones de la estructura se llenen con ese material.

• **COMBADURA**

La carga del terraplén será mayor sobre la fundación en el centro del terraplén que al pie de los taludes, de modo que producirá un asiento proporcional del conducto. Por consiguiente el perfil del asiento debe combarse longitudinalmente. La mitad del conducto aguas arriba puede colocarse casi a nivel, la mitad aguas abajo con una inclinación mayor. El ingeniero de suelo debe determinar la ordenada media de la curva.

• **COBERTURA MINIMA**

El diseño de la resistencia que incluye la mínima cobertura para un conducto específico y una carga viva conocida, requiere investigación adicional para su definición total.

No obstante, se ha formulado exigencias satisfactorias para la cobertura mínima. estas se basan en muchos años de observaciones por parte de la industria productora de tubería de acero corrugado. Sobre el comportamiento de las estructuras bajo cargas vivas. En base a estas observaciones en obra, se han establecido en forma tentativa como exigencias para la cobertura mínima, el equivalente de una octava parte del diámetro a la luz de la estructura, en el caso de los conductos para carreteras, y una cuarta o una quinta parte del diámetro en el caso de los ferrocarriles, con un mínimo de 30 cm.

Debe notarse que esta exigencia mínima para la cobertura no siempre es adecuada durante la construcción. Cuando el equipo para la construcción, frecuentemente más pesado que las cargas de tránsito para los cuales se ha proyectado el conducto, debe pasar por encima o cerca de la estructura enterrada.

• TERMINACIÓN DE LOS EXTREMOS

El diseño de los extremos de una alcantarilla flexible difiere en el análisis del proyecto del cuerpo de esa estructura. Si se cortan los extremos de una estructura corrugada para drenaje, para lograr un chaflán ó una sesgadura conformada con los taludes del terraplén, se anula la capacidad de la parte extrema de la estructura para resistir la compresión anular. Los muros de cabecera, los taludes empedrados o los pavimentos en declive deben poder servir, en algunos casos, como rebordes en los extremos de la estructura para darles rigidez contra cualquier carga asimétrica del terraplén y la fuerza dinámica del agua. Estos rebordes, cuando son necesarios, pueden variar desde semimuros de cabecera con muretes interceptores (sobre todo en el extremo de la entrada), hasta complicados muros de cabecera que no sólo dan rigidez al extremo de la estructura para impedir daños debidos a la fuerza del agua, sino que mejoran la eficiencia hidráulica de la entrada.

Las estructuras proyectadas para trabajar bajo cargas de presión son más vulnerables a los problemas de los extremos que aquellas proyectadas para no trabajar llenas. En igual forma, las estructuras en gran diámetro, y aquellas en que hay una combinación de sesgo y chaflán, presentan problemas de distorsión en el extremo. Por regla general debe excederse un sesgo de 20° con chaflán de 2:1.

Los extremos deben anclarse con pernos a muros de cabecera o pavimentos en declive, a intervalos de aproximadamente 45 cm. Las estructuras sin cortar o con extremos sin achaflanar pueden anclarse a un muro de cabecera mediante pernos fijados en los agujeros circunferenciales alternados normales.

- **ARRIOSTAMIENTO PROVISIONAL**

Mientras se coloca el relleno y durante la construcción de los muros de cabecera, puede ser necesario arriostrar provisionalmente los extremos de las estructuras, generalmente en sentido horizontal, para evitar cualquier deformación desagradable. El voladizo del extremo del conducto cortado en sesgo o chaflán puede requerir apuntalamiento hasta completar la pavimentación del talud.

- **ECUACIÓN DE CHEZY**

Chezy ha desarrollado la siguiente fórmula hidráulica para la determinación de la corriente de agua, particularmente en cauces abiertos:

$$Q = AV \dots\dots\dots V = c\sqrt{RS} \dots\dots\dots y \dots\dots\dots Q = Ac \sqrt{RS} \dots\dots\dots 2$$

donde:

Q = descarga, m²/segundo

A = área transversal de la corriente en m², a ángulo recto con la dirección de la corriente

V = velocidad media de la corriente, en m/segundo

c = un coeficiente de rugosidad cuyo valor depende del carácter de la superficie sobre la cual escurre el agua

R = radio hidráulico en m = $\frac{A}{PM}$

PM

PM= perímetro mojado, o largo, en m, del contacto bañado entre una corriente de agua y su cauce contenedor medido a ángulo recto con la dirección de la corriente

S = pendiente, talud en m / m

Esta fórmula fundamental es la base para la mayoría de las fórmulas para calcular la capacidad.

- **ECUACIÓN DE MANNING**

La fórmula de Manning, publicada en 1890, da valor de “c” en la fórmula de Chezy en la forma siguiente:

Siendo la fórmula de Manning completa como sigue:

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6} \dots\dots\dots(3)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

Y combinándola con la Ecuación de Chezy se obtiene:

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(5)$$

donde:

A = Área transversal de la corriente en m²

S = pendiente en m /m

R = radio hidráulico en m

n = coeficiente de rugosidad

En muchos cálculos de agua “limpia” por un cauce recto sin obstrucción sería problema fácil, pero estas condiciones se presentan con muy poca frecuencia. La fórmula de Manning da resultados confiables si el corte transversal, la rugosidad y la inclinación del cauce son relativamente constantes sobre una distancia suficiente como para establecer una corriente uniforme.

B) MEMORIA DESCRIPTIVA

El tramo en estudio cuenta con un punto crítico ubicado en la progresiva Km 07+930 por el paso del río Quilcamayop y sobre el cual se está proyectando una batería de alcantarillas de diámetro D=72” como solución más adecuada, eficiente y económica teniendo en cuenta la clasificación de la carretera y el que la zona no amerita inversiones de gran envergadura.

C) OBJETIVO.

La construcción de una batería de alcantarillas TMC D=72”, tiene como objetivo asegurar una eficiente, rápida y segura evacuación de las aguas, así como proporcionar mayor circulación de los vehículos, reduciendo el tiempo de recorrido, incrementando el tráfico y por ende la reducción de los costos de transporte y fomentando un mayor intercambio cultural, social y económico entre los centros de producción.

D) DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.

BATERIA DE ALCANTARILLAS DE D=72”.

a) TRABAJOS PRELIMINARES.

Comprenden el desvío y encauzamiento del río Quilcamayop, así como el transporte de las alcantarillas desde Lima hasta el punto sobre el cual será construida la batería de alcantarillas.

b) MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Se realizará la excavación bajo agua y la nivelación del fondo del cauce con material propio si este es consistente o en caso contrario con material de préstamo.

c) COLOCACIÓN Y ARMADO DE ALCANTARILLAS.

Se ejecutará el montaje de la batería de alcantarillas, después se colocará la protección superficial de la batería con líquido impermeabilizante, a continuación se construirán los muros (pantallas de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) y posteriormente el relleno con material seleccionado por capas de 15 cm, para obtener una óptima compactación; finalmente se colocará un sardinel armado.

E) ESTUDIO DE HIDROLOGIA.

El estudio de hidrología se hace con el objeto de proporcionar suficientes elementos de juicio para el diseño de una batería de alcantarillas.

Con esta finalidad el presente capítulo estudiará el régimen y comportamiento del río para una evaluación del máximo caudal o avenida, esta evaluación se efectuará sobre la base del comportamiento y características hidráulicas de la cuenca y sub cuencas que convergen en el Río Quilcamayop.

La principal información hidrológica empleada son datos ya procesados por el P.E.L.T. (Proyecto Especial del Lago Titicaca), y que han determinado gráficos de curvas Isoyetas para diversos periodos de retorno.

F) HIDROGRAFIA.

En el país se considera 03 vertientes principales que drenan sus aguas al Océano Pacífico, Océano Atlántico y la tercera vertiente por una alta cuenca interandina, cuyas aguas drenan al Lago Titicaca.

La cuenca del río Quilcamayop forma parte del río Azángaro, que a su vez forma parte del río Ramis, que es el principal tributario del Lago Titicaca.

El origen de sus aguas es principalmente la precipitación pluvial a pesar que tiene en su cuenca alta, zona de nevados, pero que no mantienen cierta regularidad, por lo que su régimen de escurrimiento es irregular, concentrando sus descargas durante los meses de Diciembre a

Abril, durante el cual se estima que discurre del 70% al 80% del escurrimiento anual; durante el resto del año los caudales son muy reducidos.

El relieve general de la cuenca es variable, pudiendo establecerse dos zonas diferenciales, una alta, en la cual la hoya hidrográfica es escarpada, quebrada y de pendiente fuerte; y otra baja, en la cual la hoya es plana, poco escarpada, alargada, y de desnivel bajo y gradual, y cauce ancho.

G) INFORMACION DISPONIBLE.

La información con que se cuenta es gráfica de curvas isoyetas para precipitación de:

- Precipitación máxima probable en 24 horas.
- Precipitaciones máximas en 24 horas – TR = 5 años
- Precipitaciones máximas en 24 horas – TR = 10 años.
- Precipitaciones máximas en 24 horas - TR = 25 años.
- Precipitaciones máximas en 24 horas –TR = 50 años.
- Precipitaciones máximas en 24 horas – TR = 100 años.
- Oscilación térmica.
- Temperatura mínima media, Temperatura máxima media.
- Temperatura media.
- Isoyetas año seco.
- Isoyetas año húmedo.
- Plano hidrológico de la cuenca del río Quilcamayop.

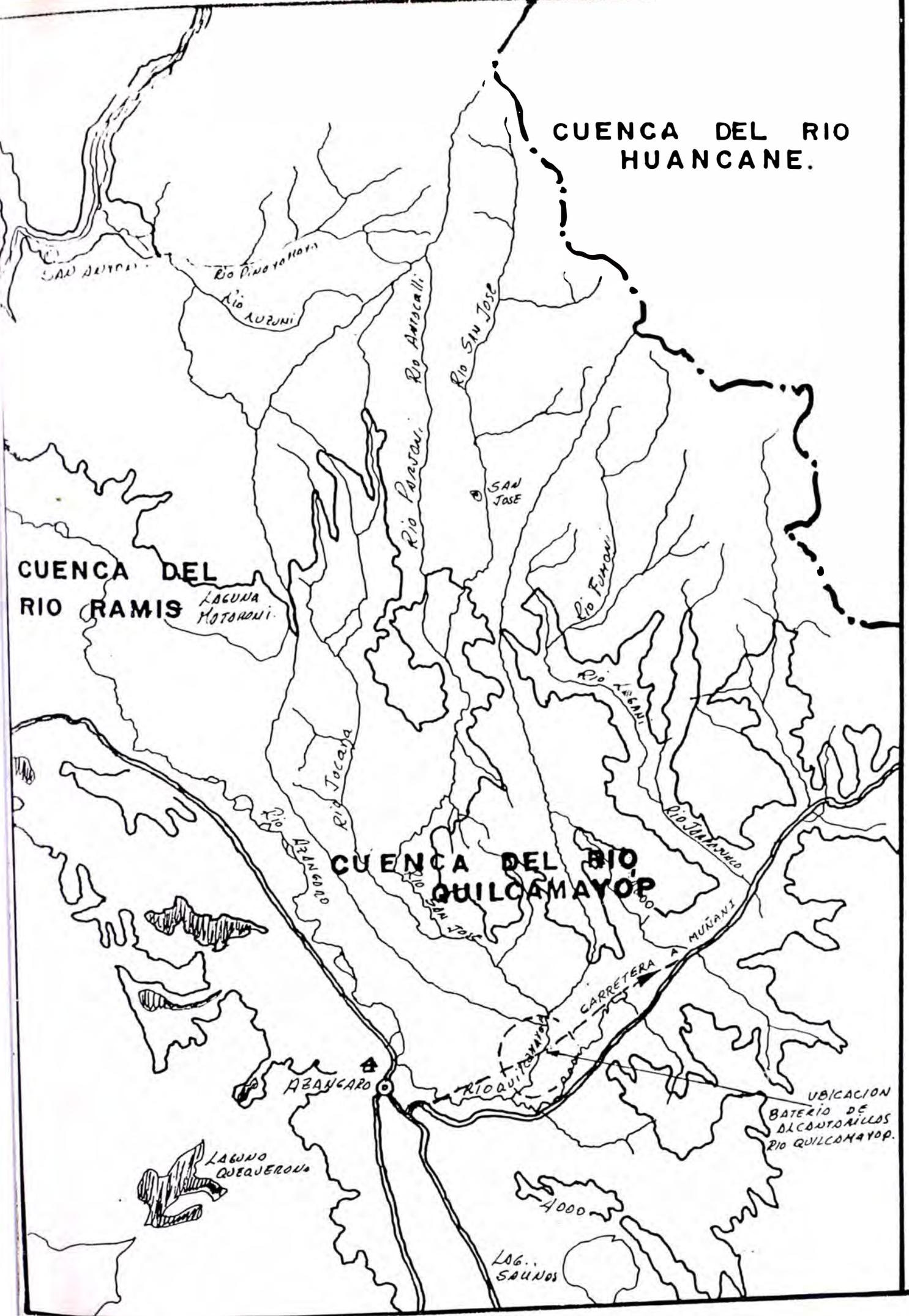
Elaborados por el plan director global binacional; sistema T.D.P.S. Bolivia y Perú, y en el cual participó el consorcio: INTERSA (Madrid- España), AICPROGETTI (Roma-Italia) y CNR (Lyón-Francia).

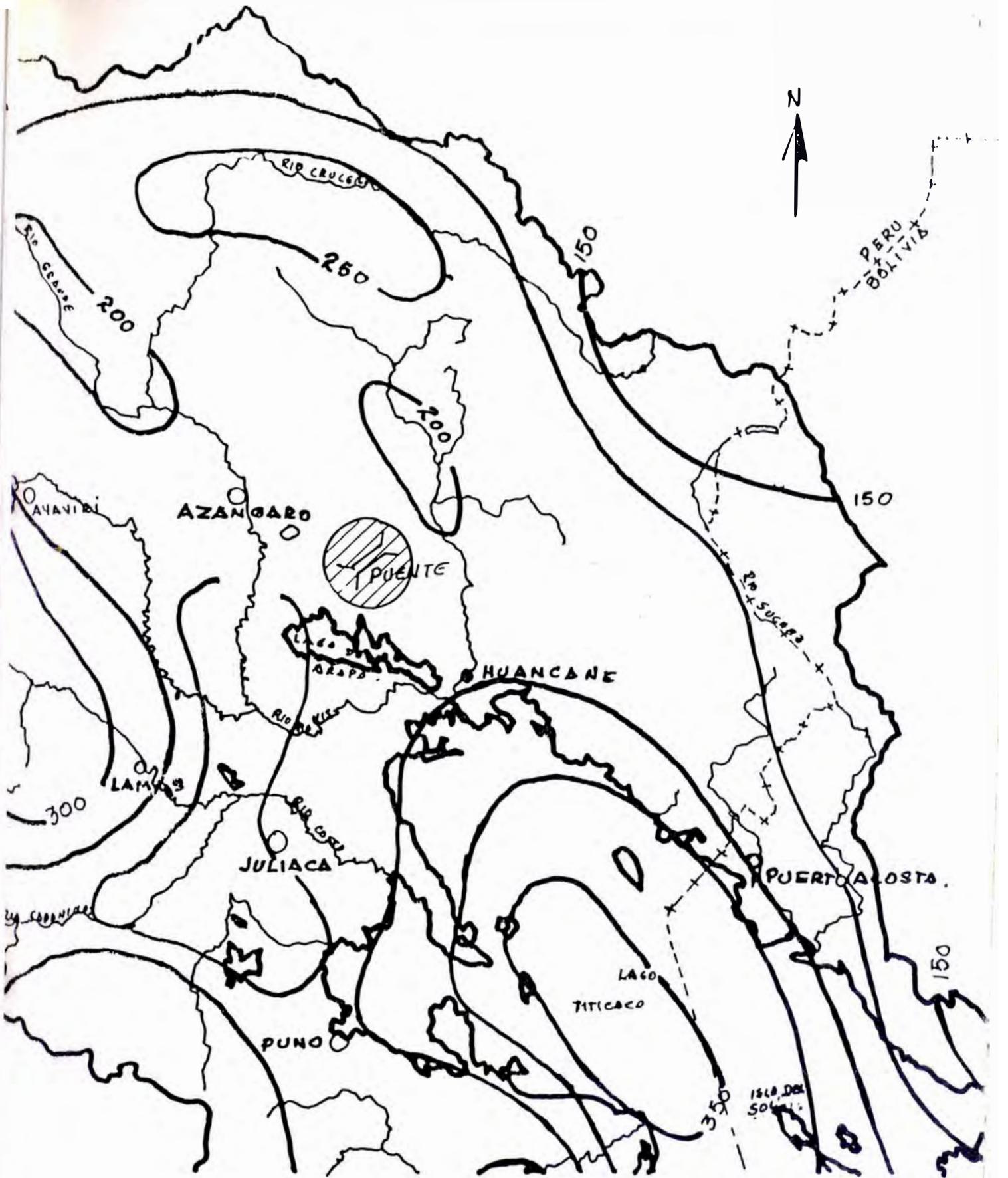
**CUENCA DEL RIO
HUANCANE.**

**CUENCA DEL
RIO RAMIS**
LAGUNA
MOTORANI.

**CUENCA DEL RIO
QUILCOMAYOP**

UBICACION
BATERIA DE
DESCONTOÑILLOS
RIO QUILCOMAYOP.

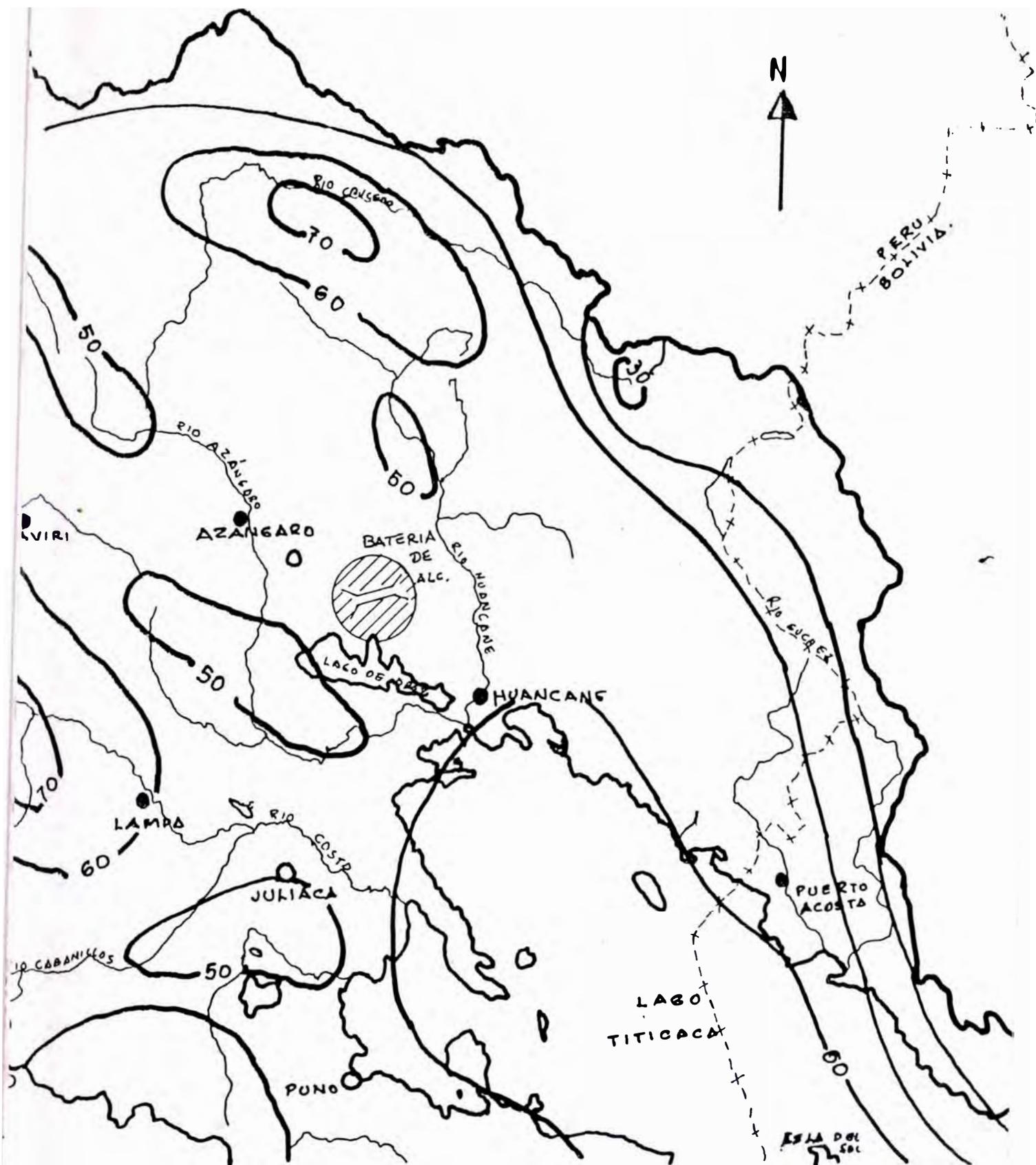




PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE 24 HORAS.

ENTE DE INFORMACION:
 AN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL
 SISTEMA T.D.P.S. BOLIVIA Y PERU.

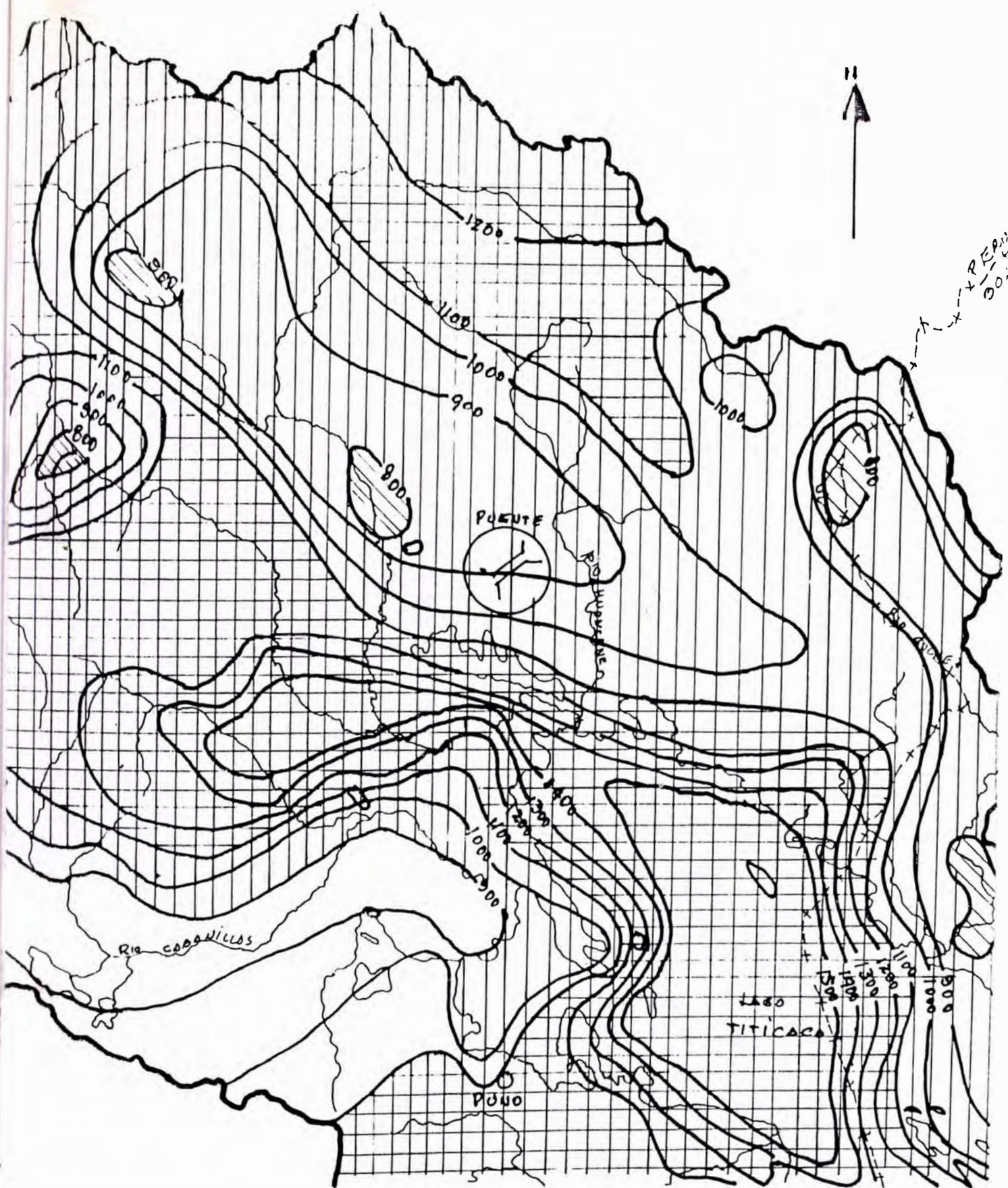
- REFERENCIAS:
- LIMITE PROYECTO T.D.P.S.
 - + — + LIMITE INTERNACIONAL.
 - 50 - ISOLINEA DE IGUAL PRECIPITACION
 - 50 -- ISOLINEA ESTIMADA.
 - 50 PRECIPITACION EN mm.



PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS.
PERIODO DE RETORNO: 10 AÑOS.

FUENTE DE INFORMACION:

PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL
 SISTEMA T. D. P. S. BOLIVIA Y PERU.



ISOYETAS AÑO HUMEDO - 1985

INFORMACION :
 DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL
 TEMA T.D.P.S. BOLIVIA Y PERU.

H) ECOLOGÍA

En el área del proyecto, se tiene la siguiente información ecológica:

BOSQUE HUMEDO MONTANO SUB- TROPICAL (Bh-Ms)

Esta formación llamada también pradera, se encuentra ubicada desde la ribera del Lago Titicaca, hasta los 4,200 m.s.n.m., cuya precipitación media anual fluctúa entre 560 y 710 mm., y la temperatura entre 6 y 10°C.

Desde el punto de vista topográfico, la información presenta una fisiografía suave ó plana, laderas de relieve ondulado y algunos que irrumpen la homogeneidad topográfica dominante; la vegetación natural esta constituida en alto porcentaje por hierbas gramíneas de muy buen vigor, que le dan a la información una fisonomía característica por su densidad y potencial agrostológico como pasto natural, siendo también abundantes los arbustos, en cambio los árboles son escasos.

PARAMO MUY HUMEDO SUB – ANDINO SUB – TROPICAL (Pmh – Sas)

Esta formación se encuentra entre los 4,200 y 4,600 msnm, la precipitación media anual esta entre 3 y 6 °C. Desde el punto de vista topográfico, el terreno es fuertemente quebrado y complejo, salpicado por escasas áreas aisladas de pendiente un tanto más suave.

I) CAUDALES – REGIMEN DEL RIO

El régimen del río Quilcamayop es muy variable, con un nivel máximo en los meses de Diciembre a Abril y en los meses de Mayo a Noviembre disminuye su nivel, con niveles mínimos en los meses de Junio y Julio.

Para la elaboración del presente proyecto, nos interesa conocer los caudales ó niveles máximos, proyectados para tiempos de retorno superiores a la vida útil de la estructura.

J) ESTUDIO DE LA CUENCA

La cuenca del Río Quilcamayop se encuentra geográficamente ubicada entre los meridianos 70° 00' y 70° 20' y los paralelos 14° 20' y 14° 60' la altitud varía de 3,820 a 4,200 m.s.n.m., la delimitación de la cuenca se ha realizado sobre un plano a curvas de nivel a escala 1/200,000 siguiendo las líneas ó limas de las altas cumbres.

J.1) ANALISIS DE LAS MÁXIMAS AVENIDAS PROBABLES

Para mayor información se muestra el gráfico de la cuenca del río Quilcamayop, el gráfico de la curva de precipitaciones máximas en 24 horas para los periodos de retorno de 10 años y 50 años, el gráfico de la precipitación máxima posible en 24h y el gráfico de Isoyetas año húmedo (1,985).

1. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (c)

Es un coeficiente ponderado del escurrimiento, que expresa la razón entre éste y la precipitación, para diferentes tipos de superficie, según lo siguiente:

TIPO DE SUPERFICIE	FACTOR (c)
Para pavimentos asfaltados en pistas de Aeropuertos	0.80 a 0.95
Para pavimentos de Hormigón para pistas de Aeropuerto	0.70 a 0.90
Para calzadas de ripio ó macadán.	0.35 a 0.70
Para suelos impermeables (pesados)	0.40 a 0.65
Para suelos levemente impermeables	0.15 a 0.40
Para suelos moderadamente permeables	0.05 a 0.20

K) DETERMINACION DE LA MÁXIMA AVENIDA RAMSER

CLASE DE CUENCA	PENDIENTE	COEFICIENTE
Cultivado gradualmente ondulado	5 – 10%	0.60
Cultivo montanero	10 – 30%	0.72
Pradera gradualmente ondulada	5 – 10%	0.36

- Para el presente proyecto se considera el 65% de área de influencia de la cuenca, considerando que gran parte del agua no escurre al cauce principal, sino que absorbe el subsuelo, debido a la clase de cuenca que según Ramser es una pradera gradualmente ondulada.

$$C = 0.35$$

$$I = 60\text{mm} / 24 \text{ horas} = 2.5 \text{ mm/hr}$$

$$T_c = \text{Periodo de Retorno} = 50 \text{ años}$$

$$A = 320 \text{ km}^2; \quad \text{área efectiva} = 0.65 A = 208 \text{ km}^2$$

Luego:

$$Q = \frac{0.35 * 2.5 * 208}{3.6} = 50.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 50.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Además aplicando la fórmula de Mc Math se obtiene:

$$Q = C * I * A^{4/5} S^{1/5}$$

$$A_c = 320 \text{ Km}^2$$

$$I = 2.5 \text{ mm/hr}$$

$$S = 0.005$$

$$T_c = \text{Periodo de Retorno} = 50 \text{ años}$$

$$Q = 30.29 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Finalmente se considera por razones de seguridad para el diseño de la batería de alcantarillas como caudal de máxima avenida, el mayor de los obtenidos.

$$Q \text{ max. Avenida} = 50.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

L) DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

La profundidad mínima de la fundación de la sub-estructura viene determinada por la condición de que la cota de fundación debe hallarse por debajo del nivel de la socavación general, existiendo diversos criterios para determinar la profundidad de socavación.

La Americana SOWTHWERT, ha establecido que la erosión se prolonga dos veces la profundidad del agua decrecida en el cauce.

$$H_s = 2 (\text{ Agua máxima} - \text{ Agua mínima})$$

Para el proyecto usaremos la fórmula empírica:

Donde:

$$H_s = 1.25h \left(0.60 - \frac{V_1}{V_2} \right)$$

H = diferencia de nivel entre aguas máximas y mínimas

V1 = Velocidad de arrastre para el fondo del Río

V2 = Velocidad máxima del Río

Para nuestro caso:

In Situ: Cota de agua máxima – cota de H2O mínima = 4mt

Para cascajo menudo, velocidad de arrastre para el fondo del río = 1.5 m/seg

Velocidad máxima de río = 3.47 m/seg.

Además se observa que el Río tiene un cauce divagante y de los estudios topográficos se determina que la pendiente promedio aguas arriba y aguas abajo es de 5/10000, además se observa que la erosión del Río no presenta evidencias de ser agresiva.

⇒ Aplicando la Fórmula:

$$H_s = 1.25h \left(0.60 - \frac{V_1}{V_2} \right)$$

$$H_s = 1.25 * 4.00 * \left(0.60 - \frac{1.50}{3.47} \right)$$

$$H_s = 0.84 \text{ mt}$$

Adoptamos como cota de fundación de la sub-estructura para un puente del tipo: Batería de Alcantarillas; D = 72'' del tipo circular a 1.20mt. respecto de la cota actual del lecho del río.

M) CONTROL DE EROSION Y SOCAVACION

METODO TRADICIONAL

Se sabe que el aumento de velocidad del agua al arremolinarse y pasar por los tubos circulares tiende a llevarse partículas del suelo, los remolinos que se originan en el río tienden a aspirar hacia arriba las partículas del fondo y arrastrarlas con violencia. El método tradicional consiste en aumentar la resistencia del lecho contra los efectos erosivos del agua, esto se consigue empleando bloques de piedra colocados con mortero de cemento, unos metros aguas abajo. El empleo de éste método depende del nivel de las aguas. En nuestro caso se considera por medidas de seguridad el emboquillado aguas arriba y aguas debajo de la estructura en mención.

5.4.0 DRENAJE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El drenaje de aguas subterráneas se refiere al control, por medio de la colocación de una adecuada sub-base y otros medios, que podrían ser tubería de subdrenaje si la napa freática lo requiere, debido a la capilaridad y corrientes subterráneas que comprometen la estabilidad de la carretera por exceso de humedad en la sub-rasante.

En los rellenos de quebradas se puede levantar la rasante tanto como sea necesario para satisfacer el diseño geométrico, la colocación de alcantarillas y el drenaje subterráneo.

En los sectores en corte se analizará si existen problemas de drenaje subterráneo que requiera obras especiales, tales como drenes, colectores subterráneos de agua de infiltración o cunetas superficiales.

5.4.1 SUELOS

En la práctica del drenaje, las profundidades usadas no suelen ser grandes, por lo que se dedica una mayor atención al estudio de suelos, analizándose en primer lugar su clasificación desde distintos puntos de vista.

5.4.1.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES SEDIMENTARIOS.

POROSIDAD Y PERMEABILIDAD

De los materiales sedimentarios interesan dos características principales, su porosidad y su permeabilidad. En las tablas siguientes figuran unos valores que son representativos para cada tipo de material.

A) POROSIDAD DE LOS MATERIALES SEDIMENTARIOS

Por lo general, las rocas no son completamente sólidas, sino que poseen gran cantidad de grietas o espacios intergranulares. El conjunto de estas aberturas o intersticios es lo que se llama porosidad.

Cuando estos poros están interconectados entre sí, existe la posibilidad del movimiento de agua. Esto nos indica que la porosidad por si sola no se define la existencia del acuífero, ya que se precisa además de la interconexión de los intersticios.

La porosidad es una medida del contenido de vacíos o intersticios y se expresa como un porcentaje del espacio vacío respecto del volumen total.

$$\alpha = \frac{a}{V_1} * 100$$

α = Porosidad

a = Volumen de vacíos

V_1 = Volumen total

MATERIAL	POROSIDAD (%)
Suelos	50 a 60
Arcilla	45 a 55
Sedimentos	40 a 50
Arenas de grano medio a grueso	35 a 40
Arena uniforme	30 a 40
Arenas de grano fino a medio	30 a 35
Grava	30 a 40
Grava y arena	20 a 35
Arenisca	10 a 20
Esquisto	1 a 10
Caliza	1 a 10

B) PERMEABILIDAD PARA MATERIALES SEDIMENTARIOS

La permeabilidad es un estrato geológico, con cierto grado de porosidad, podrá contener eventualmente agua en su interior, pero si los espacios vacíos o intersticios no están interconectados, esta agua no circulará. Esta propiedad de las rocas de permitir o no el flujo del agua es lo que se llama permeabilidad.

Esta Permeabilidad o libertad de movimiento del agua a través de un material poroso, depende de las siguientes características:

- a) Tamaño de las partículas
- b) Forma de partículas
- c) Gradación del material
- d) Viscosidad.

Se define el coeficiente de permeabilidad o permeabilidad de un material, como el volumen del agua que pasa en la unidad de tiempo, a través de una sección de acuífero de área unitaria (1 m^2), cuando el gradiente hidráulico es unitario y en condiciones de temperatura de 60°F (15°C).

La permeabilidad tiene dimensiones de velocidad m/día o $\text{m}^3/\text{día}/\text{m}^2$. A continuación se presenta una tabla de permeabilidad en algunos materiales:

MATERIAL	PERMEABILIDAD EN cm/s
Arcilla	$5 \cdot 10^{-10}$ a $5 \cdot 10^{-8}$
Arcilla fangosa	$5 \cdot 10^{-10}$ a $5 \cdot 10^{-8}$
Arcilla arenosa	$5 \cdot 10^{-9}$ a $5 \cdot 10^{-7}$
Sedimentos	$5 \cdot 10^{-7}$ a $5 \cdot 10^{-5}$
Arena con grava	$5 \cdot 10^{-3}$ a $5 \cdot 10^{-1}$
Grava	$5 \cdot 10^{-3}$ a $5 \cdot 10^{-1}$
Areniscas	$5 \cdot 10^{-4}$ a $5 \cdot 10^{-2}$

C) CORRECCION DE LA PERMEABILIDAD POR TEMPERATURA DEL AGUA

°C	T _c						
4	1,385	12	1,093	20	0,890	28	0,743
5	1,350	13	1,068	21	0,872	29	0,728
6	1,316	14	1,038	22	0,854	30	0,710
7	1,268	15	1,010	23	0,835	31	0,691
8	1,232	16	0,990	24	0,818	32	0,673
9	1,197	17	0,964	25	0,800		
10	1,160	18	0,934	26	0,780		
11	1,132	19	0,919	27	0,764		

(Para corregir el coeficiente de permeabilidad, multiplicar por “T_c” que figura en función de la temperatura del agua.

D) TRANSMISIBILIDAD

Es una medida de capacidad de un acuífero para conducir o transmitir agua, y se define como el volumen del agua que pasa en la unidad de tiempo, a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario, extendida en todo el espesor saturado, cuando el gradiente hidráulico es unitario y a una temperatura de 60°F.

$$T = K * m$$

T = Transmisibilidad

K = Permeabilidad

m = Espesor del acuífero

La transmisibilidad se expresa en m³/día/m.

E) PRODUCCIÓN ESPECÍFICA Y RETENCIÓN ESPECÍFICA

Si llenamos un recipiente con un material poroso completamente seco y luego añadimos agua hasta saturar dicho material, no será posible recuperar por medio de drenaje la cantidad total de agua añadida, ya que parte del agua quedará adherida al material granular por atracción molecular y tensión superficial.

El volumen de agua retenido, dividido por el volumen total del material poroso y expresado como porcentaje, se llama Retención Específica.

$$R_s = \frac{a_r}{V_1} * 100$$

a_r = Volumen de agua retenida.

V_1 = Volumen total

R_s = Retención específica.

La Retención Específica es mayor en arenas finas que en gravas y arenas gruesas.

De la misma manera, Producción Específica es la cantidad o volumen de agua que puede ser extraído:

$$P_s = \frac{a_d}{V_1} * 100$$

a_d = Agua drenada

P_s = Producción Específica

De lo anterior se deduce que la porosidad es la suma de la Producción Específica y la Retención Específica:

$$\alpha = P_s + R_s$$

5.4.1.2 CLASIFICACION DE LOS SUELOS POR EL SISTEMA UNIFICADO DE CASAGRANDE.

En esta clasificación no se tiene en cuenta la estructura, compacidad, cimentación, etc. del suelo, solamente se hace referencia a las partículas del suelo.

Los criterios utilizados son:

- La curva granulométrica (tamices A.S.T.M.).
- Los límites de Atterberg
- El contenido de materia orgánica.
- Suelos de grano grueso (Gravas, Arenas)
- Suelos de grano fino (limos, arcillas)
- Suelos orgánicos.

Completando las divisiones anteriores se efectúa una subdivisión en grupos. Para los grupos de grano grueso se sigue usando un criterio granulométrico, mientras que para la fracción fina de éstos y para los suelos de grano fino se usa un criterio de clasificación según el gráfico de Plasticidad de Casagrande.

Naturaleza del terreno	Profundidad probable del agua subterránea	Cantidad	Sabor	Observaciones
Arcilla	Nivel del suelo	Mínima	Malo	-
Gravas y limos	Bajo el nivel del suelo	Mínima	Desagradable	Limosa
Tierra negra	----	---	Excelente	Solamente después de precipitaciones invernales
Gravas	---	Débil e incierta	Anormalmente dulce	---

Gravas gruesas,				
arenas y arenas				
rojas	---	Probable	Bueno	---
Roca y arena	---	Abundante	Bueno	Difícil de captar
				a causa de la
				infiltración
Sílice y al pie de				
las montañas	---	Abundante	Fría y saludable	----

5.4.1.3 VELOCIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y GASTO DE LOS MANTOS ACUÍFEROS

La velocidad de las aguas subterráneas fue estudiada experimentalmente por Darcy en 1856, quien asimiló el fenómeno al paso del agua por tubos capilares.

El movimiento de las moléculas de agua en un manto acuífero es debido a la gravedad. La velocidad depende de la temperatura del subsuelo, de la clasificación de los materiales que lo forman y de la porosidad de estos.

El gasto de una sección transversal del manto, es igual al producto del área de los intersticios o poros, por la velocidad en la unidad de tiempo:

$$Q = A' * v$$

Pero el área neta de los intersticios es igual al área total de la sección multiplicada por la porosidad; o en otros términos la porosidad está representada por la relación :

$$p = \frac{A'}{A}$$

$$Q = A * p * v$$

Pero en realidad no es solo la Porosidad es la que influye en la velocidad, sino una serie de factores; capilaridad, forma de la superficie de los poros, etc. por lo que en lugar de p

(porosidad) se emplea un factor C_p que se determina experimentalmente para cada clase de material, en distintos grados de porosidad.

Además la velocidad es una función de la carga o gradiente hidráulica del manto freático, gradiente o diferencia de elevación entre dos puntos considerados, siendo h la altura de carga y L la longitud del manto acuífero recorrido por las aguas.

Teniendo presente lo anterior, Darcy propuso la fórmula siguiente:

$$Q = C_p * S * A$$

La fórmula de Darcy es clásica en estos estudios, pero en la actualidad se usan las de otros investigadores. La más común en los EE.UU. y que ha sido empleada muchas veces en el Perú, es la de Hazen:

$$v = \frac{c * d^2}{p} * \frac{S * t + 10}{60}$$

Tiene en cuenta la temperatura del agua, en la cual “ v ” es la velocidad real media y “ d ” diámetro efectivo de los granos del material considerado, Hazen define este diámetro efectivo como el tamaño de los granos que solo el 10%, en peso, del volumen considerado, tiene dimensiones menores.

Las dimensiones efectivas en mm para los materiales que se indican son las siguientes:

Arena muy fina	0.10 mm
Arena fina	0.20 mm
Arena media	0.30 mm
Arena gruesa	0.40 mm
Arena muy gruesa	0.50 mm
Grava menuda	0.80 a 3.00 mm

La fórmula de Hazen no se aplica sino a materiales cuya dimensión máxima sea de 3.00 mm

p es la porosidad

S es la gradiente hidráulica

t la temperatura del agua en grados Fahrenheit

c es un coeficiente que depende del estado de limpieza del material, que varían para las diferentes unidades. Hay tablas que dan el valor de este coeficiente en función de esa limpieza y de las unidades en que se trabaja.

En la práctica se simplifica la fórmula de Hazen despreciando el factor de temperatura, lo que significa un pequeño error, y en medidas inglesas la fórmula se transforma en

$$v = 8200 d^2 * S$$

Nos dá la velocidad del agua en pié por día; S es la gradiente de la masa de agua; d está en milímetros.

Esta fórmula se simplifica aún más y se le da la expresión:

$$v = K * S$$

K es la permeabilidad constante, que es el volumen de agua que pasa por la unidad de sección en la unidad de tiempo y para la unidad de carga. De acuerdo con esta definición se le llama también velocidad de filtración por unidad de pendiente.

Cuando $S = 1$ que es el caso en el que las aguas descienden verticalmente, como sucede en los filtros, entonces K representa la velocidad en pies por día del agua a través del material considerado. En los manuales se encuentran tablas que dan el valor de K para $S = 1$, que tiene la forma que mostramos a continuación y que como hemos dicho nos proporcionan la velocidad en pies por día.

Porosidad	Diámetro efectivo					
	0.10	0.20	0.40	0.80	1.00	3.00
%						
25	32	130	510	2100	3100	29000
30	46	180	740	3000	4600	41000
35	63	250	1000	4100	6300	56000

5.4.1.4 MÉTODOS PARA MEDIR LA INFILTRACIÓN

Son los que nos permiten determinar la infiltración a partir de la ecuación del balance hídrico, cuando en la cuenca en cuestión se tiene datos precisos sobre precipitaciones, escorrentía y evaporación.

Estos métodos están especialmente indicados para grandes cuencas, donde la diversidad de suelos y vegetación hacen inexactos los resultados obtenidos en cuencas experimentales.

Si se trata de estudiar crecidas, se considera infiltración la diferencia entre los volúmenes de agua en los cauces, deduciendo de los caudales del hidrograma, los procedentes de capas freáticas.

5.4.1.5 COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN

Se denomina coeficiente de infiltración a la infiltración dividida por la altura de precipitación, expresado en tanto por ciento:

$$\frac{I * 100}{P}$$

- **COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO**

El coeficiente de almacenamiento de un acuífero se define como el volumen de agua que es drenado por área unitaria, cuando la presión hidrostática desciende una unidad.

En el caso de acuíferos libres, una disminución de un metro de presión equivale a un descenso unitario de la columna de agua; luego, coeficiente de almacenamiento y producción específica son iguales. En cambio, en acuíferos confinados una disminución en la presión hidrostática se traduce en un aumento de presión de los estratos superiores sobre el acuífero. Como consecuencia de ello, el agua se expande en pequeña cantidad y el acuífero se contrae por el peso de los estratos superiores. El cambio de volumen resultante es sumamente pequeño; de allí que los coeficientes son relativamente bajos.

En el caso de acuíferos libres $S = 0.02$ a 0.2 y para acuíferos confinados $S = 5 * 10^{-3}$ a $5 * 10^{-5}$. Equivale a decir que de cada m^3 de acuíferos saturados podemos extraer de 0.02 a $0.2 m^3$ de agua en el primero de los casos y de $5 * 10^{-3}$ a $5 * 10^{-5} m^3$ para los confinados.

Para cubrir el rango de valores entre los acuíferos libres y los confinados, se ha definido el término de acuífero semi-confinado, el cual consiste de un estrato completamente saturado, sobre el cual existe un estrato semi-impermeable definido por su baja permeabilidad.

La extracción de agua del acuífero semi-confinado provocará un movimiento vertical del agua contenida en el estrato superior semi impermeable.

5.4.1.6 **ESCORRENTÍA**

Del agua precipitada, se denomina escorrentía la parte que alcanza los cauces, bien sea superficialmente o bien filtrándose a través del terreno.

La escorrentía es mayor en lluvias intensas y en épocas lluviosas cuando el terreno está saturado.

Es usual evaluar mediante el empleo del coeficiente de escorrentía, que viene dado por el coeficiente entre la escorrentía y la precipitación.

Pueden usarse a tal fin y como valores medios:

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PARA DISTINTAS ZONAS

Cubiertas impermeables	0,70 a 0,95
Asfaltos	0,85 a 0,90
Adoquinado o entarugado rejuntado	0,80 a 0,85
Adoquinado ordinario	0,50 a 0,70
Empedrado de mosaico	0,40 a 0,50
Macadam	0,25 a 0,45
Pavimentos sin afirmar y solares sin construir	0,15 a 0,30
Praderas y jardines	0,05 a 0,25
Parques	0,01 a 0,20
Casco de ciudades con edificación muy densa	0,70 a 0,90
Barrios periféricos modernos con muchos edificios	0,50 a 0,70
Zonas residenciales de edificios aislados o industriales	0,25 a 0,50
Zonas suburbanas poco pobladas	0,10 a 0,30

En cuencas de mucha extensión, el coeficiente de escorrentía representa la relación de la precipitación caída en toda la cuenca durante un año respecto de la aportación del cauce a lo largo del mismo periodo. Oscila entre 0,60 y 0,70 y puede evaluarse por aplicación de la fórmula:

$$e = 0,25 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

donde:

K_1 representa la influencia de la extensión.

K_2 es función de la lluvia media anual.

K_3 es función de la permeabilidad y pendiente del terreno.

Mediante las tablas adjuntas, pueden estimarse los valores de los parámetros K_1 ; K_2 y K_3 :

VALORES DE K_1 Y K_2

Superficie S (Km ²)	K_1	Precipitación media anual P (mm)	K_2
10	2,600	200	0,250
20	2,450	300	0,500
30	2,300	400	0,750
40	2,150	500	1,000
50	2,000	600	1,100
100	1,800	700	1,175
200	1,700	800	1,250
300	1,600	900	1,325
400	1,500	1.000	1,400
500	1,400	1.200	1,500
1.000	1,300	1.400	1,600
5.000	1,000	1.600	1,700
10.000	0,900	1.800	1,800
20.000	0,875		
30.000	0,850		
40.000	0,825		
50.000	0,800		

VALORES DE K_3

Características de la cuenca	K_3
Llana y permeable	0,5 – 0,7
Ondulada	0,7 – 1,20
Montañosa e impermeable	1,20 -1,50

CAPITULO VI

PAVIMENTOS

CAPITULO VI

PAVIMENTOS

6.1.0 OBJETIVOS

Un suelo por si solo en estado natural, no puede soportar las cargas provenientes del tránsito; debemos por lo tanto preparar el suelo (compactación a condiciones óptimas), y construir sobre él sistema estructural de espesores y resistencia internas suficientes para absorber y disipar las sollicitaciones tanto estacionarias como dinámicas provocadas por los vehículos.

Por lo tanto el objetivo de un pavimento es el de resistir, sin deformarse excesivamente y sin malograrse, las sollicitaciones indicadas por las cargas debidas al tráfico, y el deterioro que se da debido también a los cambios climatológicos y de temperatura del medio ambiente como son lluvias, heladas etc, que necesariamente tendrá que recibir algún tipo de tratamiento tendiente a prolongar su vida de servicio. El pavimento esta formado por una o varias capas de espesores y calidades diferentes que se colocan sobre el terreno preparado para soportarlo y constituyendo al mismo tiempo una superficie apropiada para las llantas de los vehículos; esta estructura debe, además transmitir a la sub-rasante las cargas convenientemente repartidas, de manera que los materiales que constituyen dicha sub-rasante experimenten sollicitaciones aceptables y deformaciones mínimas, posiblemente de carácter elástico.

La carga de la rueda de un vehículo al incidir sobre la superficie del pavimento lo hace como una carga vertical uniforme. Dicha carga es absorbida por el sistema estructural y transmitida a la sub-rasante, de manera tal que la presión que esta última recibe es muy inferior a la inicial como consecuencia de la absorción parcial efectuada por la capa.

CALCULO DE LA CAPACIDAD POSIBLE

Para determinar la capacidad posible, se analizan los elementos principales que influyen en la capacidad, considerando siempre que se respete la primera de las condiciones ideales.

Los coeficientes correctivos que intervienen son:

- L, que tiene en cuenta la evolución planimétrica del trazo.
- W, que tiene en cuenta el ancho de los carriles y la presencia de obstáculos laterales.
- T, que tiene en cuenta la presencia de camiones y las características alométricas de la carretera que fuerzan a los mismos a velocidades inferiores a las permitidas a los automóviles.

Por lo tanto, la capacidad posible de la carretera será:

$$C = 2,000 * L * W * T$$

El coeficiente L es muy próximo a 1 y se podría omitir; sin embargo los valores de L en función de la velocidad directriz de la carretera se pueden tomar de la tabla VI-1.

Los valores del coeficiente W están indicadas en la Tabla VI-2 y depende del ancho del pavimento y de la presencia de obstáculos laterales en uno solo o en los dos sentidos de marcha, o bien del ancho de las bermas.

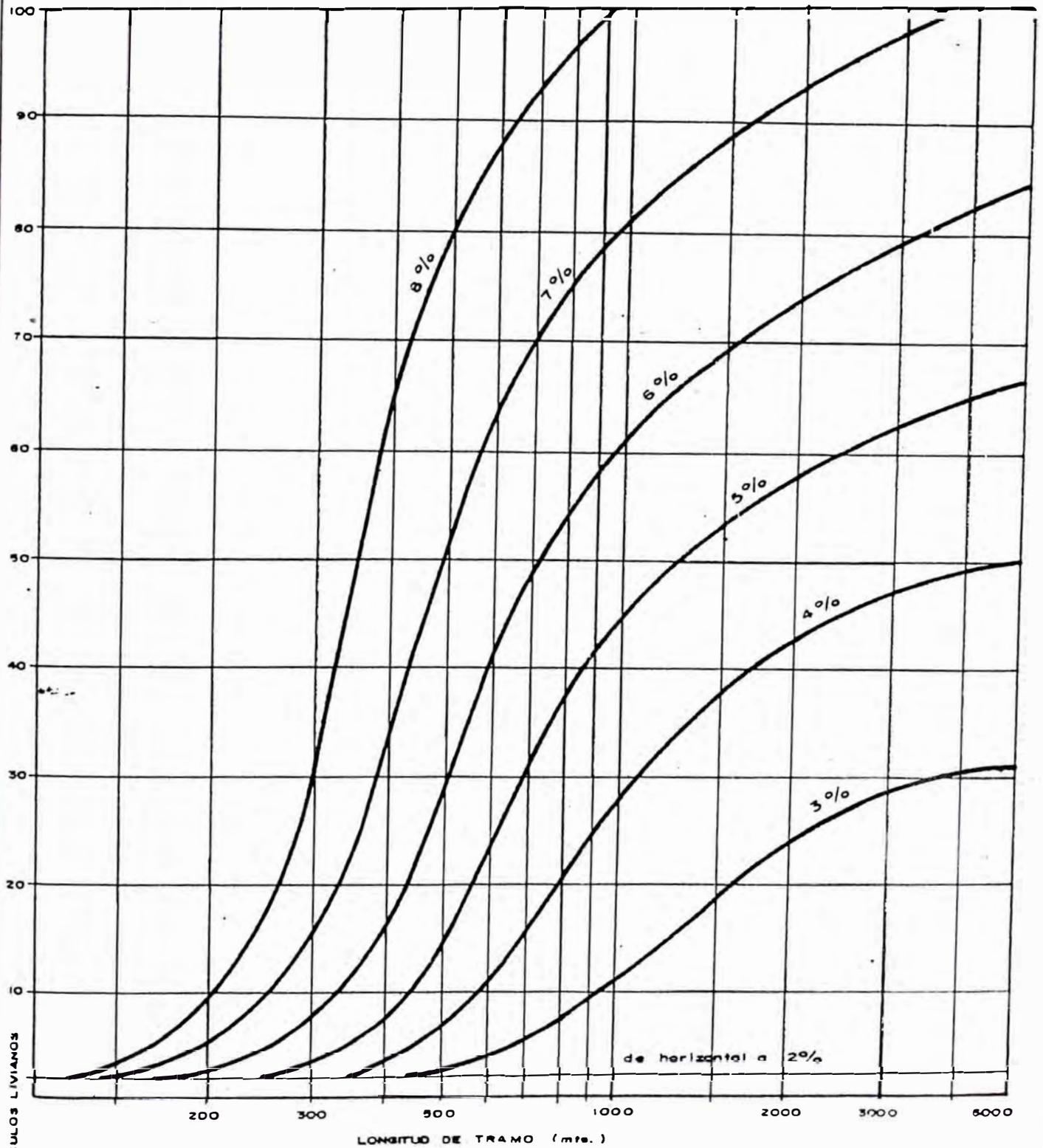
Los valores del coeficiente T se determinan con el empleo conjunto de los Diagramas de las láminas VI-a y VI-b

En la lámina VI-a se determina en las ordenadas la equivalencia de un camión, en automóviles, sobre un tramo de longitud y pendiente conocidas; una vez obtenido este valor y conocido el valor del porcentaje de tráfico pesado T_p , se obtiene en la lámina VI-b, el coeficiente de reducción T.

TABLA VI - 1

VALORES DEL COEFICIENTE “L” PARA CADA VELOCIDAD DIRECTRIZ

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/hr)	“L”
110	1.000
100	0.987
90	0.973
80	0.960
70	0.953
60	0.945
50	0.940
40	0.935
30	0.930



EQUIVALENCIA EN VEHICULOS LIVIANOS

LAMINA VI - a

EQUIVALENCIA DE VEHICULOS PESADOS A VEHICULOS LIVIANOS EN TRAMOS DE DISTINTA PENDIENTE Y LONGITUD.

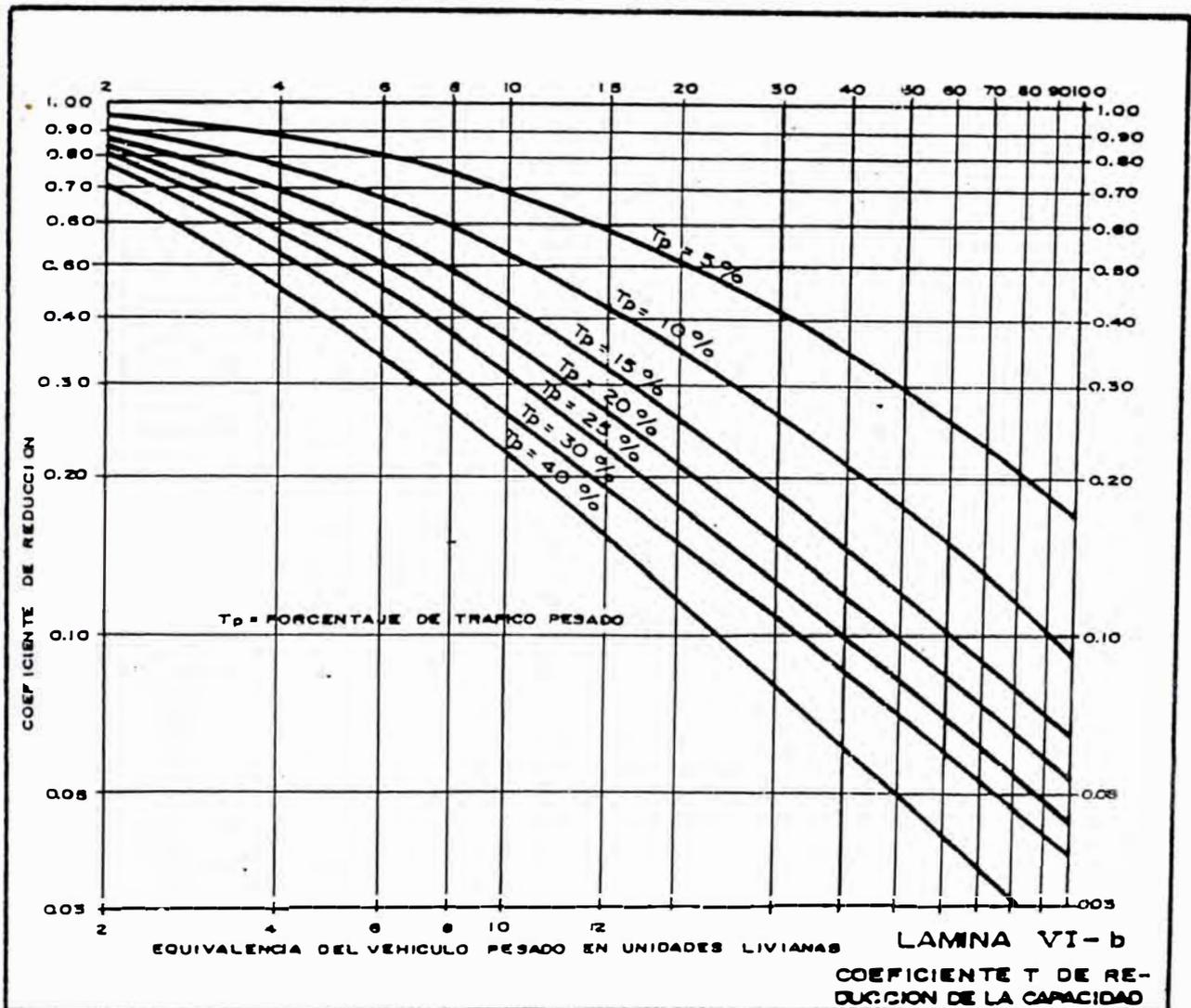


TABLA VI - 2

EFFECTO COMBINADO DEL ANCHO DEL CARRIL Y DEL ANCHO LATERAL LIBRE DE OBSTÁCULOS SOBRE LA CAPACIDAD DE UNA CARRETERA DE DOS CARRILES CON FLUJO DE TRÁFICO NO INTERRUMPIDO

DISTANCIA DEL BORDE DEL CARRIL AL OBSTÁCULO (m)	FACTORES DE CORRECCIÓN W							
	OBSTÁCULO DE UN SOLO LADO				OBSTÁCULO DE LOS DOS LADOS			
	CARRIL DE:				CARRIL DE:			
	3.65m	3.30m	3.00m	2.75m	3.65m	3.30m	3.00m	2.75m
1.80	1.00	0.88	0.81	0.76	1.00	0.88	0.81	0.76
1.20	0.98	0.85	0.79	0.74	0.94	0.83	0.76	0.71
0.60	0.93	0.81	0.75	0.70	0.85	0.75	0.69	0.65
0.00	0.88	0.77	0.71	0.66	0.76	0.67	0.62	0.58

Pues bien, la capacidad posible de la Carretera de dos carriles que se diseñará en el presente Estudio Definitivo de Mejoramiento se calculará de la siguiente manera:

CARACTERÍSTICA DE LA CARRETERA

- VELOCIDAD DIRECTRIZ = 40 KM/H
- ANCHO DE PAVIMENTO = 6.00 m
- PORCENTAJE DE TRÁFICO PESADO (Tp) = 34 %
- TRAMO EN PENDIENTE = 2.5 %, LONGITUD = 500 m.

La fórmula de la Capacidad es:

$$C = 2,000 * L * W * T$$

El factor “L” se determina de la Tabla VI – 1; para la velocidad Directriz de 40 Km/h, corresponde un factor $L = 0.935$

El factor “W” se determinará de la Tabla VI – 2; para obstáculos en ambos lados de la carretera a una distancia de 0.60m y con un ancho por carril de 3.00m, corresponde un factor $W = 0.62$

En la lámina VI – a, se determina el número de vehículos livianos equivalentes, en función del tramo crítico con pendiente = 2.5 % y de una longitud de 500m, cuyo valor es $N = 05$. Luego en la lámina VI – b, en función de la equivalencia del vehículo pesado en unidades livianas ($N = 05$) y el Porcentaje de Tráfico Pesado ($Tp = 34 \%$), se determina el valor del Coeficiente de Reducción “T”, que para el presente caso es $T = 0.38$

Una vez determinados estos factores se reemplaza en la fórmula de la capacidad:

$$C = 2,000 * 0.935 * 0.62 * 0.345$$

$$C = 399.993 \cong C = 400 \text{ veh/hora.}$$

Por lo tanto la capacidad posible de esta carretera será 400 vehículos

6.2.0 ANALISIS DE TRAFICO

Como la evolución técnica vial encuentra estrechamente ligada al avance de la industria automovilística, la carretera debe adaptarse a los progresos técnicos que tienden a hacer que los vehículos se vuelven cada vez más potentes y veloces.

Debido a que se necesita saber el flujo de vehículos que circulan por esta carretera, para el Diseño del Pavimento se tendrá que asumir un valor de Índice Medio Diario de Tránsito (I.M.D.), por no existir censos de Volumen de Tránsito por ser un proyecto de construcción de carretera.

Para el presente caso por ser una carretera perteneciente a la Red Vial Departamental se consideraron un I.M.D. = 400 vehículos / día, basado en el estudio realizado por el Departamento de Mantenimiento y Circulación Vial de la Municipalidad de la provincia de Azángaro, clasificándose por tipo de vehículos de la siguiente manera:

VEHÍCULO	I.M.D.
AUTOS Y CAMIONETAS	144
ÓMNIBUS	120
2 EJES	112
3 EJES	12
SEMI TRAYLERS	12

6.3.0 EL PAVIMENTO Y SU FUNCION RESISTENTE

El pavimento es un elemento estructural monocapa o multicapa apoyado en toda su superficie, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado, durante el cual debe recibir algún tipo de tratamiento para mantenerse en optimas condiciones y así su superficie de suave deslizamiento que regularmente esta predestinada a resistir el desgaste cumpla con su función de permitir la circulación de personas, animales y vehículos.

La estructura del pavimento es una combinación de cemento, firme y revestimiento, colocadas sobre un terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito

La construcción de un pavimento, bajo cualquier condición climática implica la preparación de una sub-rasante conveniente, proveer un drenaje adecuado y construirlo de manera que:

- Tenga un espesor total y una resistencia interna suficiente para soportar las cargas del tránsito.
- Impida la penetración o acumulación interna de humedad.
- Disponga de una superficie de rodamiento lisa, resistente al deslizamiento y resistente al uso, distorsión y deterioro provocado por agentes climáticos.

SUB – RASANTE

Es la que sirve de fundación al pavimento, después de haber sido terminado el movimiento de tierras, y que una vez compactado, tiene las secciones transversales y pendientes específicas en los planos de diseño.

La sub – rasante es la que soporta últimamente las cargas. De esta manera la función estructural de un pavimento es soportar las cargas de las ruedas en la superficie y distribuir y

transferir dichas cargas a la sub-rasante, sin sobrepasar la resistencia de las mismas y la resistencia interna del pavimento.

De su capacidad de soporte depende en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento flexible, semi – rígido. Por tal razón tendremos las siguientes condiciones:

- a) Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible y sustituirse éste por un suelo de mejor calidad.
- b) Si el terreno de fundación es regular ó bueno, podría prescindirse de la sub-base.
- c) Si el terreno de la fundación es malo, habrá que colocar una sub-base de material seleccionado antes de poner la base.
- d) Si el terreno de la fundación es excelente, podría prescindirse de la sub-base y la base.

SUB-BASE

Es una capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-rasante. Sus funciones son:

- a) Servir de capa drenante al pavimento
- b) Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.
- c) Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas, o de otras fuentes, protegido así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada. Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos donde la ascensión capilar del agua es grande.

Por otro lado, el material de sub-base, debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser: arena, grava, escoria de los alto hornos, o residuos de material de cantera. En algunos casos, es posible emplear para sub-base el material de la sub-rasante mezclado con cemento, etc.

El material a utilizar debe cumplir con lo siguiente:

- Las características de un suelo A – 1 o A – 2
- Su límite líquido debe ser inferior a 35%
- Su índice de Plasticidad no debe ser mayor de 6
- El CBR o valor soporte no podrá ser menor de 30%
- Si la función principal de la sub-base es servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz No 200 no ser mayor del 8%.

BASE

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-base. Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento o cal.

El material pétreo que se emplee en la base, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura
- b) No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- c) El porcentaje de Desgaste, según el Ensayo “Los Ángeles”, debe ser inferior a 50%
- d) La fracción del material que pase el tamiz No 40, ha de tener un límite líquido menor del 25%, y un índice de Plasticidad inferior a 6.

- e) La fracción del material que pasa por el Tamiz No 200, no podrá exceder del 1/2, y en ningún caso de los 2/3 de la fracción de material que pase el tamiz No 40.
- f) La graduación del material de base, es menester que se halle dentro de los límites indicados en el siguiente cuadro:

Nº Malla	% En Peso	Seco	Que Pasa	Tolerancias
2"	100	100	100	- 2
1 1/2"	90- 100	90 – 100	95 – 100	+/- 5
1"	80 – 95	80 - 95	80 – 95	+/- 5
3/4"	70 – 85	70 – 85	70 – 92	+/- 8
3/8"	40 – 75	40 – 70	50 – 70	+/- 8
Nº 4	30 – 60	25 – 55	35 – 55	+/- 8
Nº 10	20 – 45	15 – 40	25 – 42	+/- 8
Nº 30	16 – 33	10 – 25	12 – 25	+/- 5
Nº 40	15 – 30	8 – 20	10 – 22	+/- 5
Nº 80	10 – 22	5 – 15	4 – 14	+/- 5
Nº 200	5 – 15	8 – 2	0 – 8	+/- 3

- Partículas chatas y alargadas (ASTM D – 693) Máximo 20%
- Valor Relativo de Soporte, C.B.R. 2 días
Inmersión de agua (ASTM D – 1883) Mínimo 80%
- Sales Solubles Totales Máximo +/- 1%
- Porcentaje de Compactación del Próctor
Modificado (ASTM D – 1556) Mínimo 100%
- Variación del contenido óptimo
de humedad del Próctor Modificado +/- 1.5%

- g) El CBR o valor soporte deberá ser superior a 80%

La estructura del pavimento asfáltico por encima de la sub-rasante deberá estar compuesto por mezclas asfálticas y se le denominará asfáltico “INTAGRAL” O “ FULL DEPTH”.

La diferencia fundamental entre una base negra, es que esta última tiene resistencia a la tracción y comprensión para soportar las tensiones internas originadas por las cargas externas, mientras que la base granular no tiene resistencia a la tracción.

Por esta razón las bases asfálticas distribuyen la carga de las ruedas sobre una superficie más amplia que las bases granulares, requiriendo en consecuencia un espesor menor de la estructura total del pavimento.

6.4.0 METODOS DE DISEÑO Y DISEÑO PROPUESTO

Para el presente estudio se utilizará un método de diseño de pavimento flexible y no rígido, por ser el más adecuado para la zona del proyecto.

Para efectos de hacer la selección del pavimento más apropiado, haremos las siguientes justificaciones de nuestra elección:

- 1ro. El pavimento flexible es más económico que uno de cemento Pórtland (pavimento rígido).
- 2do. No requiere en su construcción el empleo de juntas de construcción, ni dilatación.
- 3ro. Se puede construir por etapas, cuando se prevee un importante crecimiento del tráfico, haciéndose necesario un espesor de pavimento mucho mayor que en el momento del estudio, puede construirse, por razones técnicas o económicas.
- 4to. En caso de asentamiento, la reparación de un cambio de concreto asfáltico es fácil, no así el pavimento rígido que necesita reconstruir el área de la losa.

5to. El tiempo necesario para la construcción y apertura del tránsito es menor que en los pavimentos rígidos.

6to. Los costos combinados de construcción y conservación son menores que los costos de construcción de cemento Pórtland.

7mo. Por otro lado, siempre existen problemas para conseguir Cemento Pórtland en los sitios muy alejados.

Pues bien, después de las justificaciones mencionadas, haremos una definición de lo que consiste un Pavimento Flexible. El Pavimento Flexible es una estructura formada por varios elementos que se denominan capas y que toman diferentes denominaciones particulares, pudiendo cada uno de ellos estar constituidos por diversos tipos de materiales.

Normalmente una carretera pavimentada con asfalto está constituida por los siguientes elementos básicos:

- a) La sub- rasante
- b) La sub – base
- c) La base
- d) La superficie de Rodadura.

La Estructura de los Pavimentos Flexibles, está compuesta por materiales que tienen sucesivamente mayor resistencia partiendo de la sub-rasante hacia la superficie de Rodadura.

Pues bien, para el diseño del Pavimento, se empleará el método del Instituto del Asfalto (ASPHALT INSTITUTE), el cual se desarrolla a través de las tres fases siguientes:

1) Determinación de un índice que represente la intensidad y la compactación del tráfico. La evaluación de dicho índice, llamado DESIGN TRAFFIC NUMBER o DNT se hará para una vida Útil de 20 años, con un incremento anual de 3%.

2) Evaluación de la capacidad de carga de la sub-rasante mediante la determinación del C.B.R, sobre muestras representativas. Este método para medir la capacidad de carga del suelo es el más difundido en el mundo.

3) Determinación del espesor total del firme, es decir de un firme convencional confeccionado integralmente con conglomerado asfáltico. El espesor encontrado podrá subdividirse en diferentes capas (sub-base, base y pavimentación), mediante el empleo de factores de sustitución que indican la equivalencia entre los conglomerados asfálticos y los materiales granulares.

Los factores de sustitución sugeridos indican que 1” de conglomerado asfáltico equivale a 2” de base granular y 2.7” de sub-base.

La sustitución de los materiales asfálticos con materiales granulares esta, por otro lado, limitada por un espesor mínimo de conglomerado asfáltico que según el tráfico, puede variar entre 3” y 6.5”, y comprende una capa de rodadura y una capa de nivelación.

La capa de rodadura mínima se fija en función del tráfico según la siguiente tabla:

TABLA DE ESPESORES DE LA CAPA DE RODADURA SEGÚN ES ASPHALT INSTITUTE	
DNT	ESPEJOR MINIMO
≤ 10	1”
10 – 100	1 ½”
≥ 100	2”

Para la determinación de los espesores totales, el **ASPHALT INSTITUTE** ha aislado unos gráficos en donde los espesores se obtiene en función del valor **R** y del tráfico.

La línea quebrada **AA** da los espesores mínimos de conglomerado en correspondencia de los diferentes DNT, mientras la línea quebrada indicada con **BB** individualiza los espesores mínimos del complejo pavimentación asfáltica – base granular, expresados también ellos como espesores equivalentes de conglomerado asfáltico.

La determinación del espesor de un firme se efectúa en la práctica de la siguiente manera:

Determinado el Índice del Tráfico y el C.B.R. de la sub – rasante, se define la línea inclinada, correspondiente al índice de tráfico.

La horizontal desde el punto de encuentro, da el espesor en pulgadas de un firme íntegramente confeccionado con conglomerado asfáltico.

Se puede verificar tres casos según el lugar donde se encuentre el punto de intersección:

1er. Caso

Si el punto de intersección se encuentra a la derecha de la línea **AA**, el firme está constituido solamente por una o más capas, todas de conglomerado asfáltico, cuyo espesor mínimo total está determinado por la intersección de la línea Índice de Tráfico adoptada, con la línea **AA**.

2do. Caso

Si el punto de intersección se encuentra en la zona comprendida entre las líneas **AA** y **BB**, el espesor ficticio total en conglomerado asfáltico se puede sub-dividir en una capa efectiva de conglomerado, cuyo espesor mínimo está determinado por la intersección de la recta índice de tráfico elegida con la línea **AA**, y por una capa base de material granular, cuyo espesor se obtiene multiplicando la diferencia entre el espesor total ficticio y el espesor mínimo en conglomerado asfáltico, por el factor de sustitución.

3er. Caso

Si el punto de intersección se encuentra a la izquierda de la línea **BB**; en este caso el espesor de conglomerado asfáltico se puede subdividir en:

a) Una capa de sub – base cuyo espesor se obtiene multiplicando por el correspondiente factor de equivalencia, la diferencia entre el espesor total del firme y el espesor correspondiente a la intersección entre la línea índice de tráfico y línea **BB**.

b) Una capa de base cuya altura se obtiene multiplicando por el correspondiente factor de equivalencia, la diferencia entre el espesor mínimo en conglomerado asfáltico y la línea **AA** y el espesor indicado por la intersección de la misma línea de tráfico con la línea **BB**.

c) Una capa en conglomerado asfáltico dado por la intersección de la línea de índice de tráfico con la línea **AA**.

Tal espesor podrá estar constituido a su vez por una capa de rodadura y una capa de nivelación.

• **DISEÑO DE LA CAPA DE PAVIMENTO**

Para el diseño utilizaremos el gráfico del instituto del Asfalto, que ha sido confeccionado teniendo como dato de Tráfico y el valor resistente de la sub –rasante (CBR).

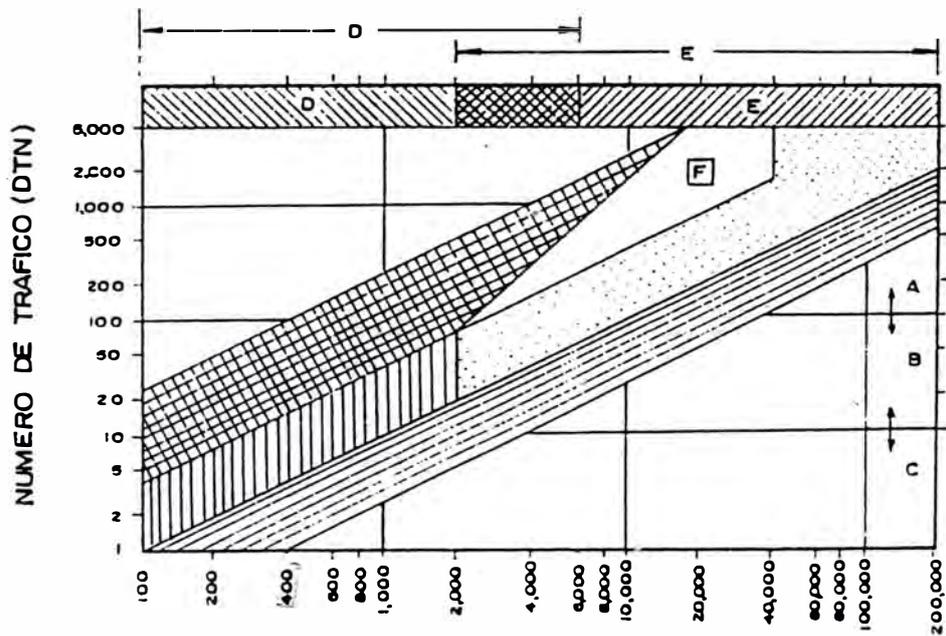
A continuación determinares dichos valores:

a) **INDICE DE TRAFICO (DTN)**

Para la obtención del Índice de Tráfico, nos basaremos en lo siguiente:

- I.M.D. = 400 vehículos / día (Tráfico Diario Inicial: I.D.T.)
- Carretera de doble carril.
- Vida Útil de la Carretera: 20 años
- Incremento Anual de Tráfico: 3%

GRAFICO PARA EL ANALISIS SIMPLIFICADO DEL TRAFICO



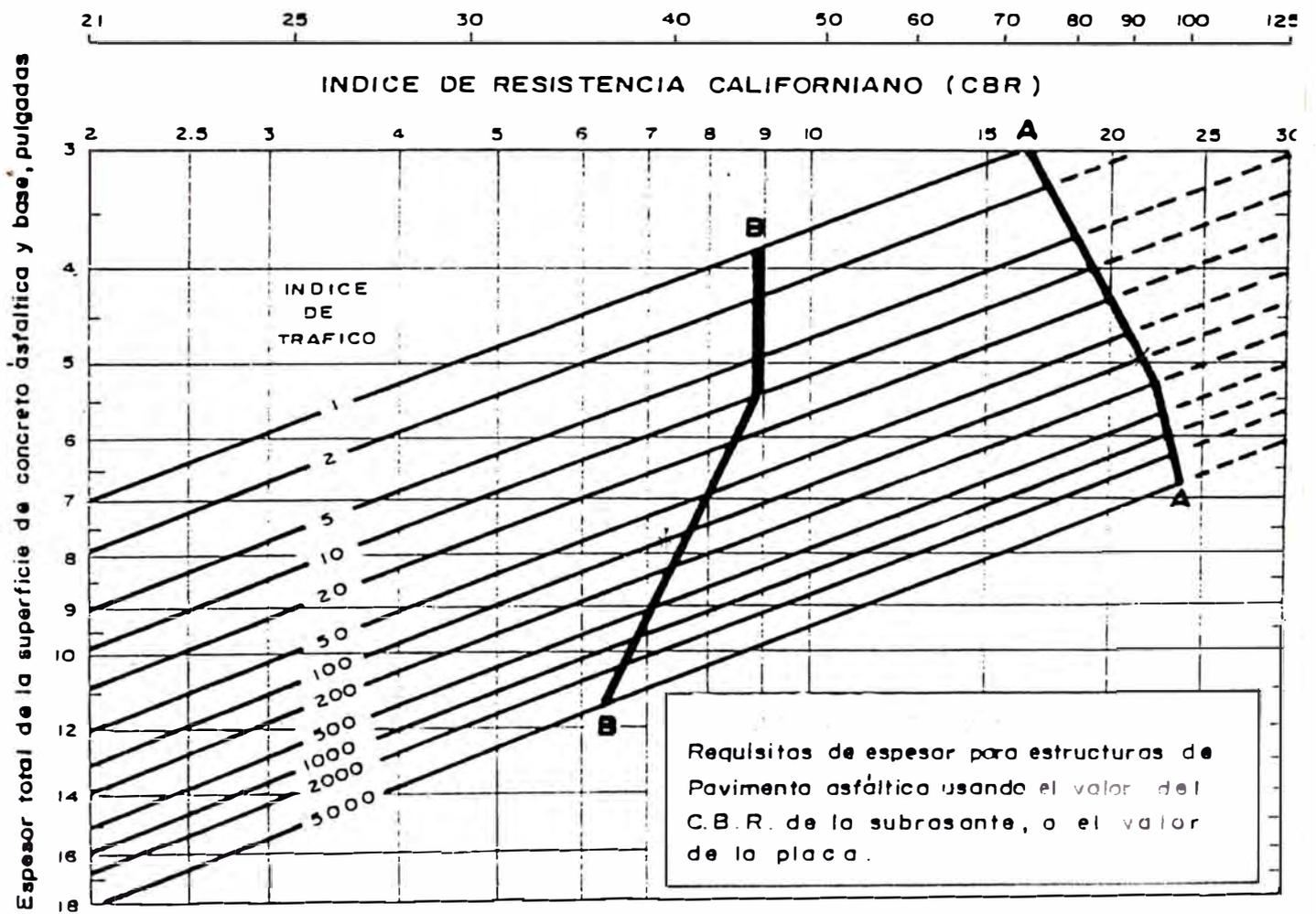
TRAFICO DIARIO INICIAL (I.D.T.) EN LAS DOS
DIRECCIONES

NOMENCLATURA

- | | |
|-------------------------------|---|
| A : TRAFICO PESADO | E : CARRETERA DE MAS DE DOS CARRILES |
| B : TRAFICO INTERMEDIO | F : ESTA ZONA DEL GRAFICO SE REFIERE A CARRETERAS PRINCIPALES INTER-URBANAS O URBANAS |
| C : TRAFICO LIGERO | |
| D : CARRETERA DE DOS CARRILES | |

- | | |
|--|--------------------------------------|
| | Carreteras principales inter-urbanas |
| | Carreteras principales urbanas |
| | Carreteras inter-urbanas secundarias |
| | Carreteras normales de la ciudad |

VALOR DE RESISTENCIA (Lb/pulg.)



La determinación del D.T.N. se efectuará mediante el método del Instituto del Asfalto cuyo gráfico se adjunta para la vida útil de la carretera de 20 años, con un incremento anual constante de tráfico de 3%; y del número promedio diario de los vehículos (I.D.T.) en concordancia de la clase y tipo de carretera.

Del gráfico, con el dato Tráfico Diario Inicial = 400 vehiculos / día, trazamos una perpendicular en dicho valor y encontramos que para un Tráfico Pesado (Zona A), carretera de doble carril y principalmente Inter-urbana, obtenemos un valor del Indice de Tráfico (DTN) igual a 100.

b) VALOR RESISTENTE DE LA SUB – RASANTE (CBR)

Este valor oscila a lo largo del tramo, ya que del Km 00+000 al Km 00+950 se tiene un C.B.R. DE 47.00 %, del Km 00+950 al Km04 +890 se tiene un C.B.R. de 16.00 % y del Km 04+890 al Km 10+000 un C.B.R. de 15.5 %. Para efectos de diseño se asume la condición mas critica del C.B.R. que para este caso es C.B.R. =15.5%.

c) CALCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Conociendo los valores del DTN y CBR se utiliza el ábaco del Instituto de Asfalto, para determinar el espesor total del pavimento. Los datos son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{INDICE DE TRAFICO (D.T.N.)} &= 100.00 \\ \text{C.B.R.} &= 15.5 \% \end{aligned}$$

Con estos datos, determinaremos que para un índice de trafico igual a 100 y un C.B.R. = 15.5 % la intersección de estos valores se encuentra a la derecha de la línea BB que como se puede observar corresponde al segundo caso de la determinación del espesor de un firme (base).

Por lo tanto, interceptando la línea de índice de tráfico con el valor del C.B.R., nos da un espesor mínimo total de $5 \frac{3}{4}$ ". Considerando que el espesor de base de concreto asfáltico se puede sustituir por una base granular y teniendo en cuenta que 1" de base de concreto asfáltico equivale a 2" de base granular, se tiene:

- Espesor Mínimo = $5 \frac{3}{4}$ ".
- Superficie de rodadura mínimo = 2"
- Base de concreto asfáltico = $5 \frac{3}{4}$ " - 2" = $3 \frac{3}{4}$ "

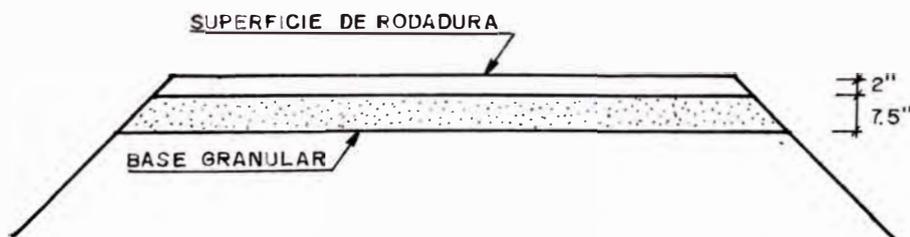
Utilizando el factor de equivalencia se tiene:

Base Granular = $3 \frac{3}{4}$ " * 2 = 7.5"

Por lo tanto la estructura del pavimento será:

- Superficie de rodadura = 2"
- Base Granular = 7.5"
-
- Espesor total = 9.5"

DISEÑO PROPUESTO :



CAPITULO VII
PROCESO CONSTRUCTIVO
DE LA OBRA

CAPITULO VII

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

7.1.0 ASPECTOS GENERALES

Para iniciar los trabajos de construcción del presente tramo en primer lugar se ha evaluado con el conocimiento in situ de la vía, analizando los aspectos de drenaje, medio ambiente y pavimento, para el levantamiento del inventario vial, a fin de cuantificar los defectos del camino y proponer las soluciones mas adecuadas a cada situación crítica existente; ciñéndose a los planos y especificaciones técnicas correspondientes, además analizando la parte de costos que se realizará teniendo en cuenta el uso de recursos de la zona y su participación en las diferentes actividades que se ejecutan en la rehabilitación de la vía.

El punto de inicio se encuentra ubicado a la salida de Azángaro, a la altura del puente que une la ciudad con el tramo en estudio. Cabe mencionar que este tramo cuenta con un punto crítico en la progresiva Km 7+910 sobre la cual se construirá la batería de alcantarillas TMC D=72”.

En general por tratarse de una zona lluviosa en una buena parte del año, los caminos son susceptibles de sufrir daños por erosión en las zonas con pendientes y por inundación en las zonas planas o bajas, por tal motivo se tendrá especial cuidado en la construcción del sistema de drenaje y la superficie de rodadura, para minimizar los daños por las causas descritas.

Debido a que se va a ejecutar una rehabilitación se recomienda mantener el eje de la vía actual.

7.2.0 OBRAS DE REHABILITACIÓN

7.2.1 OBRAS PRELIMINARES

Las obras preliminares comprenden la instalación del personal técnico calificado y no calificado, en un campamento que para este caso no es necesario construir instalaciones con carácter temporal para el servicio del personal, almacenamiento, y cuidado de materiales y equipos durante la ejecución de la obra y se dice que no es necesario debido a que el tramo carretero empieza en la ciudad de Azángaro y los costos de alquiler de vivienda son cómodos, teniendo en cuenta que uno de los objetivos del proyecto es reactivar temporalmente la economía de la zona, se alquilará una casa – habitación.

Paralelamente a la instalación del personal se empezará la movilización de equipo a la zona de trabajo, el pool de maquinaria necesario para tener un avance acorde a lo programado constará de: 01 Tractor D7, 01 Cargador frontal 950b, 04 Volquetes de 15 m³, 01 rodillo liso vibratorio de 7-10 ton, 01 cisterna de 2000 gln, 01 Motoniveladora de 125-140 H.P, el cual se movilizará desde el lugar que crea conveniente el contratista hasta Azángaro.

Además se efectuará el reconocimiento del terreno para realizar el trazo y replanteo que consta de la nivelación del eje de la carretera así como el replanteo de curvas definiendo los alineamientos y estacado necesario para dar inicio a los trabajos de las partidas siguientes, asimismo se efectuarán dentro de este ítem la ubicación de las zonas sobre las que se construirán obras de arte, obras de drenaje, muro de contención y la ubicación exacta de la batería de alcantarillas de $\phi = 72''$, las mismas que deberán contar con la aprobación del ingeniero supervisor.

7.2.2 EXPLANACIONES

Comprende las excavaciones, y rellenos a realizar para conformar la plataforma antes de realizar el perfilado y compactación de la sub-rasante y de acuerdo a los planos e indicaciones del supervisor. Las excavaciones se realizarán para mejorar algunas curvas

verticales y en otros casos para retirar material de menor calidad al requerido para ser reemplazado por material de préstamo.

Para el corte en material suelto se utilizará el equipo apropiado para la excavación respetando las cotas ya establecidas en el replanteo y teniendo especial cuidado en el material a emplear en el relleno, este material debe estar libre de tocones, vegetales y materia orgánica, debido a que esto dificulta las labores de compactación y ocasiona posteriores problemas de asentamientos diferenciales por descomposición de la materia orgánica.

La compactación del material de préstamo se realizará con un rodillo liso vibratorio, por capas de un espesor mínimo de 20 cm y con el riego necesario para obtener en el terraplén una densidad de por lo menos el 95% de la máxima densidad obtenida por el control de campo a través del método de AASHTO T180 (Proctor Modificado).

Muchas causas de falla de los pavimentos se encuentran en el suelo de fundación por lo que la ejecución de las explanaciones juega un rol importante para evitar sorpresas futuras, en el comportamiento mecánico de la plataforma.

En algunos tramos será necesario levantar la sub.-rasante para evitar que la superficie de rodadura se cubra de agua en época de lluvias, por encontrarse la carretera en hondonadas. La superficie sobre la que se construya el terraplén será previamente escarificada.

7.2.3 PAVIMENTOS.

Finalizado el trabajo de explanaciones se colocará la base granular con material de préstamo sobre la superficie de rodadura y para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1) Se realizará el perfilado y compactación de la sub-rasante con el equipo sgte:
 - 01 Motoniveladora
 - 01 Rodillo liso vibratorio de 7-10 ton.

- Cisterna de 2000 gln.

Teniendo en cuenta los perfiles, alineamientos y cotas respectivas replanteadas, se pondrá especial énfasis al realizar esta actividad, al darle el bombeo a las tangentes, peralte respectivo a las curvas, y realizar cortes menores para mejorar las curvas verticales de tal manera que estos trabajos faciliten la colocación de la base granular del afirmado, en caso contrario se utilizará mayor volumen de material de préstamo para conformar las tareas ya descritas.

La sub-rasante es regular por que tiene un C.B.R. que está comprendido entre 10% y 60% por lo tanto no necesita ser reemplazada ó estabilizada con materiales de mejor calidad.

- 2) Se prepara material en las canteras ubicadas en el Río Azángaro (Hormigón) ubicada en la progresiva Km 2+00 y en la cantera de finos (Arcilla) ubicada en la progresiva Km 11+500 en los porcentajes establecidos en el diseño de mezcla realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad del Altiplano. Para este trabajo se utilizará un tractor de oruga CAT-D6 ó CAT-D7 dependiendo de la frecuencia de viajes que se necesiten para que los volquetes trabajen al máximo de su capacidad. Se debe tener especial cuidado de trabajar en el Río en épocas de crecida, sobre todo en los meses de Diciembre a Abril y de mantener el acceso en buen estado
- 3) Se debe colocar señales de prevención para evitar accidentes en las zonas de trabajo debido a que el tramo tiene tráfico constante y al momento de empezar a transportar el material de base se va a tener 04 volquetes de 15 m³ en movimiento por la carretera.
- 4) Para tener una mejor adherencia entre el afirmado y la sub-rasante se escarificará ligeramente la superficie sobre la cual se colocará afirmado.
- 5) Posteriormente se cargará los volquetes en la cantera con hormigón y arcilla en un porcentaje ya establecido por el diseño de mezcla que en nuestro caso es de 85% de hormigón y de 15% de arcilla, que será llevado y descargado sobre la superficie

escarificada. Debido a que el hormigón del Río Azángaro es uniforme en su constitución y no presenta piedras grandes, no se necesita eliminar piedras grandes por zarandeo, pero si es necesario colocar peones con rastrillo para eliminar terrones de la arcilla, de tal manera que cuando se haga la mezcla se obtenga un material uniforme. El cargador frontal debe preparar un área suficiente para que pueda desplazarse tanto para cargar el material preparado como para efectuar la descarga del material en la tolva del volquete, se tratará en lo posible que el volquete se ubique en un lugar lo mas bajo posible y cercano al material acumulado. Además se tendrá mucho cuidado de no exigir al cargador frontal a realizar dos trabajos simultáneos como girar y levantar la pala al mismo tiempo.

- 6) El cálculo de la distancia de transporte es muy importante para definir los costos reales de transporte de materiales para bases granulares, además el factor de esponjamiento que se asumirá en obra para los materiales que se está usando es fundamental, para calcular el volumen real de hormigón y arcilla que será necesario transportar para conformar la base.

La distancia media de transporte se determina por el método de centros de masa y distancia de acceso de la cantera al eje de la carretera, de acuerdo a la distancia de transporte se determinará si es necesario agregar más volquetes para cumplir con las metas programadas.

Es muy importante calcular el espaciamiento entre volquetes, para disminuir los tiempos muertos que tendrá el cargador frontal y para los pases respectivos en las plazoletas de volteo, si los hubiere que en este caso no es necesario. Para la descarga del material los volquetes lo harán a media marcha, de tal manera que el material sea dejado un poco esparcido y facilite el trabajo de la motoniveladora.

- 7) Finalmente el esparcimiento y nivelación del material colocado por los volquetes se realizará con una Motoniveladora de 125-140 H.P, debido a que es una mezcla de hormigón y arcilla; primeramente se volteará en toda la profundidad de la capa con la cuchilla llevándola alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada por lo menos cuatro veces, hasta que se obtenga una mezcla uniforme, durante todo este proceso

se regará la mezcla con una cisterna de 2000 gln, hasta alcanzar el óptimo contenido de humedad recomendado por el estudio y la supervisión. Cuando la mezcla ya esté uniforme será otra vez esparcida y perfilada hasta alcanzar la sección transversal que se muestra en los planos y las cotas establecidas y determinadas por la topografía. En esta parte se hace el control del bombeo ó peralte respectivo según sea el caso debiendo respetar el emplantillado ya determinado.

- 8) Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, deberá compactarse en su ancho total por medio de un rodillo liso vibratorio de 7-10 ton; que se realizará desde los costados hacia el centro en el sentido paralelo al eje de la carretera y deberá continuar así hasta alcanzar la compactación exigida por el estudio que no puede ser inferior al 95% de la máxima densidad Proctor modificado (AASHTO T-180). Cualquier irregularidad ó depresión que surja durante la compactación deberá corregirse escarificando el material en estos sitios y retirando el material, sustituyéndolo por otro en el caso de acolchonamientos, para volver a rodillar hasta obtener una superficie uniforme lisa. Los controles de campo de compactación, servirán para controlar el espesor de la superficie compactada y se realizarán cada 300 m., este espesor no debe diferir de +/- 1 cm. de las cotas ya determinadas.

7.2.4 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

Las obras de drenaje se realizarán simultáneamente con la colocación de la base y la limpieza de las cunetas, así como la excavación de cunetas se realizará con la motoniveladora de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas respectivas, respetando las dimensiones de la cuneta y efectuándose la limpieza en los lugares donde se necesite.

A) TAJEAS DE PIEDRA

Las tajeas de piedra son estructuras que sirven para evacuar las aguas de pequeñas áreas y su construcción es rústica y manual, comprende cuatro etapas como son:

- 1) Extracción de cantera de piedra seleccionada y carguío en forma manual al volquete.
- 2) Transporte de la piedra en un volquete hasta la progresiva, sobre la cual se ubica la tajea y se realizará el cálculo respectivo de la distancia de transporte.
- 3) Colocación de la piedra por personal técnico calificado, que será tallada para buscar uniformidad en las caras y ángulos de tal manera que cuando se coloquen las piedras la junta vertical y horizontal sea mínima. La unión y sellado de la junta se realizará con concreto.
- 4) Finalmente se rellena con material de préstamo hasta alcanzar el nivel de la rasante determinada por el emplantillado del replanteo topográfico.

B) BATERIA DE ALCANTARILLAS.

El inicio de los trabajos empieza con el transporte de las alcantarillas T.M.C. tipo ARMCO desde Lima hasta la ciudad de Azángaro e inmediatamente a la progresiva Km. 7+910 donde se construirá la batería de alcantarillas.

Para el desvío y encauzamiento se utilizará un tractor de orugas de 190-240 H.P. que desviará el Río indistintamente hacia el lado derecho ó izquierdo con la finalidad de permitir que los trabajos se ejecuten preferentemente en seco.

Se empezará la excavación de material suelto con fines de cimentación, en los cabezales y en las pantallas, con la posterior eliminación de excedentes hasta los botaderos autorizados por la supervisión para que no tengan impacto ambiental. Paralelamente se realizará la excavación no clasificada bajo agua para nivelar el fondo del cauce ya sea con material propio ó con material de préstamo.

A continuación se vaciará el solado para zapatas con concreto, cemento : Hormigon en la proporción 1:6; se prepararán los paneles con planchas de triplay de 18 mm., las soleras, puntas, pies derechos y todo el encofrado en general para empezar los trabajos, en el

encofrado de las zapatas de pantallas y muros de cabezales, se vaciarán por cada 1.20 m de altura y por ser un vaciado masivo se tendrá cuidado en controlar la generación de calor debido al proceso de hidratación del cemento, con los resultantes cambios de volumen en el interior de la masa de concreto y el incremento en el peligro de fisuración del mismo.

Entonces para controlar la temperatura del concreto se debe colocar a una temperatura relativamente baja, emplea cemento de bajo contenido de aluminato tricálcico y silicato tricálcico. Debe tenerse en cuenta que un concreto masivo no es necesariamente aquel en el cual el agregado grueso tenga un tamaño máximo nominal alto.

El concreto debe tener trabajabilidad al estado no endurecido, de tal manera que debe tener la capacidad de ser manipulado y transportado en boogues, para ser colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad, así como para ser acabado sin que se presente segregación y exudación.

La consistencia del concreto define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma que determinará si el concreto es consistente (0"-2"), plástico (3-4") ó fluido (más de 5"), y se determinará por el método del cono de Abrams, ó método de Slumps y se definirá la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas ó milímetros, de una masa de concreto que previamente halla sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Al controlar el asentamiento en obra se controla directamente la uniformidad en la consistencia y trabajabilidad necesarias para una adecuada colocación, e indirectamente el volumen unitario de agua, la relación agua-cemento y las modificaciones en la humedad del agregado. Los requisitos de agua se incrementarán conforme el perfil del agregado se hace más angular y la textura más rugosa.

La relación agua cemento influye determinantemente en la resistencia del concreto, siendo mayores las resistencias conforme dicha relación se hace menor.

La durabilidad de la estructura es un punto muy importante, debido a que la estructura estará sometida a procesos de congelación y deshielo en la época de Abril a Agosto, por lo tanto se

utilizará relaciones agua-cemento bajas para prolongar la vida del concreto al reducir el volumen de poros capilares, incrementar la relación gel-espacio, y reducir la impermeabilidad y absorción, disminuyendo por todas las razones expuestas la posibilidad de penetración de agua ó líquidos agresivos de tal manera que cuanto más impermeable es el concreto, será mas durable y resistente a las heladas.

El mezclado de concreto debe ser uniforme y después de colocado debe ser permanentemente vibrado para eliminar los espacios vacíos y cangrejeras, especialmente en las esquinas y ángulos.

Cabe señalar que las alcantarillas se armarán en paralelo y armonía con el encofrado de las pantallas y el empemado se realizará de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, este trabajo será realizado después de haber conformado el manto de asentamiento y verificado los niveles de apoyo de la estructura.

Al completar todos los anillos se debe chequear: dimensiones, radios de curvatura, simetría y calidad de las costuras, la transición de curvatura de lámina a través de la costura debe ser gradual y los valores de deformación deben ser máximos de 2%.

Después de vaciar la primera capa se desencofrará después de 3 días, luego se procederá a encofrar y armar la siguiente capa para su posterior vaciado. Por cada día de vaciado se sacarán probetas ó testigos para determinar en el laboratorio la resistencia alcanzada a los 7, 14, y 28 días, los encofrados estarán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma, además todo encofrado para volver a ser usado, no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado e inclusive cepillado antes de ser colocado nuevamente.

Antes de vaciar la siguiente capa se procederá a unir el concreto endurecido con el concreto fresco mediante el uso de un adhesivo epóxico ó resina estructural de alta calidad. Antes de aplicar el adhesivo, se deberá preparar adecuadamente la superficie y la preparación y aplicación de la resina se hará de acuerdo a las especificaciones del fabricante y en presencia de la supervisión.

Después del desencofrado se procederá al curado de la estructura, debido a que la superficie debe mantenerse húmeda por lo menos durante 7 días si se ha usado cemento Pórtland, y durante 3 días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial.

El procedimiento ya descrito se repetirá hasta que los cabezales y pantallas, e inclusive el sardinel, sean construidos en su totalidad.

Concluidos estos trabajos se procederá a realizar la protección superficial de las alcantarillas en su cara externa que estará en contacto con el relleno de material clasificado.

Finalmente se procede a realizar los diversos rellenos que por fines prácticos se separan en capas debido a que los rendimientos del personal son diferentes; sea por el grado de dificultad que se tiene, que es mayor a la profundidad y el rendimiento va aumentando en la medida que el relleno va saliendo a la rasante ya determinada por el control topográfico.

Para el relleno se utilizará material seleccionado que será colocado y apisonado en capas de 15 cm., para la compactación se utilizará planchas compactadoras vibratorias de 4 H.P., además se tendrá un laboratorio de suelos permanente en obra para realizar los controles de compactación respectivos ya descritos anteriormente para la compactación de la base de afirmado.

Y para terminar los trabajos de protección de la estructura se realizará un emboquillado, aguas arriba y aguas abajo con terminación en uña para no permitir la socavación por vórtice que se produce al salir las aguas de la batería de alcantarillas.

C) MURO DE CONTENCIÓN

La construcción del muro de contención es con fines de completar y dar estabilidad a la plataforma en la progresiva Km 00+980. El proceso constructivo es parecido al descrito para tajeas de piedra agregando, al acabado del muro el talud necesario y descrito por los

planos y colocando un sardinel de concreto armado para el acabado final. El muro de contención se realizará antes de colocar la base granular.

7.2.5 SEÑALIZACION

Las señales pueden ser preventivas, informativas, reglamentarias y se confeccionarán en plancha galvanizada de 1/16" de espesor y con dimensiones de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas, así mismo los colores a usar varían de acuerdo al tipo de señal que se va a colocar.

El poste de fijación será de fierro galvanizado de 2" y 3.3 mm., serán pintados con dos manos de pintura blanca y negra con una separación de 0.30 m., se sujetarán con pernos de ½"*4".

La cimentación del poste se hará con concreto ciclópeo $f'c=140$ kg/cm² con dimensiones de 0.60*0.60*0.30.

Los postes kilométricos se colocarán a intervalos de 1.00 Km, a la derecha y en el sentido del tránsito que circulan desde el origen de la carretera hacia el término de ella, serán de concreto $f'c = 140$ KG/CM² con refuerzo de fierro de construcción de 3/8" con estribos de alambre n° 08 a 0.15m., tendrán una altura de 1.20 m. y se cimentarán a 0.50m.

7.2.6 MANTENIMIENTO VIAL

El mantenimiento vial se realiza durante el tiempo de ejecución de la obra y después de terminada continuará en poder del contratista hasta su recepción por la entidad respectiva, comprende los siguientes trabajos:

- 1) Eliminación de piedras ó cualquier obstáculo sobre el camino.
- 2) Limpieza de huaycos y derrumbes.

- 3) Limpieza de cunetas, alcantarillas y en general toda labor de mantenimiento del sistema de drenaje.
- 4) Nivelación de la superficie de depresiones producidas por asentamientos ó cualquier otra causa mediante el relleno y compactación con material y equipo adecuado según sea el caso.
- 5) Estabilidad de taludes, y finalmente se realizará el perfilado y compactación de la rasante con motoniveladora, rodillo liso vibratorio, y cisterna quedando la plataforma y obras de drenaje listos para la recepción por la entidad respectiva.

CAPITULO VIII

PROGRAMACIÓN DE OBRA

CAPITULO VIII

PROGRAMACIÓN DE OBRA

8.0.0 DEFINICIÓN

La programación de obra es el conjunto de actividades mediante las cuales se planifica la ejecución de un proyecto.

La realización de un proyecto tiene dos fases:

- La planificación.
- La ejecución.

8.1.0 LA PLANIFICACIÓN

Consiste en un análisis de las actividades que deben intervenir en el proyecto y el orden en que se correlacionarán al desarrollarse y como serán controladas.

A continuación se describe la manera de ejecutar cada una de las actividades y se determina las fechas de inicio y terminación de cada actividad.

La planificación se subdivide en tres partes:

- a) El Planeamiento.
- b) La Programación
- c) Control y Evaluación.

a) EL PLANEAMIENTO

Es el conjunto de decisiones que en forma ordenada y sistemática se realiza para generar un proceso productivo del modo más eficiente.

Se selecciona el método de trabajo, fuentes de trabajo, se hace el análisis de costos unitarios e indirectos, se evalúa la disponibilidad de mano de obra, materiales y recursos en la zona.

Así mismo se determina las fuentes de energía, el tipo de equipos (máquinas) y herramientas que serán empleadas en los trabajos y la seguridad del personal y de la maquinaria para evitar accidentes de trabajo. En la distribución en planta se ubican las instalaciones provisionales donde se ubicarán los almacenes, áreas para habilitar fierro y encofrados, ubicación de canteras y de esta manera maximizar la eficiencia de las operaciones para una alta calidad de los trabajadores.

b) LA PROGRAMACIÓN

Es la elaboración de tablas y gráficos en los que se muestran los tiempos de duración, de inicio y de terminación de cada una de las actividades (operaciones) que forman el proyecto en general en armonía con los recursos disponibles.

c) CONTROL Y EVALUACIÓN

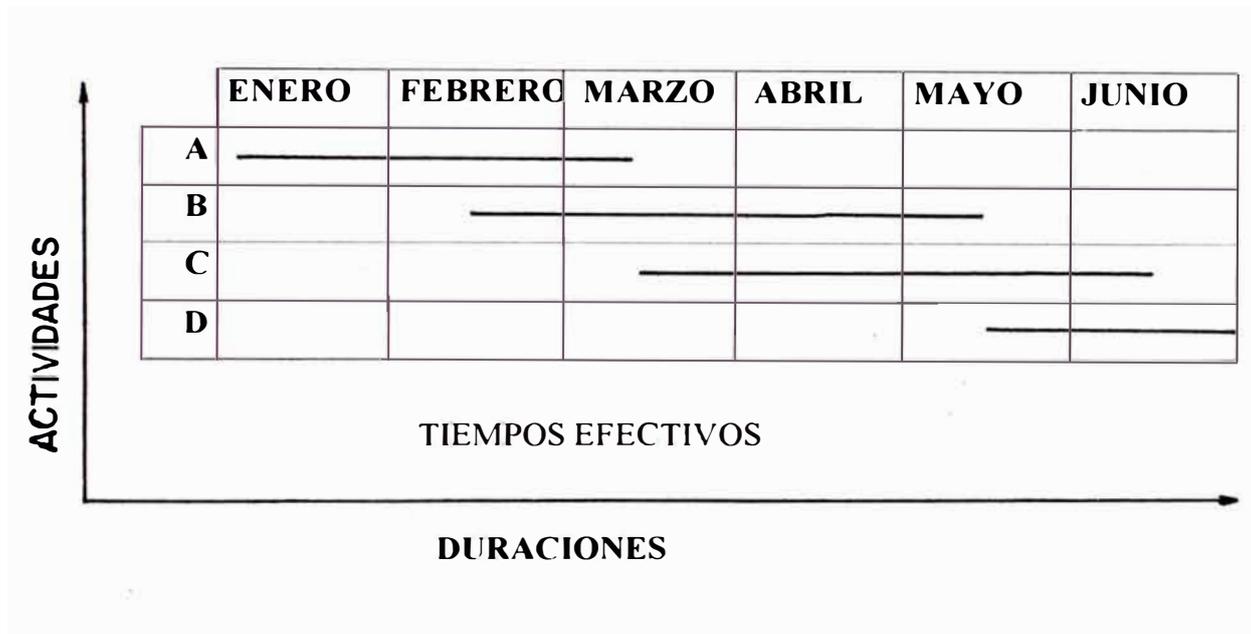
Consiste en establecer parámetros comparativos entre lo que estaba planeado y lo que está sucediendo en el campo. Estos resultados facilitarán la corrección de posibles desviaciones y su consiguiente optimización.

La planificación gráfica de un proyecto, se puede desarrollar mediante dos métodos más comunes:

- El Diagrama de Gantt.
- La Programación PERT-CPM.

- **EL DIGRAMA DE GANTT (DIAGRAMA DE BARRAS).-**

En si es un diagrama cartesiano; que partiendo de dos ejes ortogonales entre si, puede estudiar las relaciones existentes entre dos variables: Actividades versus Duraciones de las mismas.



- ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA DE BARRAS.

Se acostumbra hacer con mayor o menor detalle, antes de la iniciación del proceso. Se procederá así:

- 1) Se determina cuales son las actividades principales del proceso.
- 2) Se hace una estimación de la duración efectiva de cada actividad.
- 3) Se representa cada actividad mediante una barra recta cuya longitud, es la escala, la duración efectiva de la actividad.
- 4) Se convierte la escala de tiempos efectivos en una escala de días calendario. Teniendo en cuenta los días no laborables y el estado probable del tiempo en las diferentes épocas del año, si dicho factor tiene importancia en la ejecución.

- VENTAJAS

En su concepción original, este método de planificación, da una idea clara de cómo planear, programar y controlar procesos productivos en forma sencilla.

-DEFICIENCIAS

- a) No define cuales son las actividades críticas.
- b) Es posible asegurar la fecha de terminación de cada actividad y del proyecto, pero con mucha incertidumbre.

EL PERT - PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE.

El fundamento de esta técnica de planeamiento y control, tiene como fundamento el grafo o red que representa y relaciona las múltiples actividades para alcanzar el objetivo de un proyecto por medio de una gráfica.

El PERT introduce el cálculo de probabilidades en la estimación de las duraciones y en las fechas de terminación.

Si bien el PERT estima las duraciones de las actividades, tanto en el sentido determinístico y probabilístico; básicamente se concentra en las actividades en las que hay incertidumbre en cuanto a las fechas de comienzo y terminación de las mismas.

-VENTAJAS.

Ayuda a la producción de planes realistas, detallados y de fácil difusión, que incrementan las probabilidades de alcanzar los objetivos del proyecto, además centra la atención en las partes críticas del proyecto.

Separa el proceso de planeamiento del proceso de programación.

Informa sobre la utilización de los recursos y la verificación de la marcha del desarrollo del proyecto.

- DEFICIENCIAS.

La deficiencia mas importante del PERT o limitación es que no considera importantes los costos de las actividades y por ende la utilización de los recursos.

- CONSTRUCCIÓN DEL GRAFO PERT.

Se procede de la siguiente manera:

Se especifica el objetivo del proyecto y se hace una lista de las actividades que son necesarias para realizar el proyecto. Se dibuja un grafo esquematizado del proyecto y se enumeran los sucesos del grafo, para finalmente anotar las estimaciones de las duraciones de las actividades.

El grafo PERT consta de dos elementos básicos:

- Sucesos
- Actividad



El PERT considera a los sucesos orientados.

Un grafo orientado hacia los sucesos, es aquél en el que todas las identificaciones y descripciones corresponden a los sucesos que tienen lugar durante el transcurso del proyecto. Para dar forma a la esquematización del grafo, el programador que lo prepara, debe contestar a tres preguntas por cada suceso que sitúa:

- 1) Qué sucesos y actividades deben efectuarse antes que tenga lugar este suceso ?
- 2) Qué sucesos y actividades no pueden efectuarse hasta que tenga lugar este suceso ?
- 3) Qué sucesos y actividades pueden efectuarse simultáneamente ?

- **EL SUCESO**

Esta representado por un elipse, es un instante específico en el tiempo. Un suceso puede ser el principio o el fin de una actividad física o mental; un punto en el tiempo que puede ser identificado claramente.

- **LA ACTIVIDAD**

Esta representado por una flecha, es el trabajo necesario para alcanzar un Suceso. Un grafo PERT comienza en un único suceso inicial, se ramifica en varios caminos que ligan diversos sucesos y termina en un único suceso final que señala el fin del proyecto.

Muchos analistas parten desde el suceso final del grafo y van retrocediendo hasta llegar al suceso inicial en el bosquejo PERT, Una actividad no puede empezar hasta que todas sus actividades precedentes hayan sido terminadas.

EL CPM – CRITICAL PATH METHOD.

Esta técnica de planeamiento y control tiene como fundamento el grafo o red y se desarrolló como una técnica orientadora hacia la ejecución óptima de las actividades de un proyecto; busca la optimización de los costos con el adecuado empleo de los recursos y duración de las actividades del mismo y se basa en la experiencia, lo que lo libera de la incertidumbre del tiempo.

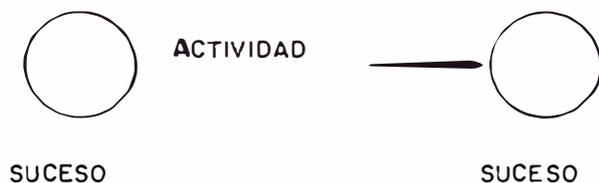
VENTAJAS.

Las ventajas que ofrece es que permite la simulación de caminos alternativos de acción en las operaciones de producción y además permite definir funciones y responsabilidades entre el personal encargado de la ejecución de las actividades. Permite mejorar la planificación y ejecución del proyecto reduciendo al mínimo las contingencias adversas a los trabajos.

DEFICIENCIAS.

Las deficiencias que ofrece es que el CPM por basarse en la experiencia, solo considera las duraciones determinísticas en la estimación de las duraciones de las actividades, lo que le impide hacer predicciones probabilísticas en los proyectos de mediano y largo plazo.

El grafo CPM sigue los mismos lineamientos que el Grafo PERT en su construcción.



LA PROGRAMACIÓN PERT-CPM.

PERT = Program Evaluation and Review Technique.

CPM = Critical Path Method.

Cada una de las técnicas de dirección descritas presentan ventajas y limitaciones en la planificación de proyectos, en la actualidad, tanto el PERT y el CPM, se les trata como una sola técnica combinada, por tener ambas los mismos fundamentos: empleo de una lógica secuencial y el uso de grafos para representar el desarrollo de un proyecto; de esta forma se ha

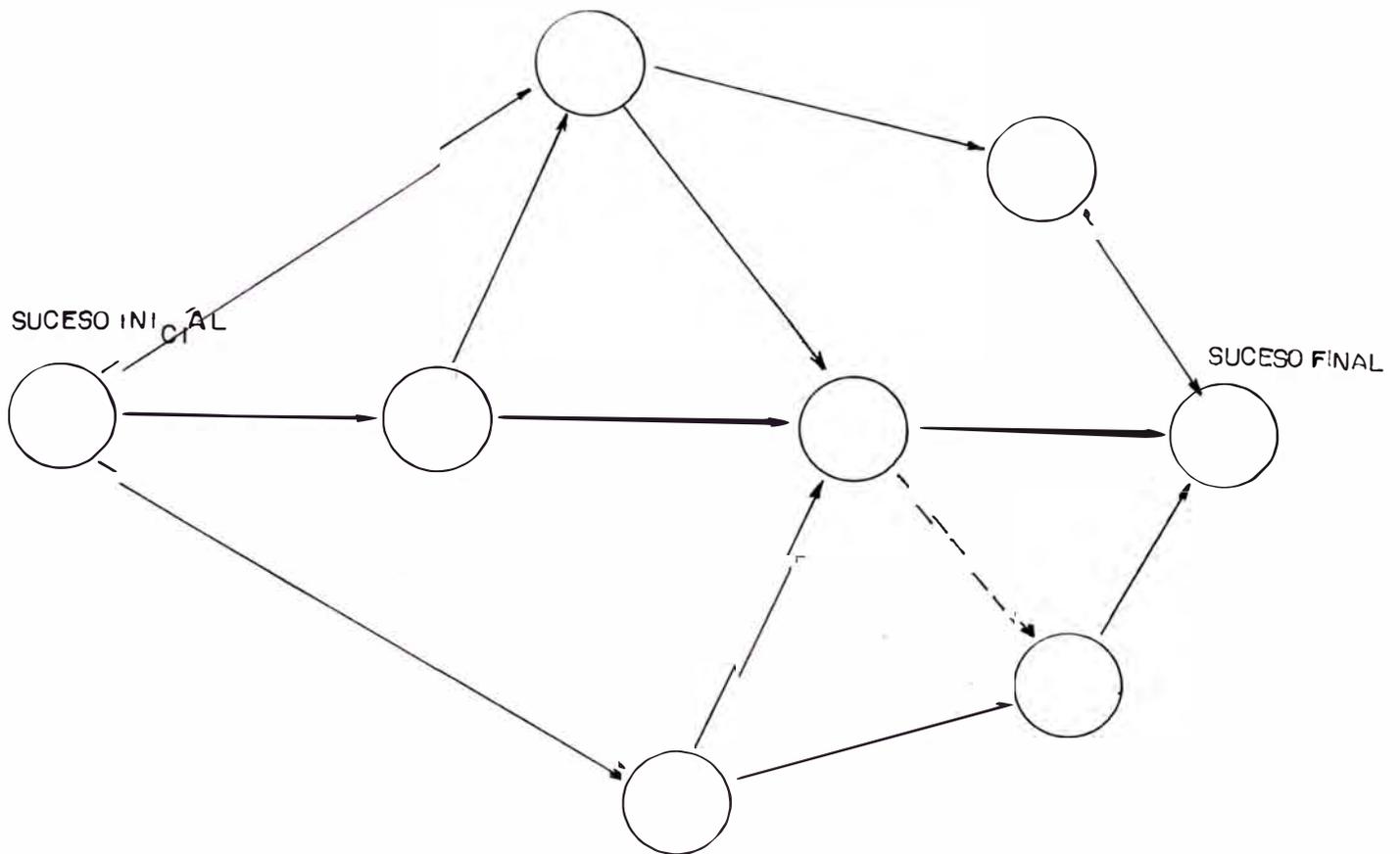
logrado ampliar y mejorar el campo de aplicaciones en las diversas obras de construcción y en gestiones administrativas.

Con el fin de alcanzar los objetivos con éxito, la Programación PERT-CPM, básicamente se empleará en la planeación, programación y control de los problemas de ejecución de una obra y la producción que se requiere en las diversas actividades, donde lo más importante es la determinación y control de la variable tiempo.

METODO DE PLANEACION, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

El método PERT-CPM está sustentado en las siguientes bases:

- Representan un plan de trabajo mediante un diagrama de nudos y flechas.
- El método PERT se apoya en la estadística y el método CPM en la experiencia.
- Dentro de la planificación, considera separada la planeación de la programación y descompone la etapa de la planeación en dos fases: la primera donde se determina las actividades componentes del proyecto y la segunda donde se presenta la secuencia lógica de la ejecución de las actividades componentes del proyecto.
- El método PERT considera la duración de una actividad como una variable aleatoria y estimación de tres duraciones para cada actividad: Optimista, más probable y pesimista; mediante las cuales se ajusta a una distribución conveniente de densidad de probabilidad para la duración de la actividad considerada.
- Analiza la forma de cómo aumenta el costo de una actividad al reducir su duración.
- Analiza los recursos requeridos por cada duración posible de cada actividad.
- Como ya se indicó la programación PERT-CPM usa el grafo para representar el desarrollo de un proyecto específico. La finalidad de un grafo PERT-CPM esquematizado, es representar la lógica del proyecto entero y desarrollar los detalles del proyecto de acuerdo al Diagrama de Gantt.



Estas son algunas de las consideraciones para esquematar el Grafo PERT-CPM:

- 1) El grafo comienza en un único suceso inicial. Un suceso es un instante específico del tiempo y sirve como punto de control, describiendo el momento de comienzo o término de una actividad y ello no consume tiempo.
- 2) Una actividad no puede empezar hasta que todas las actividades precedentes hayan sido terminadas.
- 3) La longitud de la flecha no representa cantidad de tiempo, la dirección de la flecha no tiene sentido vectorial, es solamente una proyección del tiempo, como el tiempo es irreversible, la orientación de la flecha es siempre de izquierda a derecha.

4) No es preciso que la flecha sea una línea recta, puede representarse por una curva, pero la orientación de la flecha es siempre de izquierda a derecha. El grafo termina en un único suceso final y no tiene actividades que la subsigan.

VENTAJAS

Las ventajas que ofrece el PERT-CPM es que permite la planeación, programación y control de los recursos disponibles, además que nos sirve como medio para evaluar estrategias o planes alternativos de acción, también nos dice como evitar los tiempos muertos y cuellos de botellas en la maquinaria y mano de obra.

Permite la simulación de las alternativas de operación que nos permita evitar la omisión de actividades que pertenecen al proyecto y deslindar responsabilidades en la ejecución de las diferentes actividades que intervienen.

Proporciona a la oficina técnica la siguiente información: ¿ Qué trabajos serán necesarios primero y cuándo se deben realizar por ser actividades críticas que al retrasarse cualquiera de ellas, retrasan la duración del proyecto ?

Si el proyecto está retrasado, como se puede reforzar la marcha para contrarrestar la demora y qué costo produce y de esta manera mejorar la capacidad de conducción y control del proyecto para obtener un proyecto con costo mínimo y duración óptima.

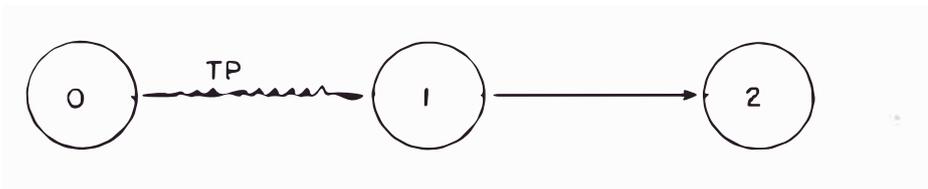
MALLA O RED DE FLECHAS.

Es la representación reticular de las actividades que comprenden la realización de un proyecto específico y sirve para representar gráficamente el desarrollo general de la obra, ordenando los itinerarios de trabajo, actividades cuyas terminaciones sucesivas son necesarias para la realización del proyecto colocando el engranaje entre actividades sucesivas y dependientes entre ellas y independizando las actividades que lo son.

Con el propósito de facilitar la identificación y cálculos en la red y evitar confusiones, toda actividad llevará un nombre y todo suceso un número.

TIEMPO DE PREPARACIÓN (TP).

Hay un tiempo de preparación antes de la etapa de ejecución del mismo. El tiempo de preparación (TP) se representa con una flecha de línea sinuosa (~~~~~) con tiempo de duración cero.



ACTIVIDADES FICTICIAS (FIC)

Es necesario incluir en la elaboración de la red, las llamadas Actividades Ficticias (FIC) que no consumen trabajo, tiempo o recursos, sino que sirven para dar consistencia a las interrelaciones de las actividades en circunstancias especiales.

En teoría de grafos PERT-CPM, a las Actividades Ficticias se la representa por una flecha de trazo discontinuo

REGLAS BASICAS PARA ELABORAR UNA RED.

La longitud y la forma de representar las flechas son a voluntad del programador y cuando dos ó mas cadenas están programadas en paralelo y existen prioridades, es necesario introducir actividades ficticias para expresar correlaciones de tiempo.

Se debe evitar la conexión de dos nudos mediante dos o más flechas y una actividad no debe conducir a un suceso que es previo al inicio de la actividad.

DURACIÓN DE UNA ACTIVIDAD.

Cada actividad depende del tiempo calculado para su realización. La estimación de los tiempos de duración se basan algunas veces en los datos experimentales y otras veces en el cálculo ponderado de probabilidades.

DURACIÓN OPTIMISTA (a).

Expresa el tiempo mínimo que sería necesario para realizar la actividad y considera ideales todas las circunstancias que han de concurrir en la realización de la actividad sin que se produzcan fallas que puedan afectar su duración por lo que es de apreciación poco realista.

DURACIÓN MAS PROBABLE (m).

Es aquel que se estima como justamente el necesario para realizar la actividad en condiciones normales de trabajo con el empleo de los recursos determinados de antemano. Este cálculo de duración normal viene apoyado por la experiencia o la estadística y generalmente tiene en cuenta los retrasos naturales que suelen producirse por causas fortuitas o imprevistos.

DURACIÓN PESIMISTA (a).

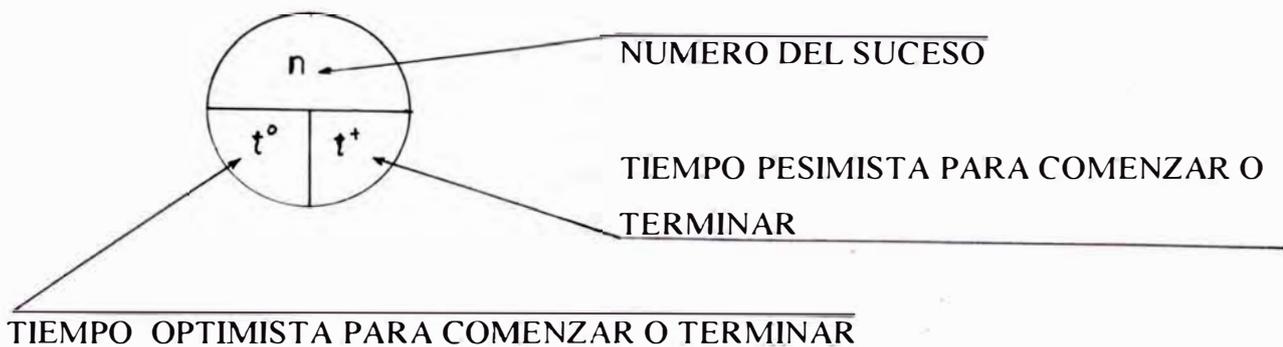
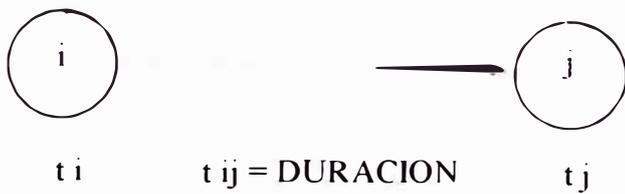
Es el tiempo máximo que puede estimarse para que se efectúe la actividad en condiciones desfavorables sin que lleguen a admitirse en esta ponderación causas de fuerza mayor o riesgo catastrófico, incontrolables en el orden lógico.

TIEMPOS PARA COMENZAR Y TERMINAR UNA ACTIVIDAD.

La determinación de cuándo comenzar o terminar cada actividad estará representada por una simbología que facilite los cálculos en la red y estará dado de la siguiente manera:

COMIENZO

TERMINO



TIEMPO OPTIMISTA (LO MAS PRONTO POSIBLE).

Cuando en un suceso termina una actividad se emplea la fórmula:

$$t^{\circ}j = t^{\circ}i + t_{ij}$$

Cuando en un suceso terminan varias actividades se empleará la fórmula:

$$t^{\circ}j = \text{el mayor } (t^{\circ}i + t_{ij})$$

El valor del último tiempo optimista, marcará la duración del proyecto.

TIEMPO PESIMISTA (LO MAS TARDE POSIBLE).

Se irá retrocediendo de suceso en suceso siguiendo las siguientes reglas:

Se comienza desde la duración del proyecto, es decir, se partirá del valor del último suceso, determinado con los cálculos de los tiempos optimistas

$$t^{\circ}n = t + j n \quad n = \text{número del último suceso.}$$

Cuando del suceso comienza una sola actividad, la determinación se hará con la fórmula:

$$t + i = t + j - t_{ij}$$

Cuando del suceso comienzan varias actividades, la fórmula será:

$$t + j = \text{el menor } (t + j - t_{ij})$$

El valor en el primer suceso será el comienzo del proyecto.

DETERMINACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA.

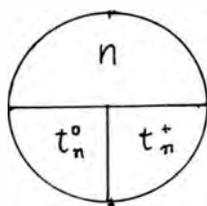
La determinación de la ruta crítica, puede ser planteada mediante las holguras del PERT o los tiempos flotantes del CPM

CÁLCULO DE LAS HOLGURAS DEL PERT

El PERT, considera dos tipos de Holgura de Tiempo: Holgura de Suceso y Holgura de Actividad.

HOLGURAS DE SUCESO (HS)

Es la diferencia entre el tiempo optimista y el tiempo pesimista de un mismo suceso.



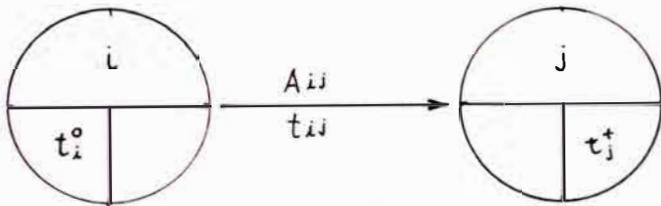
SUCESO

$$HS_n = t + n - t^{\circ}n$$

= número del suceso.

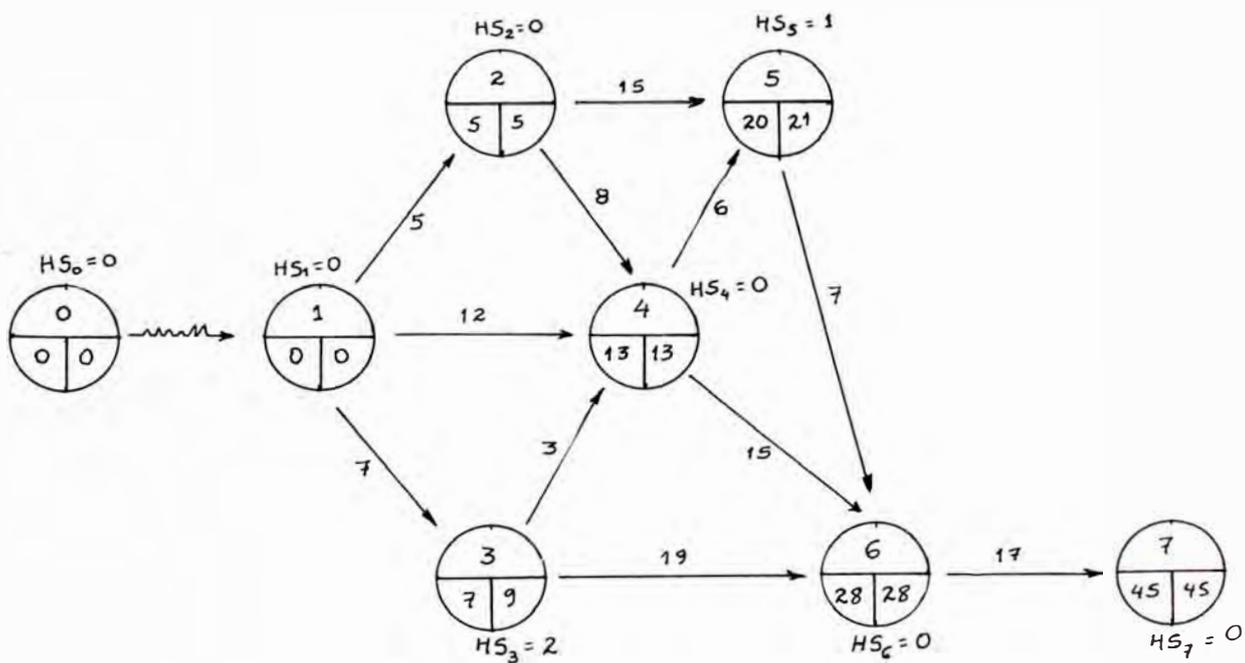
HOLGURAS DE ACTIVIDAD (HA)

Es la diferencia entre el tiempo pesimista de terminación y la sumatoria del tiempo optimista de inicio y su duración.

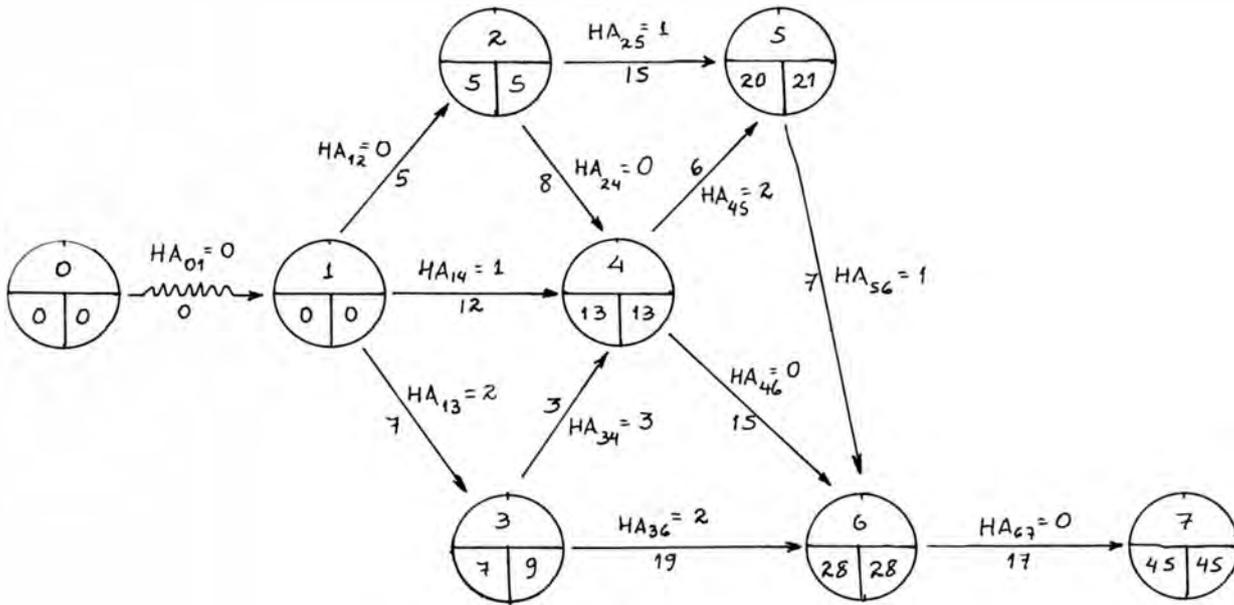


$$Ha_{ij} = t_j^+ - (t_i^o + t_{ij})$$

Los valores de Holguras de Suceso en la red de ejemplos



Los valores de las Holguras de Actividad en la red del ejemplo.



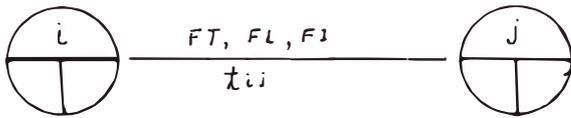
Uniendo todas las actividades cuyas Holguras de Actividad son cero (forzosamente las Holguras de Suceso también son cero) se forma un camino. Este camino es denominado “Camino Crítico”, al que se define:

“El camino Crítico es la cadena de actividades formada desde el primer suceso hasta el último, cuyas holguras de tiempo son cero” de otro modo, “El camino Crítico es la cadena en la cual las actividades no tienen holguras de tiempo para comenzar ni para terminar”, es decir, que si alguna de estas actividades se demora, se retrasaría todo el proyecto. Otra de sus definiciones dice, “El Camino Crítico es la duración más larga a través del proyecto y marca la duración del mismo”.

En todo proyecto, siempre hay un camino crítico como mínimo. El camino crítico se indica con una doble línea o una línea más gruesa entre las actividades que lo forman.

LOS TIEMPOS FLOTANTES DEL CPM

Los tiempos flotantes que emplea el CPM son tres: Total, Libre e Independiente, donde cada una de ellos presenta cualidades y aplicaciones diferentes

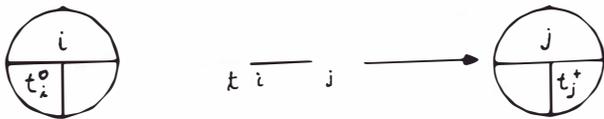


Los valores de los tiempos flotantes, se acostumbra escribirlos entre corchetes sobre la actividad.

FLOTANTE TOTAL (FT)

El flotante total del CPM equivale a la Holgura de actividad del PERT

$$FT = HA = t_j^+ - (t_i^o + t_{ij})$$



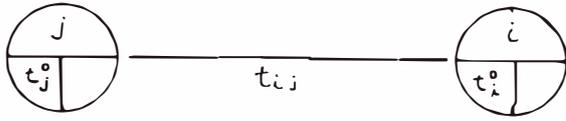
Todas las actividades que tienen tiempos flotantes totales iguales a cero, son actividades de la Ruta Crítica.

Físicamente, esta holgura corresponde al retraso máximo que puede tener una actividad sin modificar el plazo total de ejecución.

FLOTANTE LIBRE (FL)

El flotante libre es la cantidad de holgura disponible después de realizar la actividad de holgura disponible después de realizar la actividad, si todas las actividades del proyecto han comenzado en sus tiempos optimistas desde el inicio.

$$FL = t_j^o - (t_i^o + t_{ij})$$



FLOTANTE INDEPENDIENTE (FI)

El flotante independiente, es la holgura disponible de una actividad, cuando la actividad precedente ha terminado en el tiempo pesimista y la actividad subsiguiente a la actividad considerada comienza en el tiempo optimista.

$$FI = t_j^o - (t_i + t_{ij})$$

CAPITULO IX
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

9.1.0 CONCLUSIONES

Al realizar el estudio definitivo para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera Azángaro- Muñani se tiene como planteamiento principal, aprovechar al máximo la plataforma existente, con la finalidad de evitar mayor movimiento de tierras.

Para el diseño geométrico se tiene como base las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras. En cuanto a las explanaciones se tratará de tener mas cortes que rellenos (siempre y cuando se trate de material suelto ó conglomerado) con la finalidad de aminorar los costos debido al movimiento del equipo cuando se trata de rellenos con material de préstamo.

Dado que la cantera de la progresiva Km 00+ 760 tiene demasiado material grueso, se precisa que en obra el contratista está facultado a buscar nuevas canteras, par mejorar sus costos y eficiencia en los trabajos respectivos y que serán sometidas a análisis y aprobación por la supervisión. En nuestro trabajo en la conformación de base granular y los diversos rellenos de fundaciones en la batería de alcantarillas se determinó utilizar una mezcla de materiales de hormigón del Río Azángaro en una proporción de 85%, con material ligante (arcilla) en proporción del 15%, cuyo diseño fue realizado por la Universidad del Altiplano.

En las zonas planas se elevó la sub-rasante y realizó drenes para garantizar una mayor durabilidad de la plataforma, ya que en épocas de lluvia el agua tiende a crear lagunas artificiales que a veces cubren en su totalidad la superficie de rodadura.

La colocación de la base granular se realizó de preferencia en el periodo no lluvioso para evitar que la arcilla utilizada como material ligante se sature y no pueda efectuarse la mezcla ya que se obtendría un material saturado al compactarse generaría el fenómeno de

acolchonamiento. En las zonas acolchonadas se escarificó el material acolchonado para colocar un nuevo material de préstamo, ó se secó con motoniveladora procediendo a voltear la capa en toda la profundidad cada hora, hasta que el material estaba nuevamente listo para ser compactado; se decidió por el método mas eficiente y menos costoso.

Los estudios de Hidrología, Drenaje, Canteras, Suelos y Pavimentos, deben tener los elementos de juicio necesarios para aplicarlos óptimamente, ya sea en la carretera como en la batería de alcantarillas y de esta manera garantizar la vida útil de los diversos trabajos proyectados. Los documentos para la ejecución de la carretera deben contener como mínimo lo siguiente:

- Memoria Descriptiva.
- Diseño Geométrico.
- Diseño Altimétrico.
- Diseño Transversal.
- Estudio de Hidrología y Drenaje.
- Estudio de Geología y Mecánica de Suelos.
- Estudio de Canteras.
- Diseño de Pavimentos.
- Diseño de Batería de Alcantarillas.
- Estudio de Señalización.
- Metrado.
- Análisis de Costos unitarios.
- Especificaciones Técnicas.
- Presupuesto.
- Cronograma de ejecución de Obra.

La inversión en rehabilitar caminos rurales tiene como objetivo a mediano y largo plazo restablecer la comunicación entre el campo y la ciudad, propiciando el retorno de la población al medio rural, además de recuperar la red vial. De esta manera se afirma la integración cultural-social y económica del país con una mayor eficiencia en la provisión oportuna de los

servicios sociales básicos que la población rural mayoritariamente pobre requiere. Esta estrategia permitirá encarar la solución de los problemas sociales y económicos del país y en particular incrementará la calidad de vida de la población rural, así como restablecerá la comunicación fluida entre el campo y la ciudad, haciendo posible la reactivación económica y la reducción de la pobreza y por ende mejorando la calidad de vida de las zonas rurales, mejorando el acceso a los mercados de los diversos productos de la zona, ya que se bajan los costos de flete y de esa manera se fomenta el retorno de los campesinos al medio rural.

Se aplicará una política adecuada de mantenimiento vial para asegurar la sostenibilidad de las inversiones y garantizar la vida útil de las estructuras construidas.

En lo posible se concientizará al personal que labora en la ejecución de los trabajos, sobre la necesidad de la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Se protegió la flora y fauna, debido al rol importante que juegan en el mantenimiento de los ciclos esenciales de vida, para minimizar el impacto ambiental durante la rehabilitación y mantenimiento de la carretera.

El sistema de drenaje debe ser compatible con la conservación y mantenimiento de la estructura.

En el aspecto cultural los caminos rurales están orientados al logro de un desarrollo sostenible de compatibilidad plena con la naturaleza, donde los conocimientos ancestrales, relacionados a los recursos naturales, culturales y belleza paisajística sean debidamente conservados para respetar la identidad cultural de los pueblos y de esta manera conservar el legado cultural de nuestros antepasados.

Finalmente merece mención especial el buscar un diseño con una solución más eficiente y menos costosa, motivo por el cual se optó por construir una batería de alcantarillas en lugar de un puente y para no sobredimensionar la estructura se consideró como área de influencia de la cuenca solo el 65% debido a que la cuenca se ubica en una pradera gradualmente ondulada

con gran parte del agua que no escurre hacia el cauce principal sino que lo absorbe el subsuelo. Esta afirmación tiene como base el estudio hidrológico del puente Maravillas realizado en Juliaca-Puno por el hidrólogo norteamericano Ramser.

La colocación de emboquillados ó lechos de piedra a la entrada y salida del agua en la batería de alcantarillas son una gran medida para realizar el control de los remolinos ó vórtices que se originan y que van a tratar de erosionar y socavar nuestra estructura.

La distribución en planta de las instalaciones provisionales, la seguridad del personal, el tipo de maquinaria a usar y la ubicación de canteras son fundamentales para maximizar la eficiencia de los trabajadores en las diversas actividades componentes de la obra.

La altitud de la zona de obra disminuye significativamente el rendimiento del personal y de la maquinaria respecto a los rendimientos alcanzados en la Costa por lo que se debe tener especial cuidado en la Programación y control del proyecto.

9.2.0 RECOMENDACIONES

Para no tener problemas futuros en la ejecución del proyecto se debe realizar la compatibilización del proyecto in situ y determinar las deficiencias y omisiones de actividades componentes del proyecto, de esta manera realizar las observaciones en esta etapa de la licitación si es que las hubieran, y tener sustento legal que posteriormente pueda ser usado para realizar cambios de Especificación en actividades que no sean compatibles con la ejecución del proyecto.

Cuando se utilice para el pavimento una mezcla de materiales conformada por Hormigón, y arcilla como material ligante se recomienda realizar la construcción del pavimento en la temporada no lluviosa para evitar la saturación del material ligante (arcilla), además se recomienda realizar el carguío y transporte del Hormigón de río en la época de estiaje porque el río Azángaro cubre todas sus playas en la época de lluvias y deshielos que esta comprendida entre Diciembre y Marzo.

Se recomienda realizar un planeamiento regional para evaluar en la zona de trabajo la disponibilidad de mano de obra, materiales y recursos básicos.

Se debe realizar una distribución en planta óptima de las instalaciones provisionales, necesarias para maximizar la eficiencia de las operaciones y promover una alta productividad de los trabajadores y así tener una planificación, manejo y control eficiente de las actividades componentes del proyecto.

Las Alcantarillas se construyeron de tal manera que futuras mejoras en el cauce y la carretera, puedan efectuarse sin pérdidas o dificultades grandes y que trabajen eficientemente luego que el relleno haya causado el asentamiento respectivo.

La Bateria de Alcantarillas se recomienda por tener un costo económico más bajo respecto de cualquier tipo de puente de concreto armado y son durables desde el punto de vista estructural, y de conservación fácil.

ANEXOS

1.0. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES

ANEXOS

1.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES

Las especificaciones técnicas se circunscriben al empleo de las condiciones técnicas mínimas para la ejecución de las obras de rehabilitación y obras de arte de caminos rurales.

Ellas describen el método que debe observarse dada la naturaleza de la obra; los métodos de medición y las bases de pago.

Se propenderá al uso intensivo de mano de obra, siempre y cuando la naturaleza del trabajo lo permita.

Para permitir que la ejecución se ajuste al Proyecto, es indispensable observar adecuadamente las presentes especificaciones técnicas, de esta manera se evitarán fallas que puedan ser atribuibles al mismo.

Por otro lado el contratista deberá prever equipos de primeros auxilios, movilidad y otros servicios para la atención de emergencias.

1.00 OBRAS PRELIMINARES

1.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

DESCRIPCIÓN

Comprende la movilización y desmovilización de equipos mínimos y herramientas, considerando todos los trabajos que el contratista deberá hacer para administrar, reunir y transportar el equipo mínimo completo al lugar o lugares donde van a efectuarse las obras.

METODO DE CONSTRUCCIÓN

El traslado por vía terrestre del equipo pesado, se efectuará mediante camiones trailer; el equipo liviano (volquetes, cisternas, etc.), lo hará por sus propios medios. En el equipo liviano serán transportadas las herramientas y todo equipo ligero que no sea autopropulsado como: martillo neumático, vibrador, plancha compactadora, mezcladora, etc.

METODO DE MEDICION

El trabajo ejecutado será medido en forma global

BASES DE PAGO.

Se pagará hasta el 50% del monto ofertado por esta partida, una vez que los equipos se encuentren en obra, el otro 50% se abonará una vez que hayan terminado el trabajo y puedan ser retirados de la obra.

1.02 TRAZO Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN

El contratista antes de dar inicio a las Obras, deberá efectuar trabajos de Topografía, con la finalidad de obtener la información necesaria para definir los niveles actuales de la vía, que permitirá conocer los volúmenes de corte y relleno que realmente se ejecutará en el proceso de construcción de la obra.

Dichos trabajos deberán ser lo suficientemente precisos para la finalidad indicada y en función del tipo de partida que ejecuten.

Asimismo en los trabajos se considerará:

- Recuperación de los PI de la poligonal y estacado del eje en función del estudio definitivo.
- Recuperación de los BM y nivelación del eje y bordes de la vía actual.

Se consideran en el trazo y replanteo de las obras tanto a las alcantarillas como a los muros de contención y puentes a construir; así como todo el tramo para su nivelación y replanteo de rasantes, durante el lastrado, mejoramiento y/o estabilización que se considere en el presupuesto.

El trabajo indicado, se hará con el personal técnico necesario indicados en el análisis de costos unitarios.

METODO DE MEDICION

Se efectuará por metro cuadrado verificado y aceptado por el ingeniero supervisor.

BASES DE PAGO

El replanteo verificado cubrirá todos los gastos de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y leyes sociales, los cuales serán cancelados de acuerdo al análisis de precios de contrato.

2.0 EXPLANACIONES

2.01 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO

DESCRIPCIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos previstos o autorizados que puedan necesitarse; y el consiguiente transporte de los productos removidos a un depósito o lugar de empleo.

Se incluye en esta unidad la ampliación de las trincheras y/o la mejora de taludes en los desmontes, ordenadas por el supervisor de las obras y la excavación adicional en suelos inadecuados.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y lo que el particular ordene el supervisor.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado, en especial se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras. Se considera excavación en material suelto aquella donde no es necesario el uso de explosivos.

METODO DE MEDICION

La excavación se abonará por metros cúbicos (m³) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles sean correctos, en el caso de explanación.

BASES DE PAGO

Se pagará de acuerdo al precio unitario del presupuesto, el cual se multiplicará por el número de metros cúbicos realmente ejecutados. Entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total por mano de obra, equipo, herramientas y leyes sociales.

2.02 MATERIAL DE RELLENO

DESCRIPCIÓN

Consistirá en la explotación y empleo de material aprobado de cantera, que se encuentre en cantidades suficientes; él que se empleará de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con las alineaciones, rasantes y dimensiones marcadas en los planos.

SELECCIÓN DE FUENTES

Las fuentes de préstamos estarán indicadas en los planos y/o designados en el estudio de suelos, el contratista tendrá la responsabilidad de obtener los derechos para extraer los materiales de las fuentes mencionadas.

MATERIALES

El material para este ítem será seleccionado de acuerdo a las especificaciones para terraplén o relleno en particular y será obtenido en las canteras aprobadas por la supervisión.

METODO DE MEDICION Y BASES DE PAGO

El volumen a medirse será el número de metros cúbicos de material, medidos en su posición final en los terraplenes o rellenos.

El volumen descrito será pagado al Precio Unitario del Contrato por metro cúbico; dicho precio y pago constituye compensación completa por la excavación, carguío, transporte, preparación, conformación y compactación.

3.0 PAVIMENTOS

3.01 LASTRADO

REPOSICIÓN DE LASTRE (15 cm)

DESCRIPCIÓN

La base de rodadura ha sido erosionada tanto por el intemperismo como por el tráfico por lo que es necesario reponer con material apropiado lo perdido por el desgaste, erosión, etc.; mediante la colocación de una capa de material granular, de cantera, zarandeo, sobre una superficie convenientemente nivelada con el espesor que señale la supervisión (15 cm).

Esta actividad incluye, nivelar la superficie de rodadura y compactar, luego colocar el lastrado (e= 15 cm) y compactar, para mejorar la capa de rodadura, recuperar la rasante y sección transversal original de la carretera, en los tramos de longitud indicado en los metrados.

Métodos de construcción.- El procedimiento señala la siguiente relación de actividades:

- 1) Preparar el material apropiado de las canteras indicadas, con la humedad adecuada de acuerdo a las indicaciones de la supervisión.
- 2) Colocar señales y elementos de seguridad.
- 3) Escarificar ligeramente las partes a reparar.
- 4) Cargar, transportar y descargar el material apropiado sobre la superficie escarificada, de acuerdo a la ubicación de la cantera se agregará un mayor número de volquetes.
- 5) Eliminación de piedras grandes.
- 6) Esparcir el material, romper los terrones, mezclar y conformar con la motoniveladora previo riego.
- 7) Finalmente compactar.

- 8) Perfilar conforme a la sección transversal tipo. Una vez terminada la distribución y el emparejamiento del material, deberá compactarse en todo el ancho de la calzada, mediante el uso de un rodillo liso vibratorio autopropulsado, dicho rodillado deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse ya sea retirando el material en cuestión (acolchonamiento) y colocando un material nuevo y volviendo a rodillar en forma apropiada, ó escarificando el material observado y volviendo a rodillar hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. Las pruebas de compactación deberán realizarse como mínimo cada 2000 metros cuadrados de lastrado.
- 9) Quitar señales y elementos de seguridad.

Exigencias del espesor.-

El espesor de la conformación granular no deberá diferir en +/- 1cm. de lo indicado en los planos. Inmediatamente después de la compactación final de la base, el espesor deberá medirse en uno ó más puntos en cada 100 m. lineales (ó menos) de la misma. Las mediciones deberán hacerse por medio de las perforaciones de ensayos, u otros métodos aprobados. Cualquier zona que se desvíe de la tolerancia admitida deberá corregirse removiendo ó agregando material según sea necesario conformando y compactando luego dicha zona en la forma especificada.

Materiales para base granular.-

El material para la capa de base consistirá de partículas duras y durables ó fragmentos de piedra o grava y un material fino ó ligante. La porción de material retenido en el tamiz N°. 4, será llamado agregado grueso y aquella porción que pasa por el tamiz N°. 4, será llamado agregado fino. El material de tamaño excesivo que se haya encontrado en las canteras, será retirado por tamizado. No menos del 50% en peso de las partículas del agregado grueso, deben tener por lo menos una cara de fractura o forma angulosa.

El material compuesto para la capa de base debe estar libre de material vegetal y terrones o bolas de tierra, presentará en lo posible una granulometría lisa y continua bien graduada.

Características.-

El material de base deberá cumplir con las siguientes características físico- mecánicas y químicas que se indican a continuación:

-Limite liquido (ASTM D-423)	máximo 25%
-Índice plástico (ASTM D-424)	máximo 3%
-Equivalente de arena(ASTM-D-2419)	mínimo 35%
-Abrasión (ASTM C-131)	máximo 25%

Granulometría.-

Nº DE MALLA	% PESO	SECO	QUE PASA	TOLERANCIAS
2"	100	100	100	-2
1 ½"	90-100	90-100	95-100	+/- 5
1"	80-95	80-95	80-95	+/- 5
¾"	70-85	70-85	70-92	+/- 8
3/8"	40-75	40-70	50-70	+/- 8
Nº 4	30-60	25-55	35-55	+/- 8
Nº 10	20-45	15-40	25-42	+/- 8
Nº 30	16-33	10-25	12-25	+/- 5
Nº 40	15-30	8-20	10-22	+/- 5
Nº 80	10-22	5-15	4-14	+/- 5
Nº 200	5-15	8-2	0-8	+/- 3

- Partículas chatas y alargadas (ASTM D-693) Máximo 20%
- Valor relativo de soporte, C.B.R. 2 días
inmersión en agua (ASTM D – 1883) Mínimo 80%
- Sales solubles Totales Máximo +/- 1%
- Porcentaje de Compactación del Próctor
Modificado (ASTM D- 1556) Mínimo 100%

- Variación en el contenido óptimo de humedad del Próctor Modificado +/- 1.5%

Colocación, Extendido y Mezcla de Materiales

Todo material de la capa de la base será colocado sobre una superficie debidamente preparada, esto es sobre una sub-rasante perfilada y compactada y las capas a colocar tendrán un espesor máximo de 20 cm. compactados. El material será colocado y esparcido en una capa uniforme de tal manera que el mezclado se realizará con una motoniveladora por medio de una cuchilla en toda la profundidad de la capa llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada por lo menos 4 veces para que la mezcla sea uniforme.

Cuando la mezcla ya se encuentre uniforme se esparcirá y perfilará hasta obtener la sección transversal que indican los planos.

La adición de agua puede efectuarse en planta o en pista siempre y cuando la humedad de los materiales se encuentre entre los rangos permisibles.

Compactación.-

Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, cada capa de este deberá compactarse en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios con un peso mínimo de 8 toneladas.

Cada 80 metros cúbicos de material, medido después de compactado, deberán ser sometidos a por lo menos una hora de rodillado continuo que se realizará gradualmente desde los costados hacia el centro.

El Ingeniero deberá efectuar ensayos de control de densidad de acuerdo con el método ASTM D- 1556, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100 % de la densidad

máxima determinada en el laboratorio, el contratista deberá completar un cilindrado ó apisonado adicional en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada

METODO DE MEDICIÓN

El método de medición será por metro cuadrado de lastrado, compactado con 15cm de espesor final, con la previa aceptación de la supervisión del trabajo efectuado

BASES DE PAGO

El volumen determinado como esta dispuesto será pagado al precio Unitario del contrato por metro cuadrado (m^2) del espesor indicado en los planos y dicho precio y pago constituirá compensación completa por el suministro del material considerando el transporte, colocación del mismo, riego con agua, por mezclar, nivelar y compactar, por la limpieza de fuentes de abastecimiento y por mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, materiales, impuestos y cualquier otro insumo que se requiera para la ejecución del trabajo.

4.00 OBRAS DE DRENAJE Y SUB-DRENAJE

4.01 LIMPIEZA DE CUNETAS

DESCRIPCIÓN

Esta actividad consiste en la restauración de las cunetas y colectores para mantener un buen drenaje de acuerdo a sus dimensiones, alineamientos y pendientes originales.

Método de construcción.-

- a) Colocar señales y elementos de seguridad.
- b) Perfilar e igualar el talud y contra talud de la cuneta, hasta obtener sus dimensiones originales.
- c) Perfilar e igualar las paredes de los colectores hasta obtener sus dimensiones originales.
- d) Cargar el material en los volquetes cuando sea necesario, eliminarlo en áreas apropiadas, sobre todo tratándose de material orgánico y contaminado.
- e) Quitar señales y elementos de seguridad.

METODO DE MEDICIÓN

Los trabajos ejecutados se medirán en metros lineales, medidos sobre el terreno con una wincha metálica de 25m ó 30m.

BASES DE PAGO

Las cunetas restauradas como se indican serán pagadas por metro lineal y comprenderán el suministro de herramientas, equipo y mano de obra con leyes sociales.

4.02 EXCAVACION DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste en la excavación de zanjas para cunetas laterales nuevas de forma triangular, sobre el terreno natural, de las dimensiones geométricas y condiciones hidráulicas para el drenaje de las aguas superficiales provenientes de los taludes, cursos de agua, calzada y otros, de tal manera que se proteja la superficie de rodadura de los efectos de los mismos.

PROCEDIMIENTO

- 1.- Todo material excavado de zanjas y desvíos de los canales, con excepción de aquel cuya colocación de diques se indica en los planos, será colocado en los terraplenes, salvo indicación del Supervisor. Ningún material de excavación o limpieza de zanjas será depositado o dejado a mano a 01 metro al borde de la zanja, a no ser que se indiquen en los planos.
- 2.- Las cunetas deberán ser cortadas con precisión, de acuerdo con las secciones transversales y con las rasantes indicadas en los planos. Se deberá proceder con todo cuidado para que las cunetas no sean excavadas por debajo de las rasantes contempladas. El ingeniero Inspector podrá ordenar que tales lugares sean llenados hasta el nivel debido, con piedras adecuadas, de manera que se forme lecho conveniente para la cuneta.
- 3.- Toda raíz y otras materias extrañas que aparezcan en el fondo o costados de las zanjas o cunetas deberán ser recortadas de conformidad con la inclinación, el declive y la forma indicada en la sección mostrada. El Contratista mantendrá abierta y limpia de hojas, palos y otros desechos, toda zanja que hubiera construido, hasta la recepción final del trabajo.

METODO DE MEDICIÓN

La medición por la cual se pagará será el número de metro lineales de material aceptable excavado de acuerdo con las prescripciones antes indicadas, medidas en su posición original, la medición no incluirá volumen alguno de los materiales que fueron empleados con otros motivos que los ordenados.

La medición no incluirá volumen alguno de material para la sub-rasante o material para el pavimento encontrado en la carretera y meramente escarificado en el lugar y después recolocado en el mejoramiento, simplemente por mezcla en el camino u otros métodos similares hechos en el lugar.

BASES DE PAGO

La medición final en la forma que se describe anteriormente, será pagada al precio unitario por metro lineal de cuneta construida, terminada y aprobada según indicación de los planos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total por toda la mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para completar ítem.

5.0 TAJEAS DE PIEDRA

5.01 REPARACION DE CABEZALES DE ALCANTARILLAS EXISTENTES

DESCRIPCIÓN

Esta partida se refiere a la sustitución de los cabezales de entrada y salida de las alcantarillas existentes, las cuales se encuentran deteriorados. La alcantarilla se refiere a la alcantarilla típica de una sola tubería. Las reparaciones serán de acuerdo a los planos del proyecto ó indicaciones de la supervisión.

Método de Construcción.-

A los cabezales que se encuentran en mal estado; se eliminará todo el cabezal antiguo reemplazándolo con elementos nuevos de acuerdo como indican los planos del proyecto o la supervisión.

METODO DE MEDICIÓN

El trabajo ejecutado se medirá por unidad de obra ejecutada.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará por unidad, con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán total compensación (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos, y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para ejecutar el trabajo)

5.02 TAJEAS DE PIEDRA

Con mampostería de piedra con tapa o cubierta de piedra.

DESCRIPCIÓN

Esta partida se refiere a la construcción de alcantarillas rústicas de las dimensiones que se señalan en el proyecto o utilizando procedimientos de construcción, materiales y mano de obra locales.

La estructura está constituida por muros de mampostería de piedra seleccionada, en tapa o cubierta de piedra simplemente acomodada y cubierta por un relleno del mismo material de la calzada, en un espesor mínimo de 20cm.

Método de Construcción.-

En la ejecución de los muros laterales de soporte, se empleará básicamente piedra grande seleccionada ó preparada y asentada con mortero cemento: arena, 1:3.

La tapa de esta estructura estará conformada por placas de piedra largas tipo laja, con apoyo firme sobre los muros laterales.

Finalmente la estructura la estructura conformada recibirá un relleno de 0.30 m. como mínimo, de material compactado similar al de la calzada, hasta el nivel de ésta.

Rematará la estructura los muros de defensa constituidos del mismo material que los muros principales, tantos aguas arriba como aguas debajo de la alcantarilla.

METODO DE MEDICIÓN

La obra ejecutada se medirá por metros lineales.

BASES DE PAGO

La obra ejecutada en metros lineales se pagará con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, materiales, impuestos) y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo

6.0 BATERIA DE ALCANTARILLAS TMC ϕ 72”.

6.01.0 TRABAJOS PRELIMINARES.

6.01.01 DESVÍO Y ENCAUSAMIENTO DEL RÍO

DESCRIPCIÓN

Corresponde a los trabajos previos que se debe ejecutar para el desvío del río, indistintamente hacia el lado izquierdo o derecho del cauce del mismo con la finalidad de permitir que los trabajos se ejecuten preferentemente en seco.

EL Ing. Residente decidirá en campo la ubicación y dimensionamiento de las obras de encauzamiento.

EJECUCIÓN.

Este trabajo podrá ejecutarse acumulando el material del lecho del río, y en algún caso aprovechando el empleo de los bloques de concreto de las demoliciones del puente antiguo o del material de préstamo.

Estos trabajos deberán ser ejecutados de manera que garantice el encauzamiento del río en forma permanente durante la construcción de las etapas de la Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72”, teniendo en cuenta la fecha de inicio aprobada de los trabajos y el nivel del río correspondiente a épocas de estiaje; es recomendable iniciar los trabajos de la Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72” en la margen donde las aguas del río son permanentes y de cauce mas profundo, de tal manera que se asegura esta zona crítica con la construcción de la Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72”, previo al inicio de la próxima temporada de lluvias.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

Se considerará el volumen del material acumulado que por orden del Ing. Residente que deberá emplearse en el encauzamiento.

BASES DE PAGO

El pago del volumen del material de encauzamiento se hará basándose en el Precio Unitario por m³ del material acumulado, el precio incluye además la limpieza y reposición del cauce natural una vez terminado los trabajos de encauzamiento.

6.01.02 TRANSPORTE DE ALCANTARILLAS TMC ϕ 72"

DESCRIPCIÓN

Consistirá en el traslado de las láminas y tornillería que conforma la estructura de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72", desde la planta del fabricante en Lima hasta el lugar de la obra.

EJECUCIÓN

Las 10.283 toneladas requeridas para la instalación de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72", serán transportadas vía terrestre.

Al llegar al sitio de la obra misma las láminas y demás material será acomodado por radio de curvatura, ancho y largo y se almacenarán de tal manera que se mantenga el mismo orden.

El almacenamiento se hará en grupos no mayores de 10 laminas, estos grupos deberán descansar sobre tableros que brinden un apoyo uniforme.

El material deberá ser depositado en un almacén que brinde las seguridades del caso.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida de transporte de estos materiales será la tonelada.

BASES DE PAGO

El pago se hará con base al Precio Unitario por tonelada transportada.

Se aplicará para la estructura de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72".

6.02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

6.02.01 CORTE DE MATERIAL SUELTO

(Similar a la Partida 2.01)

6.02.02 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA BAJO AGUA.

DESCRIPCIÓN

Consiste en la excavación y eliminación de materiales suaves con el uso de un equipo pesado, se refiere al movimiento de tierras ejecutado para nivelar las depresiones del cauce por debajo del nivel proyectado, para el apoyo de la capa de material granular de 0.30 m. de espesor sobre la cual se apoyará la estructura de la Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72”.

EJECUCIÓN.

Toda la excavación se realizará de acuerdo con el alineamiento, pendientes y cotas indicadas o en el replanteo practicado; dicha excavación deberá tener dimensiones suficientes para dar cabida a la estructura de apoyo de la Bateria de Alcantarillas de TMC ϕ 72” en toda su longitud y ancho. La profundidad indicada, se considerará aproximadamente para obtener una excavación satisfactoria.

Los cantos rodados, troncos y otros materiales perjudiciales que se encuentran en la excavación deberán ser retirados.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

El volumen en metros a pagarse será constituido por la cantidad de metros cúbicos medidos en su posición original, de material aceptablemente excavado y considerando las especificaciones técnicas del proyecto.

BASES DE PAGO.

El pago se hará sobre la base del Precio Unitario por metro cúbico (m3) de excavación de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior.

APLICACIÓN

Para la excavación del cauce antes de la nivelación del fondo, para el asentamiento de las estructuras de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”

6.02.03 NIVELACIÓN DEL FONDO DEL CAUCE CON MATERIAL PROPIO

DESCRIPCIÓN

Se refiere al movimiento de tierras ejecutado para rellenar las depresiones del cauce por debajo del nivel proyectado para el apoyo de las estructuras (Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”), en un espesor de 0.30 m.

EJECUCIÓN.

El material a emplearse será el excedente de las excavaciones para estructuras, el cual deberá conformarse por capas de 0.30 m de espesor debidamente compactadas, hasta alcanzar los niveles indicados en los planos.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

Se considerará como volumen de relleno la cantidad de material utilizado para la nivelación del cauce el nivel del fondo del monto del asentamiento.

BASES DE PAGO

El pago se hará sobre la base del Precio Unitario por metro cúbico (m³) de relleno de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior.

APLICACIÓN.

Para la nivelación del cauce antes de la colocación del monto de asentamiento para las estructuras de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”

6.02.04 RELLENO SELECCIONADO PARA CABEZALES

(similar a partida 2.02)

6.02.04 ELIMINACIÓN DE EXCEDENTES

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende el carguío y la eliminación del material excedente de las excavaciones.

Método de construcción.- Se eliminará el material excedente, el cual será cargado y transportado a los botaderos estipulados en las normas del Impacto Ambiental.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El trabajo ejecutado se medirá en metros cúbicos, medido en su posición original.

BASES DE PAGO

El volumen determinado como está dispuesto será pagado al Precio Unitario, por metro cúbico medido en su posición original, dicho precio y pago constituirá compensación completa por la eliminación del material, considerando el equipo, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para completar el Item.

6.03.00 OBRAS DE CONCRETO

6.03.01 SOLADO PARA ZAPATAS DE MURO DE CONTENCIÓN

DESCRIPCIÓN

Se define como concretos los productos formados por una mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición que al fraguar y endurecer adquiere una notable resistencia.

Cemento.- Se utilizará cementos Pórtland tipo I

Agua.- Se utilizará agua libre de cloruros, carbonatos y sulfatos.

Árido fino.- Se entiende por árido fino o arena, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz 5 UNE. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas, escorias siderúrgicas apropiadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado a juicio del Supervisor de las obras.

Árido Grueso.- Se entiende por árido grueso o grava, el árido o fracción del mismo retenido por el tamiz 5 UNE. Como áridos para la fabricación de concretos podrán emplearse gravas de yacimientos naturales, rocas machacadas u otros productos cuyo empleo esté debidamente justificado, a juicio del supervisor.

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.- La puesta en obra del concreto no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo; la cual será fijada por el supervisor, ajustándose al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y a la vista de las circunstancias que concurran en la obra. Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, incluido el cemento, por los cedazos y tamices UNE 125, 100, 80, 40, 25, 12.5, 0.63, 0.32, 0.16 y 0.080.
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventualmente adiciones, por metro cúbico (m³) de concreto fresco.
- La consistencia del concreto.

La fórmula de trabajo habrá de ser reconsiderada, si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del árido grueso.
- El módulo de finura del árido fino en más de dos décimas (0.2).
- La naturaleza o proporción de adiciones.
- El método de puesta en obra.

La dosificación de cemento no rebasará los cuatrocientos Kilogramos por metro cúbico (400 kg/m³) de concreto fresco. Cuando el concreto haya de estar sometido a la intemperie, no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250kg/m³); y cuando el concreto tenga que ponerse en obra bajo el agua, no será inferior a trescientos cincuenta por metro cúbico (350kg/m³). Estas dosificaciones podrán ser modificadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La consistencia de los concretos frescos será la más seca compatible con los métodos de puesta en obra, compactación y acabado que se adopten.

Fabricación.

Preparación de los áridos.- Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal, que sea posible con el método de fabricación que se utilice, cumplir las exigencias granulométricas del árido combinado.

Curado.- Durante el primer período de endurecimiento, se someterá al concreto aun proceso de curado, que se prolongará a lo largo del plazo que, al efecto fije el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

METODO DE MEDICIÓN

Se medirá los metros cúbicos (m³) de concreto realmente colocados, que deberán corresponder con la geometría de los elementos, según planos.

BASES DE PAGO

Se abonará el producto de los metros cúbicos (m³) realmente ejecutados por el precio unitario del proyecto.

6.03.02 CONCRETO CICLÓPEO F'c 140 KG/CM² + 30% P.G.

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende los diferentes tipos de concreto, compuestos de cemento Pórtland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados y construidos de acuerdo con estas especificaciones en los sitios y en la forma, dimensiones y clases indicadas en los planos.

Comprende la combinación del concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de piedra desplazadora el mismo que será empleado en los elementos de las estructuras que indican los planos. Este concreto estará compuesto por 70% de concreto y un 30% de piedra, la dosificación y los rendimientos son iguales en las diferentes altitudes.

Método de Construcción.-

El cemento deberá ser el tipo Pórtland, originario de fabricas aprobadas, despachado en sacos, la calidad del cemento deberá ser equivalente a las Especificaciones ASTM-C- 150 AASTHO MS5, clase I ó II. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Ingeniero Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de laboratorio reconocido.

El concreto ciclópeo se colocará en capas de espesor total de 1.5 m a 2.4 m correspondiendo cada espesor a capas sucesivas cuyas características son las siguientes:

- El espesor de cada capa no deberá ser mayor de 45 cm ni de aquel que pueda ser perfectamente compactado con equipo que se está utilizando.
- Es recomendable que el concreto tienda a disminuir a su asentamiento conforme a las capas se acerca a la coronación del elemento estructural.

- Cada capa deberá colocarse cuando el inferior aun esté en estado plástico a fin de que pueda ser compactado. Eliminar las juntas del vaciado y lograr una estructura monolítica.
- El uso de aditivos deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero Inspector. Todos los aditivos deberán ser medidos con una tolerancia de exactitud de 3%.
- El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos AASHO M-80. El agregado grueso deberá consistir de grava angular zarandeada, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable y durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a la superficie.
- El agua utilizada para preparar y curar el concreto deberá ser previamente sometida a la aprobación del Ingeniero Supervisor quién lo someterá a las pruebas de los requerimientos de AASHO T-26. El agua potable no deberá contener minerales nocivos o materias orgánicas, ni contener sales, como cloruro de sodio en exceso de 3 partes de millón, ni sulfatos de sodio en exceso de dos (2) partes por millón.

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

Las juntas entre espesores se evitarán colocando una capa de mortero y a continuación, capas sucesivas de concreto debidamente compactadas. El transporte del concreto será por cubos y el asentamiento de 2 cm a 5cm.

El agregado fino es arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa pruebas efectuadas en un laboratorio debidamente acreditado; será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena será de granulometría adecuada, natural o zarandeada.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la siguiente tabla:

Sustancias	Porcentaje en Peso
Arcilla o terrones de Arcilla	1%
Carbón o Lignito	1%
Material que pasa por la malla N° 200	3%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, micas, pizarras y partículas blandas y escasas, no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas en Especificaciones Especiales cuando la obra lo requiera.

El agregado fino será de granulometría uniforme, debiendo estar comprendido entre los límites indicados en la siguiente tabla:

Malla	Porcentajes que pasa en peso
3/8"	100
# 4	95-100
#16	45-80.
#50	10-30
#100	2-10

Los agregados finos, que acusen una variación del módulo de fineza mayor de 0.20 en más o menos, con respecto al módulo medio de fineza de las muestras representativas enviadas por el contratista, serán rechazados, o podrán ser aceptados sujetos a los cambios en las proporciones del hormigón, que el Ingeniero Inspector pudiera disponer.

El módulo de fineza de los agregados finos se podrá determinar sumando los porcentajes acumulativos, en peso de los materiales retenidos en cada uno de los tamices U.S. Estándar #4, #8, #16, #30, #50, #100.

El agregado grueso, consistirá en piedra, grava o canto rodado; deberá ser duro con una resistencia última mayor que la del concreto que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

La cantidad de sustancia dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

Sustancias	Porcentaje de Peso
Fragmentos Blandos	5%
Carbón y Lignito	1%
Arcilla y terrones de Arcilla	0.25%
Material que pasa la malla N° 200	1%

El agregado grueso será bien granulado dentro de los límites indicados en la siguiente tabla:

TAMAÑO DE AGREGADO	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LOS TAMICES							
	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	#4
½" A #4	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15
¾" a #4	-	-	-	100	95 a 100	-	20 a 55	0 a 10
1" a #4	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10
1 ½" a #4	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5
2" a #4	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5
1 ½" a ¾"	-	100	90 a 100	0 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-
2" a 1"	100	95 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-

El tamaño máximo de agregado grueso, no deberá exceder los 2/3 del cemento libre entre las barras de la armadura, en cuanto al tipo y dimensiones del elemento a llevar; se observarán recomendaciones de la siguiente tabla:

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN PULGADAS

Dimensión Mínima de La Sección	Muros Armados Vigas y Columnas	Muros Sin Armar	Losas Fuertemente Armadas	Losas Ligeramente Armadas o sin Armar
2 ½" a 5	½" – ¾"	¾"	¾" – 1	¾", 1 ½"
6 a 11	¾" a 1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½" – 3
12 a 29	1 ½" a 3	3	1 ½" – 3	3 – 5
30 o más	1 ½" a 3	6	1 ½" – 3	3 – 6

De preferencia la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa de manera que asegure una buena adherencia con el mortero circuncidante.

El contratista proporcionará, previamente la dosificación de las mezclas y porciones representativas de los agregados fino y grueso al laboratorio de la Dirección de Infraestructura Vial para su análisis, de cuyo resultado dependerá la aprobación para el empleo de estos agregados.

El ingeniero Inspector, podrá solicitar cuantas veces considere necesario, nuevos análisis de los materiales en uso.

El diseño de la mezcla debe ser presentado por el Contratista para la aprobación del Ingeniero Inspector.

Basado en las mezclas de prueba y ensayos de comprensión, el Ingeniero indicará las proporciones de los materiales.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para uso inmediato. No será permitido reemplazar el concreto añadiéndole agua.

Todo concreto deberá ser vaciado antes que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de iniciar el mezclado. La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI– 309.

Los materiales a emplear en la preparación del concreto se ajustarán a los requerimientos establecidos por las especificaciones generales para la construcción de Puentes y Obras de Arte del MTC y además a las siguientes especificaciones particulares.

Cemento.- Para todas las clases de concreto se usará cemento Pórtland Tipo I. Deberá cumplir la Norma ASTM C – 150.

Agregados.- Los agregados deberán cumplir la Norma ASTM – 33, ACI 221R y deberá consistir en grava triturada, conformada por fragmentos de perfil angular, limpios, duros, compactados, resistentes, de textura rugosa y libre de materia escamosa.

Agua.- En la preparación del concreto se deberá usar agua potable.

Acero.- El acero de refuerzo consistirá de barras corrugadas G – 60 que cumplan con la norma ASTM A – 615 no debiendo realizar empalmes por traslape.

Aditivos.- Los aditivos a usarse en el concreto deberán cumplir lo establecido en la norma ITINTEC 339.086 y requerirán aprobación escrita del Ingeniero Inspector.

Dosificación de cada clase de concreto

Previamente a la producción de concreto para la fabricación o construcción de elementos definitivos, el Contratista someterá a la aprobación del Inspector, la dosificación de cada clase, para tal efecto deberá presentar la información siguiente:

- Calidad de cemento.
- Calidad de granulometría de los agregados

- Las barras de refuerzo estarán correctamente ubicadas en cantidad y calidad.
- La superficie interna de los encofrados, el acero de refuerzo y los elementos embebidos estarán limpios y libres de restos de mortero, concreto, óxidos, aceite, grasa, pintura o cualquier otro elemento perjudicial para el concreto.
- Los encofrados estarán terminados, adecuadamente arriostrados, humedecidos y/o aceitados.
- Se contará en obra con los materiales necesarios en cantidad y calidad.

El contratista someterá a la aprobación del Inspector los métodos y medios que propone usar para el transporte y colocación del concreto.

El concreto a ser usado en la obra, en ningún caso tendrá más de 30 minutos entre su preparación y colocación.

Compactación.-

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI – 309, el tipo de vibrador a utilizarse para los diferentes llenados y clases de concreto por compactar, será sometido a la aprobación del Inspector; quien podrá exigir vibradores de diámetro y características específicas y condicionar o limitar el ritmo de colocación del concreto en función del equipo con que cuente el contratista.

Unión de concreto Fresco con Concreto Endurecido.

La unión de concreto fresco con concreto endurecido se efectuará mediante el uso de adhesivo epóxico estructural de alta calidad, el contratista deberá someter a aprobación del Inspector el adhesivo a usar.

Antes de aplicar el adhesivo, se deberá preparar adecuadamente la superficie, la preparación y aplicación del adhesivo se hará de acuerdo a las especificaciones del fabricante y en presencia del Inspector.

Curado

Desde el punto de vista estructural, los primeros días de vida del concreto son críticos e influyen considerablemente en sus características de resistencia, temperatura por lo que se evitará la pérdida del agua en la mezcla.

El contratista deberá contener todo el equipo necesario para el curado o protección del concreto disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Ingeniero Inspector y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdida de humedad del concreto.

El material de curado deberá cumplir los requerimientos de la Norma ASTM C- 309. Toda superficie de concreto será conservada húmeda durante siete días por lo menos, después de la colocación de concreto si se ha usado cemento Pórtland, y durante tres días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial.

El curado se iniciará tan pronto se produzca el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva de lavado de la lechada de cemento.

Evaluación del concreto.

La evaluación de la resistencia se efectuará aplicando la norma ACI – 214. Se llevará un record estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de esta manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar obtenidas.

La Inspección debe ser permanentemente, informada de está evaluación, llevándose registros separados para cada clase de concreto.

Muestras.

Se tomarán como mínimo 9 muestras estándar por cada llenado, rompiéndose 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días, considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para las partidas respectivas.

LAS PRUEBAS

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomará testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C-31 en la cantidad mínima de 02 testigos por día para cada clase de concreto.

En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco pruebas. La prueba consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-39, se llevará el resultado de la prueba promedio de los valores.

El resultado de la prueba será considerado satisfactorio si se cumple con la condición general de mantener un valor promedio de pruebas F'_c (promedio) = $F'_c + 1.34P$.

Es decir que el coeficiente de mayoración de la desviación estándar (P) para obtener el promedio de prueba es 1.34; siendo f'_c = resistencia característica.

Con el objeto de control y para conocimiento de la Inspección el contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados, en el que constará su número correlativo, la fecha de su elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento de ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la prueba.

El contratista incluirá el costo de los ensayos en su presupuesto.

En la eventualidad de que no se obtenga la resistencia específica del concreto, el ingeniero inspector podrá ordenar, la ejecución de pruebas de carga. Estas se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones del Código ACI – 318.

De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga, se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión de la Supervisión.

El costo de las pruebas de carga y el costo de la demolición, refuerzo, reconstrucción si estas llegarán a ser necesarias; serán de cuenta exclusiva del contratista.

Elementos embebidos en el concreto.-

Todos los manguitos, anclajes, tuberías, etc; que deban dejarse en el concreto serán colocados y fijados firmemente en su posición definitiva antes de iniciarse el llenado mismo, el encargado que efectúe este trabajo deberá recibir aviso con tiempo suficiente para impedir que se encuentre trabajando al momento de iniciarse la colocación del concreto.

Todos los recesos que se dejen en el momento para anclaje posterior de pernos u otros elementos, serán llenados con concreto de la misma clase del elemento el cual se ha dejado el receso, con la adición de un aditivo plastificante expansivo de tipo intraplast C de sika o similar aprobado por el Ingeniero Inspector.

Protección del concreto fresco, resanado de efectos superficiales.

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos del sol, de viento seco en condiciones de evaporación alta, de golpes, vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir en la fragua.

Todos los defectos superficiales reparables serán reparados inmediatamente después del desencofrado.

La decisión de que de defectos superficiales pueden ser reparados y de que áreas tengan que ser totalmente removidas, será función exclusiva del Ingeniero Inspector, la que deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse la misma sin su autorización expresa.

El procedimiento y material para el resane será tal que asegure la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de la armadura especificados. El resane del concreto será decidido por el Inspector inmediatamente después de haberse desencofrado.

En todo caso la responsabilidad final será del contratista al que podrá exigirse la remoción o demolición una vez efectuado el resane si el resultado final, a juicio exclusivo del Inspector no es adecuado.

Los vibradores deberán ser de un tipo y diseño aprobados por el supervisor, deberán ser usados como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación pero no deberá prolongarse al punto en que ocurre la segregación.

Acabado de la Superficie de Concreto.

Inmediatamente después del retiro de los encofrados todo alambre o dispositivo de metal que sobresalga, usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo de concreto, deberá ser quitado o cortado hasta por lo menos 02 cm, debajo de la superficie del concreto los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser a juicio del Ingeniero Inspector, causa suficiente para el rechazo de una estructura, todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada deberán ser cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero.

METODO DE MEDICIÓN

El volumen por el cual se pagará será la cantidad de metros cúbicos construidos y ubicados según indican los planos, la medición se hará determinando el volumen de la estructura, sobre la base de las características geométricas detalladas en los planos, multiplicando por dos dicho volumen, los cuales deberán ser verificados en obra.

BASES DE PAGO

El volumen medido como esta dispuesto en el acápite anterior, será pagado considerando los Precios Unitarios y el pago construirá la compensación completa por materiales, aditivos, dispositivos empotrados, vaciado, acabado, curado y por la mano de obra, leyes sociales, equipo mecánico y herramientas é imprevistos necesarios para terminar la obra.

6.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS

Se define como encofrado al elemento destinado para el moldeo in situ de concretos y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del concreto.

Salvo que se especifique de otro modo, para los encofrados se empleará madera terciada de 3/4" en paneles, con marcos de madera o paneles metálicos a fin de obtener una superficie terminada lisa y libre de imperfecciones.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que pueden ser retirados posteriormente.

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

Los encofrados serán diseñados y construidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del llenado y el peso de la estructura mientras esta no sea autoportante. Al efectuarse el diseño de los encofrados, deberá considerarse el concreto como material líquido, con un peso de 2,400 Kg/m³ debiendo considerarse para el diseño de los encofrados un coeficiente aumentativo de impacto, igual al 50% del empuje del material que estos deban recibir. El contratista deberá proporcionar planos de detalle de todos los encofrados al Ingeniero para su aprobación.

Los encofrados deberán ser construidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados solidamente para que conserven su rigidez. Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas, para evitar la adherencia del mortero, previamente deberá verificarse la absoluta limpieza de los encofrados, debiendo extraerse cualquier elemento extraño que se encuentre dentro de los mismos.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Ingeniero inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento del acero de refuerzo, los amarres y los arriostres.

El encofrado se construirá de tal modo que facilite la labor de desencofrado sin producir daños a las superficies de concreto vaciadas.

Los orificios resultantes de la colocación de los pernos de sujeción deberán ser llenados como mortero, una vez retirados estos.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los encofrados no podrán ser retirados antes de los siguientes plazos:

- Costados de vigas 24 horas
- Fondos de vigas 21 días
- Losas 14 días
- Estribos y Pilares 3 días
- Cabezales de Alcantarillas TMC 48 horas
- Sardineles 24 horas

tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado para volver a ser usado, no deberá presentar alveos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

Las superficies interiores o no visibles de los encofrados pueden ser contruidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta, deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de concreto moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de cinco milímetros (5 mm) de altura.

Los encofrados de las superficies visibles serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibra prensadas, madera machinbrada, aparejada y cepillada o metal. La madera se humedecerá antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el concreto; y se limpiarán especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor. Las juntas de unión deberán ser calafateadas de modo que no permitan la fuga de la pasta. En la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el Ingeniero Inspector, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmolde deberán estar aprobados por el supervisor.

Desencofrado.- El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto, podrá efectuarse a los tres días (3 d) de vaciada la pieza; a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas, u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del concreto.

hayan producido bajas temperaturas, u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del concreto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se considerará el área en metros cuadrados (m^2), cubierta por los encofrados, medida según los planos, comprendiendo el metrado así obtenido las estructuras de sostén o andamiajes que fueran necesarios para el soporte de la estructura.

BASES DE PAGO

Se pagarán los metros cuadrados realmente ejecutados por el Precio Unitario del presupuesto respectivamente. Cuyo precio y pago constituye compensación completa para materiales y mano de obra, incluidas las leyes sociales y herramientas necesarias, así como los imprevistos para completar la partida.

6.04.00 COLOCACIÓN Y ARMADO DE ALCANTARILLAS.

6.04.01 MONTAJE DE BATERÍA DE ALCANTARILLAS TMC ϕ 72”.

DESCRIPCIÓN

Las especificaciones que a continuación se detallan serán complementadas con las que deberá proporcionar el fabricante para este tipo de estructura, estas especificaciones corresponden a los trabajos de armado de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”, completando íntegramente la sección antes de la ejecución de los rellenos. El Ing. Residente podrá programar montaje simultáneo de estructuras dependiendo solamente de la disponibilidad de personal calificado y equipo necesario.

EJECUCIÓN

Concluida la conformación del manto de asentamiento y verificado los niveles de apoyo de la estructura, se iniciará el montaje colocando primeramente las láminas inferiores de apoyo comenzando del lado de aguas abajo alternadamente y simétricamente hasta completar la longitud del tubo, este procedimiento de armado alternado y simétrico de láminas deberá continuarse hasta alcanzar la mitad de la flecha de la circunferencia, incluyendo una parte de las láminas laterales.

Estas láminas laterales se podrán ensamblar por unidades o conformando pre-ensamblados que contengan dos o más láminas en sentido vertical, siempre alternando de lado a lado.

Una vez colocadas las laminas laterales, mantener la posición de diseño de estas usando tensores y soportes.

Inicialmente, las estructuras deben montarse con el menor número posible de pernos, bastan tres o cuatro pernos sin ajustar cerca del centro de cada lamina, a lo largo de las costuras longitudinales y circunferenciales, este procedimiento permite mayor flexibilidad hasta que todas las láminas se hayan colocado en su sitio.

Antes de ajustar los pernos, verificar que la curvatura sea correcta, comparando las medidas actuales con las del diseño, si la curvatura no es la deseada se deberá alcanzar la sección de diseño por medio de tensores o soportes. Los pernos deberán ajustarse a un torque mínimo de 150 lb/pie y un máximo de 250 lb/pie.

Las láminas laterales superiores y de tapa, serán pre-ensambladas en arcos completos, ajustando los pernos antes de ser suspendidos como unidad, mediante estrobos por los huecos para los pernos.

De manera similar a las láminas laterales inferiores, antes de ajustar los pernos, verificar que la curvatura sea la correcta. Comparando con la sección de diseño, en caso contrario se harán las correcciones empleando tensores y soportes.

No se iniciará la operación de cierre de anillos antes de haber ajustado completamente dos arcos laterales, luego colocar los arcos de tapa completando así los anillos. No es conveniente colocar mas de dos laterales sin haber cerrado un anillo completando anillos, no es necesario guardar relación ante el número de arcos laterales apretados y los arcos de tapa.

Cuando se hayan completado varios anillos, y los tensores soportes que mantienen a los laterales y/o la tapa en forma, se pueden retirar con la excepción de los primeros anillos contados desde el extremo en construcción.

Colocar pernos de cabeza plana en la cresta de las corrugaciones que estarán en contacto con las costillas (si es que el tamaño las requieren).

Colocar andamios laterales y al centro para facilitar el empernado de las secciones laterales y arcos de techo. Se colocarán postes que ayuden a mantener la flecha de diseño, estos se irán colocando cada tres laminas de techo.

El criterio para colocarlos depende de la alteración que sufra la flecha en el extremo en construcción.

Al completar todos los anillos, chequear:

- Dimensiones
- Radios de curvatura.
- Simetría y calidad de las costuras.

Las deformaciones máximas aceptadas en este momento son 1.0% de reducción o 0.5% de desviación en el sentido horizontal. La transición de curvatura de lámina a través de la costura debe ser gradual.

Inspección.

Luego de cerrada la estructura se tomarán las medidas correspondientes. Los valores de esta deformación deben ser máximo de 2.0%.

La disposición gráfica de las láminas; así como el empernado y otros detalles se presentarán en los planos correspondientes.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

La unidad de medida de montaje de la Estructura de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72", será en metro lineal (ml).

BASES DE PAGO

El pago se hará con base al Precio Unitario por metro lineal (ml) instalado.

Será aplicado a la estructura de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72".

6.04.02 PROTECCIÓN SUPERFICIAL DE BATERÍA DE ALCANTARILLAS TMC ϕ 72”.

DESCRIPCIÓN.

Comprende a los trabajos de protección de la cara exterior en contacto con el relleno de las láminas de la estructura de Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”, mediante el empleo de un material bituminoso (breas, alquitrán, etc.).

EJECUCIÓN.

Terminado el montaje completo de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72” y previo a la conformación de los rellenos, deberá ejecutarse el pintado de toda la cara exterior de la estructura, debiendo utilizarse como pintura material bituminoso preferentemente breas u otro material previamente aprobado.

BASES DE PAGO

El pago se hará con base al Precio Unitario por metro cuadrado (m²) de estructura pintada.

APLICACIÓN.

Cara exterior de las estructuras de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”.

**6.04.03 RELLENO DE FUNDACIONES PARA MANTO DE ASENTAMIENTO.
(HASTA 0.50 m.)**

DESCRIPCIÓN.

Se refiere a una capa o manto de material granular colocado sobre el nivel del cauce debidamente acondicionado, sobre el cual se apoyará y acomodará la estructura de la Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72", en las dimensiones y niveles indicados en los planos.

EJECUCIÓN.

El material usado deberá ser granular con un espesor mínimo de 0.50 m, y de un ancho tal, que alcance hasta 1/8" de la flecha de la estructura y a todo lo largo del mismo.

Este material deberá ser apisonados; ligeramente compactado y seleccionado de la clasificación de los materiales que se indican en el plano a criterio del Ing. Residente.

METODO DE MEDICIÓN.

Se considerará como volumen de relleno al material colocado, de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior.

BASES DE PAGO.

El pago se hará con base al Precio Unitario por metro cúbico (m³) de material granular.

APLICACIÓN.

Para apoyo y acomodo de la estructura de Bateria de Alcantarillas TMC ϕ 72".

6.04.04 RELLENO DE FUNDACIONES HASTA 0.30 m. SOBRE LA CLAVE.

6.04.04 RELLENO DE FUNDACIONES HASTA 0.30 m. SOBRE LA CLAVE.

DESCRIPCIÓN.

Corresponde a los trabajos de relleno con material granular que deben ser depositados y compactados cuidadosamente alrededor de la estructura de la Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72", con el fin de lograr la estabilidad del sistema con interacción entresuelo y estructura.

Este trabajo deberá ejecutarse desde el nivel de fondo de la estructura hasta el nivel de subrasante, conforme se detalla en los planos.

EJECUCIÓN.

Selección de material.

Para la ejecución de este trabajo deberá aplicarse preferentemente materiales granulares para asegurar un buen desempeño estructural, puede emplearse también material del tipo ligeramente cohesivo si se le presta atención cuidadosa a la compactación con proporción óptima de humedad. El material muy fino puede infiltrarse dentro de la estructura y debe evitarse cuando se prevé una napa freática elevada, colocándose una cubierta de plástico o una capa filtrante entre el suelo y la estructura. El material granular sin zarandear o algún material similar, compactado a 90 – 95 por ciento de la densidad normal, resultado ideal.

Colocado del Relleno.

El material para relleno debajo de los cuartos inferiores y entorno a la estructura debe colocarse en capas alternadas de 0.15 m, a ambos lados de la tubería para permitir un buen apisonamiento.

El relleno se colocará alternadamente para mantenerlo a la misma altura, a ambos lados de la estructura compactándose cuidadosamente.

El apisonamiento puede efectuarse con equipo manual o mecánico, rodillos apisonados o compactadores vibratorios, según las condiciones en la obra. Más importante que el método es el hecho que el trabajo se efectúe con cuidado para asegurar un relleno bien compactado.

No se recomienda la compactación de terraplenes por medio de chorros de agua, por que generalmente no producen rellenos confiables para este tipo de estructuras.

Inspección

Durante las operaciones de relleno, se debe mantener la sección circular de los límites que a continuación se indican:

- Variación total de la flecha : 2.0%
- Movimiento horizontal de la Corona : 0.70% de la luz máxima.

Si la deformación es un aumento en la flecha, disminuir el número de pasadas del equipo de compactación verificando siempre los valores de compactación relativa. Si esto no es posible o no resulta en una disminución del rango de deformación, aumentar la distancia entre el equipo pesado de compactación y la estructura hasta que las deformaciones cesen, si la deformación es un cambio de simetría, aumentar la altura del relleno del lado hacia donde se mueve la estructura con respecto al otro; en este caso se puede aumentar la diferencia de rellenos entre uno y otro.

Para el control de la compactación, se deberá tomar pruebas de densidad cada dos capas de relleno y hacer chequeos visuales de la calidad del material y humedad, elevando el registro correspondiente.

El control del comportamiento de la sección circular de la estructura en cuanto a deflexionar, se hará de acuerdo al método que indique el fabricante, previa coordinación y aprobación. El seguimiento de deformaciones y sus conexiones, deberán registrarse en los formularios que para este efecto también debe presentar el fabricante.

Si durante la Inspección no se logra evitar aumentos en la flecha, cargar la tapa de la estructura.

Para el relleno lateral de la viga de empuje se utilizarán los mismos materiales; así como los procedimientos para las demás zonas.

Se colocará material sobre la porción de la tapa aun descubierta completando así el primer arco de relleno sobre la estructura. depositar arcos de relleno sobre la estructura de 0.15 m de espesor compactados con pases de tractores livianos como D – 4.

Añadir hasta llegar hasta la altura de relleno mínimo de 0.90 m durante esta operación todo equipo debe moverse perpendicularmente el eje longitudinal de la estructura.

Mantener el equipo pesado alejado de las estructuras a una distancia mínima de 2.0 m de ella, el equipo pesado que trafique debe circular a la distancia mínima antes mencionada, no debe pesar mas de 10 toneladas por eje.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

Se considera como volumen de relleno al material colocado y compactado conforme se describe en la ejecución.

BASES DE PAGO.

El pago se hará con base al Precio Unitario por metro cúbico (m3) de material granular, incluyendo equipo, mano de obra y herramientas.

APLICACIÓN.

Estructura de Batería de Alcantarillas TMC ϕ 72”.

6.04.05 RELLENO DESDE 0.30 m SOBRE LA CLAVE HASTA LA SUB-RASANTE.

DESCRIPCIÓN.

Consistirá en la explotación y empleo de material aprobado de cantera, que se encuentre en cantidades suficientes; el que se empleará de acuerdo con las especificaciones y en conformidad con las alineaciones, rasante y dimensiones marcadas en los planos.

SELECCIÓN DE FUENTES.

Las fuentes de préstamo estarán indicadas en los planos y/o designados en el estudio de suelos, el contratista tendrá la responsabilidad de obtener los derechos de extraer los materiales de las fuentes mencionadas.

MATERIALES.

El material para este ítem será seleccionado de acuerdo a las especificaciones para terraplén o relleno particular.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material, medidos en su posición final en los terraplenes o rellenos.

BASES DE PAGO

El volumen descrito será pagado al Precio Unitario por metro cúbico (m³); dicho precio y pago constituye compensación completa por la excavación, carguío, transporte, preparación, conformación y compactación.

6.04.06 EMBOQUILLADO.

DESCRIPCIÓN.

Esta partida se refiere a la construcción de un relleno conveniente de piedra como protección adicional al talud del material de relleno, para evitar el deslizamiento del mismo, aguas arriba y aguas abajo.

EJECUCIÓN.

En relleno se utiliza piedras seleccionadas del río o de cantera que tenga por lo menos una cara plana.

La piedra irá perfectamente acomodada de tal manera que toda la superficie interior quede montada sobre el talud. Las juntas que queden entre piedra y piedra se llenarán con concreto 1:5.

MÉTODO DE MEDICIÓN.

El trabajo ejecutado se medirá por metros cúbicos (m³), medido directamente sobre el terreno.

BASES DE PAGO.

La obra ejecutada se pagará por metro cúbico (m³), aplicando el Costo Unitario correspondiente, que dicho precio y pago constituirá compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos) y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

6.04.07 SARDINEL DE CONCRETO $f_c= 210 \text{ KG/ CM}^2$ + ACERO CORRUGADO.

DESCRIPCIÓN

Los sardineles de concreto serán colocados en el lugar que indiquen los planos y de acuerdo al diseño que se presenta en el plano de detalles constructivos.

EJECUCIÓN

La superficie del sardinel será bien presentada, sin rugosidades ni deformaciones, los encofrados serán lo suficiente rígidos para que no presenten deformaciones, lo mismo que la altura libre del sardinel será verificada con una regla de 3.00 m, de manera que no presenten ondulaciones. La superficie será con revestimiento pulido de mortero cemento – arena en porción 1:1.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El trabajo ejecutado se medirá por metro lineal (ml), medido directamente sobre el terreno.

BASES DE PAGO

La estructura ejecutada se pagará por metro lineal (ml); aplicando el precio del Costo Unitario correspondiente y dicho precio constituirá compensación total de mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que se requiera para la ejecución del trabajo.

7.00.00 MURO DE CONTENCIÓN

7.01.01 EXCAVACION NO CLASIFICADA DE ESTRUCTURAS

(Similar a partida 2.01).

7.01.02 MURO DE CONTENCIÓN DE PIEDRA

Esta partida se refiere a la construcción de muros resistentes, para proteger la explanada de la carretera de socavamientos y/o derrumbes que puedan producirse por el desbordamiento del río, avenida de huaycos o inestabilidades de los taludes.

Estos muros se efectuarán con mampostería de piedra asentada con un concreto $f'c = 175$ kg/cm²; la piedra deberá ser compactada y no descompuesta.

El borde de la cuneta deberá revestirse con albañilería de piedra, a fin de evitar que las aguas pluviales ingresen a lo largo del muro de contención, si el caso lo requiere.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirán los metros cúbicos (m³) realmente ejecutados.

BASES DE PAGO

Se abonará el producto de los metros cúbicos (m³) por el Precio Unitario

7.01.03 RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS

DESCRIPCIÓN

Consistirá en la explotación y empleo de material aprobado de cantera, que se encuentre en cantidades suficientes; el que se empleará de acuerdo con las especificaciones y de conformidad con las alineaciones, rasante y dimensiones marcadas en los planos.

Selección de fuentes.-

Las fuentes de prestamos estarán indicadas en los planos y/o designados en el estudio de suelos y se tendrá la responsabilidad de obtener los derechos de extraer los materiales de las fuentes mencionadas.

Materiales.-

El material para este Ítem será seleccionado de acuerdo a las especificaciones para terraplén o relleno en particular. Este material será obtenido de las canteras aprobadas.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos de material, medidos en su posición final en los terraplenes o rellenos.

BASES DE PAGO

El volumen descrito será pagado por metro cúbico al Precio Unitario; dicho pago y precio constituye compensación completa por la excavación, carguío, transporte, preparación, conformación y compactación

8.0 SEÑALIZACION

8.01 CONSTRUCCION DE POSTES KILOMETRICOS

DESCRIPCIÓN

Son señales que informan a los conductores del kilometraje de la vía.

Método de construcción

Se colocarán a intervalos de 1 Km, a la derecha y en el sentido del tránsito que circula desde el origen de la carretera hacia el termino de ella, serán de concreto $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con fiero de construcción de 3/8" con estribos de alambre N° 8 cada 0.15, altura 1.20 m del cual se cimentará 0.50m. La inscripción será en bajo relieve. Se pintarán de blanco y negro.

La cimentación de los postes Kilométricos será de concreto ciclópeo $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y de dimensiones de 0.50 m * 0.50 m de profundidad.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El método de medición es por unidad, colocado y aceptado por el supervisor.

BASES DE PAGO

La cantidad determinada según el método de medición, será pagado al Precio Unitario y dicho precio constituirá compensación total por el costo de material, equipo, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida.

8.02.0 PANEL INFORMATIVO

DESCRIPCIÓN

Las señales informativas son para guiar al conductor de un vehículo a través de la carretera y darle a conocer los nombres de los lugares que se encuentran en el camino.

Preparación de señales informativas.-

Las señales de información general serán de 1.80 * 0.60 metros de plancha galvanizada de espesor 1/32".

El fondo de la señal será en lámina reflectiva color verde grado ingeniería. El mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de alta intensidad de color blanco.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será de madera de sección 2" * 2".

Cimentación de los soportes.-

Las señales informativas tendrán una cimentación de concreto ($f^c = 140 \text{ Kg/cm}^2$) cuyas dimensiones son 0.60 * 0.60 * 0.30 metros.

Postes de fijación de señales.-

Se emplearán pórticos conformados por tubos metálicos de $d=3"$, tal como se indica en los planos, la estructura será recubierta con pintura epóxica y esmalte color gris metálico. Las soldaduras deberán aplicarse dejando superficies lisas, bien acabadas y sin dejar vacíos que debiliten las uniones, de acuerdo a la mejor práctica de la materia.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El cartel o señal informativa se medirá por metro cuadrado de la placa terminada de acuerdo a estas especificaciones y a lo indicado en los planos aceptados por el Supervisor.

BASES DE PAGO

La cantidad determinada según el método de medición será al Precio Unitario, dicho precio constituirá compensación única por el costo de materiales, equipo, transporte, mano de obra e imprevistos necesarios para completar la partida, incluye además los parantes y su cimentación.

9.00.00 MANTENIMIENTO VIAL

9.01.00 MANTENIMIENTO VIAL

DESCRIPCIÓN

Habiéndose concluido con los trabajos de las diversas partidas que conforman la rehabilitación de la carretera Azángaro – Muñani, tramo I; se considerará una partida de mantenimiento de la obra hasta su posterior entrega a la entidad correspondiente.

EJECUCION

El ingeniero residente dispondrá los métodos y equipos a emplearse, de acuerdo a las características de la partida que se esta realizando el mantenimiento respectivo y para lo cual tendrá en cuenta los acápite considerados en el análisis de Costos Unitarios.

METODO DE MEDICION

Los trabajos de mantenimiento vial se medirán por kilómetro ejecutado.

BASES DE PAGO

El pago del mantenimiento vial se ejecutará sobre la base del Precio Unitario y constituirá compensación total por el costo de materiales, equipo, mano de obra, e imprevistos necesarios para completar la partida.

2.0. METRADOS

2.0

METRADOS

Obra : Rehabilitación del Camino Rural Azangaro Muñani
Tramo : Km 0.00 + 0.00 al 10 + 0.00

1.00 OBRAS PRELIMINARES

1.01 Movilización y Desmovilización

Descripción	Cantidad Und
Global	1.00
Total	1.00

Metrado Ejecutado : 1.00 Und.

1.02 Trazo y Replanteo

Descripción	Cantidad Km
Km. 0 al 10.00	10.00
Total	10.00

Metrado Ejecutado: 10.00 Km

2.00 EXPLANACIONES

2.01 Excavación de Material Suelto

Progresiva		Longitud	Ancho	Area	Altura	Volumen
Del Km	Al Km	ml	ml	m2	ml	m3
5 + 000	5 + 020	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 020	5 + 040	20.00	6.00	120.00	0.11	13.20
5 + 040	5 + 060	20.00	6.00	120.00	0.10	12.00
5 + 060	5 + 080	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 080	5 + 100	20.00	6.00	120.00	0.08	9.60
5 + 100	5 + 120	20.00	6.00	120.00	0.08	9.60
5 + 120	5 + 140	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
5 + 140	5 + 160	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 160	5 + 180	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 180	5 + 200	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 200	5 + 220	20.00	6.00	120.00	0.08	9.00
5 + 220	5 + 240	20.00	6.00	120.00	0.06	6.60
5 + 240	5 + 260	20.00	6.00	120.00	0.11	13.20
5 + 260	5 + 280	20.00	6.00	120.00	0.12	14.40
5 + 280	5 + 300	20.00	6.00	120.00	0.105	12.60
5 + 300	5 + 320	20.00	6.00	120.00	0.105	12.60
5 + 320	5 + 340	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 340	5 + 360	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 360	5 + 380	20.00	6.00	120.00	0.10	12.00
5 + 380	5 + 400	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 400	5 + 420	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 420	5 + 440	20.00	6.00	120.00	0.10	12.00
5 + 440	5 + 460	20.00	6.00	120.00	0.085	10.20
5 + 460	5 + 480	20.00	6.00	120.00	0.085	10.20
5 + 480	5 + 520	20.00	6.00	120.00	0.11	13.20
5 + 520	5 + 540	20.00	6.00	120.00	0.10	12.00
5 + 540	5 + 560	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 580	5 + 600	20.00	6.00	120.00	0.09	10.80
5 + 600	5 + 620	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 620	5 + 640	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
5 + 640	5 + 660	20.00	6.00	120.00	0.03	3.60
5 + 660	5 + 680	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 680	5 + 700	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 700	5 + 720	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 720	5 + 740	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
5 + 740	5 + 760	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 760	5 + 780	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 780	5 + 800	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 800	5 + 820	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 820	5 + 840	20.00	6.00	120.00	0.06	6.60
5 + 840	5 + 860	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 860	5 + 880	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 880	5 + 900	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 900	5 + 920	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
5 + 920	5 + 940	20.00	6.00	120.00	0.06	7.14
5 + 940	5 + 960	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
5 + 960	5 + 980	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
5 + 980	6 + 000	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 000	6 + 020	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 020	6 + 040	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 040	6 + 060	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 060	6 + 080	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00

Progresiva		Longitud	Ancho	Area	Altura	Volumen
Del Km	Al Km	ml	ml	m2	ml	m3
6 + 080	6 + 100	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 100	6 + 120	20.00	6.00	120.00	0.03	3.60
6 + 120	6 + 140	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
6 + 140	6 + 160	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 160	6 + 180	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 180	6 + 200	20.00	6.00	120.00	0.05	5.67
6 + 200	6 + 220	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 500	6 + 520	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 520	6 + 540	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 540	6 + 560	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 560	6 + 580	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 580	6 + 600	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 600	6 + 620	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 620	6 + 640	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
6 + 640	6 + 660	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 660	6 + 680	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 680	6 + 700	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 700	6 + 720	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 720	6 + 740	20.00	6.00	120.00	0.06	7.20
6 + 740	6 + 760	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 760	6 + 780	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 780	6 + 800	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 800	6 + 820	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 820	6 + 840	20.00	6.00	120.00	0.05	6.06
6 + 840	6 + 860	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 860	6 + 880	20.00	6.00	120.00	0.04	4.92
6 + 880	6 + 900	20.00	6.00	120.00	0.04	5.16
6 + 900	6 + 920	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
TOTAL			(m3)			585.15

Metrado Ejecutado: 585.15 m3

2.02 Material de Relleno

Progresiva		Longitud	Ancho	Area	Altura	Volumen
Del Km	Al Km	ml	ml	m2	ml	m3
6 + 500	6 + 520	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 520	6 + 540	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 540	6 + 560	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
6 + 560	6 + 580	20.00	6.00	120.00	0.04	4.80
6 + 660	6 + 680	20.00	6.00	120.00	0.05	6.00
TOTAL			(m3)			27.60

Metrado Ejecutado : 27.60 m3

3.00 PAVIMENTOS

3.01 Lastrado e= 0.15 mts.

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
0 + 000	4000.00	4000.16	0.16	6.00	0.00	0.00
0 + 020	4000.08	4000.24	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 040	3999.78	3999.93	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 060	3999.83	3999.99	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 080	4000.10	4000.25	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 100	4000.44	4000.60	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 120	4000.97	4001.15	0.18	6.00	20.40	120.00
0 + 140	4001.24	4001.40	0.16	6.00	20.40	120.00
0 + 160	4001.28	4001.43	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 180	4001.23	4001.40	0.17	6.00	19.20	120.00
0 + 200	4001.26	4001.43	0.17	6.00	20.40	120.00
0 + 220	4001.56	4001.71	0.15	6.00	19.20	120.00
0 + 240	4001.86	4002.02	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 260	4002.01	4002.17	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 280	4002.03	4002.25	0.22	6.00	22.80	120.00
0 + 300	4002.38	4002.53	0.15	6.00	22.20	120.00
0 + 320	4002.87	4003.02	0.15	6.00	18.00	120.00
0 + 340	4002.80	4002.96	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 360	4002.78	4002.93	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 380	4002.84	4003.00	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 400	4002.81	4002.96	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 420	4002.89	4003.04	0.15	6.00	18.00	120.00
0 + 440	4002.82	4002.98	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 460	4002.75	4002.91	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 480	4002.80	4002.97	0.17	6.00	19.80	120.00
0 + 500	4002.82	4002.98	0.16	6.00	19.80	120.00
0 + 520	4002.92	4003.08	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 540	4002.95	4003.12	0.17	6.00	19.80	120.00
0 + 560	4002.98	4003.15	0.17	6.00	20.40	120.00
0 + 580	4003.07	4003.25	0.18	6.00	21.00	120.00
0 + 600	4003.06	4003.23	0.17	6.00	21.00	120.00
0 + 620	4003.07	4003.25	0.18	6.00	21.00	120.00
0 + 640	4003.06	4003.22	0.16	6.00	20.40	120.00
0 + 660	4003.16	4003.32	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 680	4003.18	4003.34	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 700	4003.36	4003.52	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 720	4003.67	4003.82	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 740	4004.02	4004.17	0.15	6.00	18.00	120.00
0 + 760	4004.36	4004.52	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 780	4005.01	4005.17	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 800	4005.80	4005.96	0.16	6.00	19.20	120.00
0 + 820	4005.97	4006.12	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 840	4006.27	4006.43	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 860	4006.71	4006.86	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 880	4007.04	4007.20	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 900	4007.53	4007.68	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 920	4008.00	4008.15	0.15	6.00	18.00	120.00
0 + 940	4008.46	4008.62	0.16	6.00	18.60	120.00
0 + 960	4008.66	4008.81	0.15	6.00	18.60	120.00
0 + 980	4008.94	4009.09	0.15	6.00	18.00	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
2 + 100	4005.91	4006.06	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 120	4006.87	4007.02	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 140	4007.89	4008.06	0.17	6.00	19.20	120.00
2 + 160	40068.94	40069.10	0.16	6.00	19.80	120.00
2 + 180	4009.68	4009.83	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 200	4010.33	4010.50	0.17	6.00	19.20	120.00
2 + 220	4011.17	4011.32	0.15	6.00	19.20	120.00
2 + 240	4011.94	4012.10	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 260	4012.70	4012.86	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 280	4013.34	4013.49	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 300	4013.75	4013.90	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 320	4014.06	4014.22	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 340	4014.21	4014.36	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 360	4014.42	4014.58	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 380	4014.41	4014.57	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 400	4014.42	4015.57	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 420	4014.47	4014.62	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 440	4014.51	4014.66	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 460	4014.51	4014.67	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 480	4014.51	4014.68	0.17	6.00	19.20	120.00
2 + 500	4014.51	4014.68	0.17	6.00	20.40	120.00
2 + 520	4014.63	4014.78	0.15	6.00	19.20	120.00
2 + 540	4014.63	4014.80	0.17	6.00	19.20	120.00
2 + 560	4014.73	4014.89	0.16	6.00	19.80	120.00
2 + 580	4014.76	4014.91	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 600	4014.74	4014.90	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 620	4014.74	4014.90	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 640	4014.78	4014.93	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 660	4014.82	4014.97	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 680	4014.82	4014.98	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 700	4014.84	4015.00	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 720	4014.84	4015.00	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 740	4014.92	4015.08	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 760	4014.92	4015.08	0.16	6.00	19.32	120.00
2 + 780	4014.93	4015.09	0.16	6.00	19.32	120.00
2 + 800	4014.93	4015.09	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 820	4014.92	4015.08	0.16	6.00	19.20	120.00
2 + 840	4014.98	4015.13	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 860	4014.97	4015.13	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 880	4014.97	4015.12	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 900	4015.03	4015.19	0.16	6.00	18.60	120.00
2 + 920	4015.18	4015.33	0.15	6.00	18.60	120.00
2 + 940	4015.15	4015.30	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 960	4015.11	4015.26	0.15	6.00	18.00	120.00
2 + 980	4015.22	4015.37	0.15	6.00	0.00	120.00
3 + 000	4015.33	4015.48	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 020	4015.19	4015.36	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 040	4015.18	4015.33	0.15	6.00	19.20	120.00
3 + 060	4015.16	4015.31	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 080	4015.17	4015.32	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 100	4015.23	4015.38	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 120	4015.29	4015.46	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 140	4015.26	4015.41	0.15	6.00	19.20	120.00
3 + 160	4015.36	4015.52	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 180	4015.53	4015.68	0.15	6.00	18.60	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
3 + 200	4015.66	4015.82	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 220	4015.70	4015.86	0.16	6.00	19.20	120.00
3 + 240	4015.81	4015.97	0.16	6.00	19.20	120.00
3 + 260	4015.96	4016.11	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 280	4016.07	4016.22	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 300	4016.06	4016.21	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 320	4016.08	4016.24	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 340	4016.15	4016.31	0.16	6.00	19.20	120.00
3 + 360	4016.21	4016.36	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 380	4016.18	4016.33	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 400	4016.25	4016.40	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 420	4016.24	4016.40	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 440	4016.30	4016.45	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 460	4016.50	4016.66	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 480	4016.56	4016.71	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 500	4016.63	4016.78	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 520	4016.69	4016.84	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 540	4016.81	4016.97	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 560	4016.88	4017.05	0.17	6.00	19.80	120.00
3 + 580	4016.95	4017.11	0.16	6.00	19.80	120.00
3 + 600	4017.08	4017.23	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 620	4017.21	4017.36	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 640	4017.41	4017.56	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 660	4017.69	4017.86	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 680	4017.83	4017.98	0.15	6.00	19.20	120.00
3 + 700	4017.95	4018.12	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 720	4018.04	4018.20	0.16	6.00	19.80	120.00
3 + 740	4018.10	4018.26	0.16	6.00	19.20	120.00
3 + 760	4018.18	4018.33	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 780	4018.20	4018.35	0.15	6.00	18.00	120.00
3 + 800	4018.21	4018.37	0.16	6.00	18.60	120.00
3 + 820	4018.32	4018.48	0.16	6.00	18.20	120.00
3 + 840	4018.30	4018.46	0.16	6.00	19.20	120.00
3 + 860	4018.42	4018.57	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 880	4018.54	4018.71	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 900	4018.67	4018.83	0.16	6.00	19.80	120.00
3 + 920	4018.76	4018.91	0.15	6.00	18.60	120.00
3 + 940	4018.91	4019.08	0.17	6.00	19.20	120.00
3 + 960	4019.14	4019.30	0.16	6.00	19.80	120.00
3 + 980	4019.50	4019.65	0.15	6.00	0.00	120.00
4 + 000	4019.71	4019.88	0.17	6.00	19.20	120.00
4 + 020	4020.02	4020.17	0.15	6.00	19.20	120.00
4 + 040	4019.97	4020.12	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 060	4019.87	4020.03	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 080	4019.98	4020.13	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 100	4019.98	4020.13	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 120	4020.00	4020.16	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 140	4020.60	4020.21	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 160	4020.15	4020.31	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 180	4020.35	4020.50	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 200	4020.59	4020.75	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 220	4020.79	4020.95	0.16	6.00	19.20	120.00
4 + 240	4021.07	4021.23	0.16	6.00	19.20	120.00
4 + 260	4021.32	4021.47	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 280	4021.55	4021.70	0.15	6.00	18.00	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
4 + 300	4021.87	4022.02	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 320	4022.08	4022.23	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 340	4022.18	4022.33	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 360	4022.33	4022.48	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 380	4022.49	4022.65	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 400	4022.66	4022.81	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 420	4022.74	4022.90	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 440	4022.98	4023.13	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 460	4023.19	4023.36	0.17	6.00	19.20	120.00
4 + 480	4023.45	4023.60	0.15	6.00	19.20	120.00
4 + 500	4023.76	4023.92	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 520	4024.07	4024.22	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 540	4024.39	4024.55	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 560	4024.57	4024.72	0.15	6.00	19.20	120.00
4 + 580	4024.79	4024.96	0.17	6.00	19.20	120.00
4 + 600	4024.98	4025.13	0.15	6.00	19.20	120.00
4 + 620	4025.16	4025.31	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 640	4025.36	4025.52	0.16	6.00	18.60	120.00
4 + 660	4025.64	4025.80	0.16	6.00	19.20	120.00
4 + 680	4025.87	4026.03	0.16	6.00	19.20	120.00
4 + 700	4026.00	4026.15	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 720	4026.07	4026.22	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 740	4026.23	4026.40	0.17	6.00	19.20	120.00
4 + 760	4026.20	4026.36	0.16	6.00	19.80	120.00
4 + 780	4025.97	4026.13	0.16	6.00	19.20	120.00
4 + 800	4025.67	4025.82	0.15	6.00	18.60	120.00
4 + 820	4025.07	4025.22	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 840	4024.62	4024.77	0.15	6.00	18.00	120.00
4 + 860	4024.33	4024.50	0.17	6.00	19.20	120.00
4 + 880	4023.99	4024.15	0.16	6.00	19.80	120.00
4 + 900	4023.87	4024.04	0.17	6.00	19.80	120.00
4 + 920	4023.73	4023.89	0.16	6.00	19.80	120.00
4 + 940	4023.55	4023.72	0.17	6.00	19.80	120.00
4 + 960	4023.34	4023.52	0.18	6.00	21.00	120.00
4 + 980	4023.26	4023.43	0.17	6.00	0.00	120.00
5 + 000	4023.09	4023.27	0.18	6.00	21.00	120.00
5 + 020	4022.63	4022.80	0.17	6.00	21.00	120.00
5 + 040	4022.35	4022.52	0.17	6.00	20.40	120.00
5 + 060	4022.39	4022.55	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 080	4022.83	4022.98	0.15	6.00	18.60	120.00
5 + 100	4022.91	4023.06	0.15	6.00	18.00	120.00
5 + 120	4022.89	4023.05	0.16	6.00	18.60	120.00
5 + 140	4022.85	4023.01	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 160	4022.80	4023.97	0.17	6.00	19.80	120.00
5 + 180	4022.83	4022.97	0.14	6.00	18.60	120.00
5 + 200	4022.84	4022.98	0.14	6.00	16.80	120.00
5 + 220	4022.85	4023.00	0.15	6.00	17.40	120.00
5 + 240	4022.75	4022.92	0.17	6.00	19.20	120.00
5 + 260	4022.65	4022.82	0.17	6.00	20.40	120.00
5 + 280	4022.63	4022.79	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 300	4022.59	4022.76	0.17	6.00	19.80	120.00
5 + 320	4022.61	4022.78	0.17	6.00	20.40	120.00
5 + 340	4022.48	4022.65	0.17	6.00	20.40	120.00
5 + 360	4022.38	4022.53	0.15	6.00	19.20	120.00
5 + 380	4022.21	4022.36	0.15	6.00	18.00	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
5 + 386.95	4022.48	4022.65	0.17	6.00	19.20	41.70
5 + 400	4022.16	4022.31	0.15	6.00	19.20	78.30
5 + 420	4022.2	4022.35	0.15	6.00	18.00	120.00
5 + 440	4022.23	4022.40	0.17	6.00	19.20	120.00
5 + 460	4022.36	4022.51	0.15	6.00	19.20	120.00
5 + 480	4022.45	4022.62	0.17	6.00	19.20	120.00
5 + 500	4022.42	4022.58	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 520	4022.41	4022.57	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 540	4022.39	4022.56	0.17	6.00	19.80	120.00
5 + 560	4022.37	4022.53	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 580	4022.27	4022.43	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 600	4022.24	4022.39	0.15	6.00	18.60	120.00
5 + 620	4022.45	4022.60	0.15	6.00	18.00	120.00
5 + 640	4022.59	4022.76	0.17	6.00	19.20	120.00
5 + 660	4022.70	4022.86	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 680	4022.71	4022.86	0.15	6.00	18.60	120.00
5 + 700	4022.72	4022.87	0.15	6.00	18.00	120.00
5 + 720	4022.71	4022.86	0.15	6.00	18.00	120.00
5 + 740	4022.69	4022.85	0.16	6.00	18.60	120.00
5 + 760	4022.74	4022.90	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 780	4022.80	4022.96	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 800	4022.81	4022.97	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 820	4022.78	4022.95	0.17	6.00	19.80	120.00
5 + 840	4022.50	4022.66	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 860	4022.11	4022.26	0.15	6.00	18.60	120.00
5 + 880	4021.87	4022.03	0.16	6.00	18.60	120.00
5 + 900	4021.76	4021.93	0.17	6.00	19.80	120.00
5 + 920	4021.79	4021.96	0.17	6.00	20.40	120.00
5 + 940	4021.75	4021.91	0.16	6.00	19.80	120.00
5 + 960	4021.77	4021.93	0.16	6.00	19.20	120.00
5 + 980	4021.69	4021.85	0.16	6.00	0.00	120.00
6 + 000	4021.88	4022.03	0.15	6.00	18.60	0.00
6 + 020	4022.00	4022.15	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 040	4022.29	4022.45	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 060	4022.64	4022.80	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 080	4023.20	4023.35	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 100	4023.79	4023.95	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 120	4024.58	4024.73	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 140	4024.71	4024.87	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 160	4024.75	4024.90	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 180	4024.73	4024.88	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 200	4024.79	4024.95	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 220	4024.90	4025.06	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 240	4024.88	4025.04	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 260	4024.85	4025.00	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 280	4024.77	4024.93	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 300	4024.93	4025.08	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 320	4024.98	4025.13	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 340	4024.68	4024.85	0.17	6.00	19.20	120.00
6 + 360	4024.41	4024.66	0.25	6.00	25.20	120.00
6 + 380	4024.11	4024.27	0.16	6.00	24.60	120.00
6 + 400	4023.47	4023.62	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 420	4023.28	4023.43	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 440	4023.12	4023.28	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 460	4022.97	4023.12	0.15	6.00	18.60	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
6 + 480	4022.80	4022.95	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 500	4022.48	4022.63	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 520	4022.44	4022.60	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 540	4022.78	4022.93	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 560	4022.95	4023.11	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 580	4023.16	4023.31	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 600	4023.52	4023.68	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 620	4023.46	4023.61	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 640	4023.29	4023.45	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 660	4022.99	4023.15	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 680	4022.70	4022.86	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 700	4022.65	4022.81	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 720	4023.28	4023.43	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 740	4023.83	4023.98	0.15	6.00	18.00	120.00
6 + 760	4023.96	4024.12	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 780	4023.97	4024.12	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 800	4023.99	4024.15	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 820	4024.06	4024.22	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 840	4024.18	4024.34	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 860	4024.15	4024.31	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 880	4024.07	4024.23	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 900	4023.94	4024.10	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 920	4023.19	4023.35	0.16	6.00	19.20	120.00
6 + 940	4023.96	4022.11	0.15	6.00	18.60	120.00
6 + 960	4021.00	4021.16	0.16	6.00	18.60	120.00
6 + 980	4020.43	4020.60	0.17	6.00	19.80	120.00
7 + 000	4019.88	4020.08	0.20	6.00	22.20	120.00
7 + 020	4019.45	4019.61	0.16	6.00	0.00	120.00
7 + 040	4019.06	4019.23	0.17	6.00	9.80	120.00
7 + 060	4018.68	4018.85	0.17	6.00	20.40	120.00
7 + 080	4018.44	4018.61	0.17	6.00	20.40	120.00
7 + 100	4018.26	4018.41	0.15	6.00	19.20	120.00
7 + 120	4018.20	4018.36	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 140	4018.21	4018.36	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 160	4018.27	4018.42	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 180	4018.29	4018.47	0.18	6.00	19.80	120.00
7 + 200	4018.12	4018.28	0.16	6.00	20.40	120.00
7 + 220	4018.07	4018.22	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 240	4018.05	4018.20	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 260	4018.07	4018.23	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 280	4018.03	4018.18	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 300	4017.95	4018.10	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 320	4018.08	4018.24	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 340	4018.14	4018.30	0.16	6.00	19.20	120.00
7 + 360	4018.13	4018.29	0.16	6.00	19.20	120.00
7 + 380	4018.12	4018.27	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 400	4017.89	4018.06	0.17	6.00	19.20	120.00
7 + 420	4017.09	4017.25	0.16	6.00	19.80	120.00
7 + 440	4016.88	4017.04	0.16	6.00	19.20	120.00
7 + 460	4016.87	4017.04	0.17	6.00	19.80	120.00
7 + 480	4016.87	4017.04	0.17	6.00	20.40	120.00
7 + 500	4016.89	4017.04	0.15	6.00	0.00	120.00
7 + 520	4016.94	4017.10	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 540	4017.02	4017.17	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 560	4017.17	4017.33	0.16	6.00	18.60	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
7 + 580	4017.27	4017.45	0.18	6.00	20.40	120.00
7 + 600	4017.30	4017.45	0.15	6.00	19.80	120.00
7 + 620	4017.30	4017.46	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 640	4017.31	4017.46	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 660	4017.30	4017.45	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 680	4017.25	4017.40	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 700	4017.14	4017.31	0.17	6.00	19.20	120.00
7 + 720	4017.06	4017.21	0.15	6.00	19.20	120.00
7 + 740	4016.58	4016.73	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 760	4016.28	4016.43	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 780	4016.00	4016.16	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 800	4014.62	4014.77	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 820	4013.61	4013.77	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 840	4013.27	4013.43	0.16	6.00	19.20	120.00
7 + 860	4013.16	4013.31	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 880	4013.10	4013.25	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 900	4013.14	4013.30	0.16	6.00	18.60	120.00
7 + 920	4013.24	4013.40	0.16	6.00	19.20	120.00
7 + 940	4013.65	4013.80	0.15	6.00	18.60	120.00
7 + 960	4014.96	4015.11	0.15	6.00	18.00	120.00
7 + 980	4016.68	4016.83	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 000	4018.31	4018.47	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 020	4019.12	4019.27	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 040	4019.94	4020.10	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 060	4021.35	4021.50	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 080	4023.01	4023.16	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 100	4024.35	4024.51	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 120	4025.09	4025.26	0.17	6.00	19.20	120.00
8 + 140	4025.75	4025.90	0.15	6.00	19.20	120.00
8 + 160	4026.12	4026.28	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 180	4026.38	4026.54	0.16	6.00	0.00	120.00
8 + 200	4026.35	4026.50	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 220	4026.36	4026.51	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 240	4026.29	4026.45	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 260	4026.18	4026.33	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 280	4026.06	4026.22	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 300	4025.68	4025.83	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 320	4025.55	4025.70	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 340	4025.54	4025.70	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 360	4025.49	4025.65	0.16	6.00	19.20	120.00
8 + 380	4025.38	4025.53	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 400	4025.15	4025.30	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 420	4025.02	4025.17	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 440	4024.93	4025.10	0.17	6.00	19.20	120.00
8 + 460	4024.74	4024.89	0.15	6.00	18.20	120.00
8 + 480	4024.54	4024.70	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 500	4024.39	4024.54	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 520	4024.31	4024.46	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 540	4024.08	4024.23	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 560	4023.88	4024.04	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 580	4023.68	4023.83	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 600	4023.35	4023.50	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 620	4022.94	4023.10	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 640	4022.16	4022.32	0.16	6.00	19.20	120.00
8 + 660	4021.34	4021.50	0.16	6.00	19.20	120.00

Progresiva	Cota Terreno	Cota Final	Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
8 + 680	4020.01	4020.16	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 700	4019.01	4019.16	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 720	4018.62	4018.77	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 740	4018.40	4018.55	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 760	4018.52	4018.67	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 780	4018.40	4018.55	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 800	4018.33	4018.50	0.17	6.00	19.20	120.00
8 + 820	4018.22	4018.37	0.15	6.00	19.20	120.00
8 + 840	4018.40	4018.55	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 860	4018.21	4018.36	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 880	4018.20	4018.36	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 900	4018.25	4018.40	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 920	4018.14	4018.30	0.16	6.00	18.60	120.00
8 + 940	4018.07	4018.22	0.15	6.00	18.60	120.00
8 + 960	4018.11	4018.26	0.15	6.00	18.00	120.00
8 + 980	4018.88	4018.04	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 000	4018.00	4018.16	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 020	4018.01	4018.17	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 040	4018.06	4018.22	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 060	4018.15	4018.30	0.15	6.00	18.60	120.00
9 + 080	4018.12	4018.28	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 100	4018.15	4018.30	0.15	6.00	18.60	120.00
9 + 120	4018.15	4018.30	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 140	4018.28	4018.43	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 160	4018.24	4018.40	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 180	4018.25	4018.40	0.15	6.00	18.60	120.00
9 + 200	4018.17	4018.32	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 220	4018.06	4018.21	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 240	4018.14	4018.30	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 260	4018.15	4018.30	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 280	4018.34	4018.50	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 300	4018.43	4018.60	0.17	6.00	19.80	120.00
9 + 320	4018.55	4018.80	0.25	6.00	0.00	120.00
9 + 340	4018.81	4018.96	0.15	6.00	24.00	120.00
9 + 360	4019.20	4019.35	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 380	4019.64	4019.80	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 400	4020.33	4020.50	0.17	6.00	19.80	120.00
9 + 420	4021.19	4021.35	0.16	6.00	19.80	120.00
9 + 440	4022.36	4022.51	0.15	6.00	18.60	120.00
9 + 460	4023.30	4023.45	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 480	4024.44	4024.60	0.16	6.00	18.60	120.00
9 + 500	4023.95	4024.10	0.18	6.00	21.60	120.00
9 + 520	4024.02	4024.18	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 540	4024.09	4024.26	0.17	6.00	20.40	120.00
9 + 560	4024.11	4024.28	0.17	6.00	20.40	120.00
9 + 580	4024.13	4024.30	0.17	6.00	20.40	120.00
9 + 600	4024.14	4024.30	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 620	4024.21	4024.37	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 640	4024.31	4024.47	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 660	4024.40	4024.55	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 680	4024.52	4024.67	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 700	4024.53	4024.69	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 720	4024.58	4024.74	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 740	4024.65	4024.82	0.17	6.00	20.40	120.00
9 + 760	4024.72	4024.92	0.20	6.00	20.40	120.00

Progresiva	Cota		Diferencia de nivel	Ancho ml	Volumen m3	Area m2
	Terreno	Final				
9 + 780	4024.52	4024.68	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 800	4024.38	4024.53	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 820	4024.49	4024.65	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 840	4024.62	4024.79	0.17	6.00	20.40	120.00
9 + 860	4024.73	4024.89	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 880	4024.92	4025.07	0.15	6.00	18.00	120.00
9 + 900	4024.99	4025.15	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 920	4025.10	4025.26	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 940	4025.29	4025.44	0.15	6.00	19.00	120.00
9 + 960	4025.17	4025.33	0.16	6.00	19.20	120.00
9 + 980	4025.26	4025.41	0.15	6.00	18.00	120.00
10 + 000	4025.32	4025.48	0.16	6.00	19.20	120.00
T O T A L					9,271.68	59880.00

Metrado Ejecutado: 59,880 m2

4.00 OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE

4.01 Limpieza de Cunetas

Progresiva		Longitud ml
Del Km	Al Km	
5000	5200	200.00
6000	6400	400.00
6600	6800	200.00
8200	9000	800.00
9000	9200	200.00
Total (m2)		1,800.00

Metrado Ejecutado: 1,800 m2

4.02 Excavación de cunetas en material Suelto

Progresiva		Longitud ml
Del Km	Al Km	
200	1000	800.00
1000	1400	400.00
1800	2000	200.00
2200	2400	200.00
3000	3800	800.00
4200	5000	800.00
5800	6000	200.00
6400	6600	200.00
6800	7000	200.00
7600	8000	400.00
8000	8200	200.00
9800	10000	200.00
Total (m2)		4600.00

Metrado Ejecutado: 4,600 m2

5.00 TAJEAS DE PIEDRA

5.01 Reparación de Cabezales Tipo

Progresiva	N° de Cabezales Und.
3,013.00	2.00
Total	2.00

Metrado Ejecutado: 2.00 Unid.

5.02 Tajeas de Piedra

Progresiva	Cantidad Unid.	Unidad ml
8 + 871	1.00	6.00
8 + 944	1.00	6.00
9 + 181	1.00	6.00
Total	ml	18.00

Metrado Ejecutado: 18.00 ml

6.00 BATERIA DE ALCANTARILLAS

6.01.00 TRABAJOS PRELIMINARES

6.01.01 Desvio y Encauzamiento del río

L = 15.00 mts
B = 6.00 mts
H = 4.722 mts

$V = 15 \times 6 \times 4.722$ mts

Metrado Ejecutado: 425.00 m³

6.01.02 Transporte de Alcantarillas

Se ha realizado el transporte desde la ciudad de Lima a Obra de 40.50 mts lineales de Alcantarillas tipo TMC 0 72"

Metrado Ejecutado: 1 Und.

6.02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.02.01 Corte de Material Suelto

$$L = 2.80 * 4.00 + 0.30 * 4.00 = 12.40$$

$$h = 5.50 \text{ mts}$$

$$B = 4.257 \text{ mts}$$

$$V = 12.40 * 5.50 * 4.257 = 290.30 \text{ m}^3$$

Metrado Ejecutado: 290.30 m³

6.02.02 Excavación no Clasificada bajo agua

$$L = 15.40 \text{ mts}$$

$$B = 6.00 \text{ mts}$$

$$H = 0.30 \text{ mts}$$

$$V = 15.40 * 6 * 0.30 = 27.73 \text{ m}^3$$

Metrado Ejecutado: 27.73 m³

6.02.03 Nivelación de Fondo del Cruce con material propio

$$L = 15.40 \text{ mts}$$

$$B = 6.00 \text{ mts}$$

$$H = 0.30 \text{ mts}$$

$$V = 15.40 * 6 * 0.30 = 27.72 \text{ m}^3$$

Metrado Ejecutado: 27.72 m³

6.02.04 Relleno Seleccionado

$$L = 18.79 - 15.40 = 3.39 \text{ mts}$$

$$B = 7.795 \text{ mts}$$

$$H = 3.862 \text{ mts}$$

$$V = 6.20 * 8.70 * 3.862 = 208.32 \text{ m}^3$$

Metrado Ejecutado: 140.04 m³

6.02.05 Eliminación de Excedentes

$$L = 6.20 \text{ mts}$$

$$B = 8.70 \text{ mts}$$

$$H = 3.62 \text{ mts}$$

$$V = 6.20 * 8.70 * 3.862 = 208.32 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado:} \quad 208.32 \text{ m}^3$$

6.03.00 OBRAS DE CONCRETO

6.03.01 Solado para Zapata de Muro de Contención C : H, 1:6

Solado en Alas

$$L = 2.80$$

$$B = 1.90$$

$$H = 0.175$$

$$V1 = 2.80 * 1.90 * 0.157 * 4 = 3.724$$

Pantalla Aguas Arriba y Aguas Abajo

$$L = 15.40$$

$$B = 1.90$$

$$H = 0.175$$

$$V2 = 15.40 * 1.90 * 0.175 * 2 = 10.24 \text{ m}^3$$

$$V = V1 + V2$$

$$V = 3.724 + 10.24 = 13.94 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado:} \quad 13.94 \text{ m}^3$$

6.03.02 Concreto $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ + 30% P.G.

Concreto en cabezales

$$a) 4 * (2.80 * 1.90 * 1.24) = 26.39$$

$$b) 4 * (2.80 * 1.40 * 2.27) = 35.59$$

$$c) 4 * (2.80 * 0.87 * 1.97) = 19.19$$

$$V1 = 81.17$$

Concreto en muros (pantallas)

$$a) 2 * (16.30 * 1.90 * 1.24) = 76.81$$

$$b) 2 * (16.30 * 1.40 * 2.27) = 103.60$$

$$c) 2 * (16.30 * 0.87 * 1.97) = 55.87$$

$$V2 = 236.28$$

Volúmen de alcantarillas
 $5 * 3.1416 * 0.915 * 0.915 * 8.25 = 108.49$
 $V3 = 108.49$
 $V = V1+V2-V3$
 $V = 81.17 + 236.28 - 108.49 = 208.96$
 $V = 208.96 \text{ m}^3.$

6.03.03 Encofrado y Desencofrado de Muros

1.00 Cimentación

Pantalla Aguas Arriba

$L = 15.40 \text{ mts}$

$H = 1.50 \text{ mts}$

$A1 = 15.40 * 1.50 = 23.10 \text{ m}^2$

$A2 = 15.40 * 1.20 = 18.48 \text{ m}^2$

Ala Izquierda

$L = 2.80 \text{ mts}$

$H = 1.50 \text{ mts}$

$A3 = 2.80 * 1.50 = 4.20 \text{ m}^2$

Area de Encofrado y Desencofrado

Pantallas Aguas Arriba = $23.10 + 18.48 + 4.20$

Area de Encofrado y Desencofrado = 45.78 m^2

Pantalla Aguas Abajo

Area de Encofrado y Desencofrado = 45.78 m^2

Area Total de Encofrado y Desencofrado en Cimentación = 91.56 m^2

2.00 Elevación de Pantallas

Primera Elevación

Pantalla Aguas Arriba

$L = 21.00 \text{ mts}$

$H = 1.83 \text{ mts}$

$A1 = 21.00 * 1.83 = 38.43 \text{ m}^2$

$A2 = (\text{Pi} * (1.83 * 1.83) / 4) * 5 = 13.15 \text{ m}^2$

Area Neta de Encofrado $A1 - A2$

Area de Encofrado Exterior : 25.28 m2

Area de Encofrado Interior: 25.28 m2

Area de Encofrado de Tapas de Alas $2 * 1.40 * 1.83 = 5.12$ m2

Area de Encofrado de Pantalla Aguas Arriba: 55.68 m2

Pantalla Aguas Abajo

Area de Encofrado de Pantalla Aguas Abajo: 55.68 m2

Segunda Elevación

Pantalla Aguas Arriba

L = 21.00 mts

H = 1.97 mts

A1 = $21.00 * 1.97 = 41.37$ Encofrado Exterior

A2 = $21.00 * 1.97 = 41.37$ Encofrado Interior

Area Total de Encofrado de Pantalla Aguas Arriba: $41.37 + 41.37 = 82.74$ m2

Pantalla Aguas Abajo

Area Total de Encofrado de Pantalla Aguas Abajo: $41.37 + 41.37 = 82.74$ m2

Area Total de Encofrado de Pantalla = 276.84 m2

3.00 Sardinel

Sardinel de Aguas Arriba

L = 15.40 mts

H = 0.30 mts

A1 = $15.40 * 0.30 = 4.62$ m2 Encofrado Exterior

A2 = $15.40 * 0.30 = 4.62$ Encofrado Interior

Area de Encofrado de Sardinel Aguas Arriba : 9.24 m2

Sardinel de Aguas Abajo

Area de Encofrado de Sardinel Aguas Arriba : 9.24 m2

Area Total de Encofrado y Desencofrado de Sardinel = 18.48 m2

En Resumen

Area Total de Encofrado y Desencofrado en Cimentación	91.56 m2
Area Total de Encofrado y Desencofrado de Pantalla	276.84 m2
Area Total de Encofrado y Desencofrado de Sardinel	18.48 m2
Area Total de Encofrado y Desencofrado	386.88 m2

Metrado Ejecutado 386.88 m2

6.04.00 COLOCACIÓN Y ARMADO DE ALCANTARILLAS

6.04.01 Montaje de Batería de Alcantarillas

El proyecto contempla la colocación de 5 Alcantarillas de TMC de 0.72", con una longitud cada una de 8.10 mts.

$$L = 8.10 \text{ mts} \quad N = 5$$

$$\text{Longitud de Montaje} = 8.10 * 5 = 40.50 \text{ mts}$$

En Obra se ha culminado con la colocación de la Alcantarilla TMC de 0.72" en su posición definitiva

$$\text{Metrado Ejecutado:} \quad 1.00 * 40.50 \text{ mts} = 40.50\text{mts}$$

$$\text{Metrado Ejecutado:} \quad 40.50 \text{ mts}$$

6.04.02 Protección Superficial de Batería de Alcantarillas

Se dará la protección con pintura asfáltica al exterior de las Alcantarillas de TMC de 0.72"

$$L = 2 * \pi * r = 2 * 3.1416 * 0.915 = 5.749 \text{ mts}$$

$$B = 8.10 \text{ mts}$$

$$N = 5 \text{ und}$$

$$\text{Areas de Protección} = 5.749 * 8.10 * 5 = 232.84 \text{ m}^2$$

$$\text{Metrado Ejecutado} \quad 232.84 \text{ m}^2$$

6.04.03 Relleno de Fundaciones para manto de asentamiento (Hasta 0.50 mts)

$$V1 = 0.50 * 15.40 * 5.70 = 43.89 \text{ m}^3$$

$$V2 = (\pi R^2) * 5.70 / 4 = (3.1416 * 0.915 * 0.915) * 5.70 * 5/4 = 18.74 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Relleno} = 43.89 - 18.74 = 25.15 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado} \quad 25.15 \text{ m}^3$$

6.04.04 Relleno de Fundación hasta 0.30 mts sobre la clave

$$V1 = 1.63 * 15.40 * 5.70 = 143.08 \text{ m}^3.$$

$$V2 = (\pi R^2) * 5.70 * 3/4 = (3.1416 * 0.915 * 0.915) * 5.70 * 5 * 3/4 = 56.22 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Relleno} = 143.08 - 56.22 = 86.86 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado} \quad 86.86 \text{ m}^3$$

6.04.05 Relleno de Fundaciones desde 0.30 mts sobre la Clave hasta la sub rasante

$$V1 = 1.67 * 15.40 * 5.70 = 146.59 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Relleno} = 146.59 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado} \quad 146.59 \text{ m}^3$$

6.04.06 Emboquillado

En el presente mes se ha culminado con el Emboquillado en el ingreso y salida de la Bateria de Alcantarillas

$$V1 = 0.30 * 1.50 * 15.40 * 2 = 13.86 \text{ m}^3$$

$$V2 = 0.30 * (1.50 * 1.50/2) * 4 = 1.35 \text{ m}^3 \text{ (ochavos)}$$

$$V3 = ((0.30 + 0.60) / 2 * 0.50) * 15.40 * 2 = 6.93 \text{ m}^3 \text{ (Uñas)}$$

$$VT = V1 + V2 + V3 = 13.86 + 1.35 + 6.93 = 22.14 \text{ M}^3$$

$$VT = 22.14 \text{ M}^3$$

$$\text{Volumen a Vaporizar} : 21.39 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado:} \quad 22.14 \text{ m}^3$$

6.04.07 Sardinela de Concreto F'c = 210 kg/cm² + Acero Corrugado

Longitud de Sardinela : 15.40 mts

Longitud Total de Sardinela : 15.40 x 2 = 30.80 mts

7.00.00 MURO DE CONTENCIÓN

7.01.01 Excavación No Clasificada de Estructuras

$$\text{Volumen de Excavación} 0.70 * 3.2 * 7.10/2 = 7.95 \text{ m}^3$$

$$\text{Metrado Ejecutado} \quad 7.95 \text{ m}^3$$

En Obra se determino que la longitud del muro deberá de incrementarse de 3.00 mts a 7.10 mts a fin de garantizar la integridad de la plataforma

7.01.02 Muro de Contención de Piedra

Volumen de Muro : $((0.70 + 1.40) / 2 * 3.20 * 7.10 = 23.85 \text{ m}^3$

Volumen de Parapeto : $0.40 * 0.20 * 7.10 = 0.568 \text{ m}^3$

Volumen de Muro de Contención : $23.856 + 24.424 \text{ m}^3$

Metrado Ejecutado: 24.424 m3

7.01.03 Relleno Compactado para Estructuras

Volumen de Relleno : $0.35 * 3.20 * 7.10 = 7.952 \text{ m}^3$

Metrado Ejecutado: 7.952 m3

8.00 SEÑALIZACIÓN

8.01 Construcción de Postes Kilométricos

Progresiva	Cantidad Unid.
0 + 0.00	1.00
1 + 0.00	1.00
2 + 0.00	1.00
3 + 0.00	1.00
4 + 0.00	1.00
5 + 0.00	1.00
6 + 0.00	1.00
7 + 0.00	1.00
8 + 0.00	1.00
9 + 0.00	1.00
10 + 0.00	1.00
Total	11.00

Metrado Ejecutado: 11.00 Und

8.02 Panel Informativo

Progresiva	Descripción	Cantidad m2
	Muñani	1.08
1 + 960	Puente	2.16
4 + 784	Desvio al pueblo de San José	1.08
7 + 850	Puente	2.16
	T O T A L m2	6.48

Metrado Ejecutado: 6.48 m2

9.00.00 MANTENIMIENTO VIAL

Descripcion	Cantidad
Mantenimiento vial	10.00 km.

3.0. COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.00 COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.1 BASE DE CALCULO PARA LOS ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

ALQUILER DE EQUIPO Y MAQUINARIA	
DESCRIPCION	TARIFA - HORA
Tractor sobre oruga (105-135 H.P.)	131.97
Tractor sobre oruga (140-160 H.P.)	140.00
Camión volquete (15 m3)	93.45
Cisterna de 2,000 Gl.	70.00
Motoniveladora 125-140 H.P.	140.00
Rodillo liso vibratorio (7-10 Ton.)	90.00
Cargador frontal CAT-950 B	110.00
Camión volquete (10 m3)	75.00
Plancha compactadora vibratoria 4 H.P.	10.47
Mezcladora de concreto de 11 p3 , 18 H.P.	18.50
Vibrador	6.25
Jalón	0.64
Mira topográfica	0.88
Nivel topográfico	6.80
Teodolito	8.36

COSTO DE MANO DE OBRA	
DESCRIPCION	TARIFA HORA
Capataz	9.07
Operario	7.37
Oficial	6.60
Peón	5.74

COSTO DE MATERIALES		
DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO
Cemento Portland tipo I	Bolsa	14.49
Fierro	kg.	1.63
Madera nacional	p2	2.19
Yeso	Bolsa	8.00
Clavos	kg.	1.92
Alambre negro n° 8	kg.	1.70
Agua	m3.	6.99
Piedra seleccionada	m3.	15.73
Arena gruesa	m3.	15.73
Hormigón	m3.	30.57
Pintura esmalte	Galón	42.80
Alcantarilla T.M.C. D=72"	m.l.	668.51
Brea	kg.	3.16
Thiner acrilico	Galón	15.00
Lija para metal	Unidad	4.00
Plancha galvanizada de 1/16"	Pieza	159.06
Platina de 1/4*3/4"*6M.	Pieza	41.14
Pintura anticorrosiva	Galón	25.00
Tubo redondo 2"*2mm.*6M.	Pieza	43.08

3.2 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

1.00 OBRAS PRELIMINARES

1.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO

A) EQUIPO TRANSPORTADO			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO/UNID	PARCIAL
Tractor de Oruga, CAT D7-G (190-240 HP)	1.00	20.520	20.520
Cargador Frontal (2.40 M3)	2.00	16.585	33.170
Rodillo Liso Vibratorio (6-8 TON)	1.00	8.800	8.800
Motoniveladora de 125-140 HP	1.00	11.515	11.515
			74.005 Ton

COSTO DE FLETE : $2 * 74.005 * 1.75 = 25,901.75$

B) EQUIPO AUTOPROPULSADO			
Se considera como punto de partida Arequipa.			
DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO/DIA	PARCIAL
Camión Cisterna de 2,000 gl	1.00	560.00	560.00
Camión Volquete de 15 m3	4.00	747.60	2990.40
			3550.40

Pero de Arequipa a Azángaro se tiene 12 horas de viaje

entonces : $3,550.40 * 1.5 = 5325.6$

pero aplicamos un factor : $5,325.6 * 0.5 = 2,662.8$

entonces: $2 * 2,662.8 = 5,325.6$ (ida y vuelta)

Entonces A+B = $25,901.75 + 5,325.6 = 31,227.35$

seguro de transporte = $5\% (31,227.35) = 1,561.37$

Movilización y Desmovilización de Equipo = \$ 32,788.72

1.02 TRAZO Y REPLANTEO		R= 800 ML/ DIA				
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.Un	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						
Cal de Obra por bolsa	BOLSA		0.002	9.98	0.019	
Flete Transporte Local	KG		0.069	0.03	0.002	
Fierro de construcción	KG		0.009	1.63	0.015	
Madera nacinal	P2		0.150	2.19	0.328	
Pintura esmalte	GL		0.001	42.80	0.043	0.407
MANO DE OBRA						
Capataz	HH	0.20	0.002	9.07	0.018	
Topografo	HH	1.00	0.010	7.37	0.074	
Peón	HH	1.00	0.010	5.74	0.057	0.149
EQUIPO						
Jalón	HM		0.010	0.64	0.006	
Mira Topográfica	HM		0.010	0.88	0.009	
Nivel Topográfico	HM		0.010	6.80	0.068	
Teodolito	HM		0.010	8.36	0.084	0.167
						0.723

2.00 EXPLANACIONES

2.01 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO				R = 460 M3/ DIA		
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
Capataz	HH	0.50	0.0087	9.07	0.079	
Peón	HH	3.00	0.0522	5.74	0.299	0.378
EQUIPOS						
Tractor de Oruga de 105-135HP	HM	1.05	0.0183	140.00	2.562	
Herramientas Manuales		0.06	0.050	0.378	0.019	2.581
						2.959

2.02 MATERIAL DE RELLENO CON PRESTAMO DE CANTERA

CALCULO DE DISTANCIA MEDIA



$$C = 0.117 (5' + 6.4 d)$$

CANTERA	ZONA DE INFLUENCIA		DM	DMT	C=0.117(5+6.4d)	DMT*C
MATERIAL DE	0	0+760	0.760	0.760	1.154	0.877
CERRO	0+760	10+000	9.240	9.240	7.504	69.337
					8.658	70.214

$$d = dM = \frac{\sum (DMT * C)}{C} = \frac{70.214}{8.658} = 8.109 \text{ Km}$$

$$d = 8.109 \text{ Km}$$

LUEGO: $C = 0.117 (5' + 6.4 d)$
 $C = 6.657 / M3$ (TRANSPORTE)

$$\text{CARGUÍO} = 1.392 / M3$$

PREPARACIÓN DE MATERIAL EN CANTERA

$$\text{RIEGO} = 0.905 / M3$$

$$\text{ESPARCIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN} = 2.763 M3$$

$$\text{TOTAL} = 6.657 + 1.392 + 3.345 + 0.905 + 2.763 = 15.062$$

$$\text{MATERIAL DE RELLENO} = 15.062 / M3$$

3.00 PAVIMENTOS

3.01 LASTRADO e = 0.15 m

a) PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE				R = 2,420 M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES						
Agua, considerando 100 lt/m3	M3		0.030	9.052	0.272	0.272
MANO DE OBRA						
Capataz	HH	1.00	0.003	9.07	0.027	
Peón	HH	4.00	0.013	5.74	0.075	0.102
EQUIPO						
Motoniveladora 125 HP	H-M	1.00	0.003	140.00	0.420	
Rodillo Liso Vibratorio (7-10 Ton)	H-M	1.00	0.003	90.00	0.270	
Herramientas	%		0.05	0.102	0.005	0.695
						1.069/m2

b) PREPARACIÓN DE MATERIAL EN CANTERA				R= 370 M3 (ROCA SUELTA), CAT D7 - G		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
Capataz	HH	0.20	0.0043	9.07	0.039	
Peón	HH	1.00	0.0216	5.74	0.124	
Controlador (Oficial)	HH	1.00	0.0216	6.60	0.143	0.306
EQUIPO						
Tractor CAT D7-G	HM	1.00	0.0216	140.000	3.024	
Herramientas	%		0.0500	0.306	0.15	3.039
						3.345/m3

c) CARGUÍO DE AFIRMADO				R= 660 M3, CAT 950B- 155HP, (2.40 M3)		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
Peón	HH	1.00	0.012	5.74	0.069	0.069
EQUIPO						
Cargador Frontal CAT-950B	HM	1.00	0.012	110.00	1.32	
Herramientas	%		0.050	0.069	0.003	1.323
						1.362

d) TRANSPORTE PAGADO PARA LASTRADO

COSTO * HORA = 93.45

1.00 EQUIPO

01 CAMIÓN VOLQUETE 15 M3

$$8h * 93.45 = 747.60$$

2.00 MANO DE OBRA

0.20 DE OFICIAL

$$0.20 * 8h * 6.60 = \frac{10.56}{758.16}$$

CALCULO DE RENDIMIENTO "d"

Velocidad de cargado $V_c = 15 \text{ km/hr}$
 Velocidad de descargado $V_d = 25 \text{ Km/hr}$
 Tiempo de carga y descarga $t = 5'$
 tiempo de recorrido cargado, $e = V * t$ si $e = d$ $t = \frac{d}{V}$

$$t = \frac{d}{\frac{15\text{km}}{60'}} = \frac{60 d}{15} \quad t_c = 4d$$

tiempo de recorrido descargado

$$t = \frac{d}{\frac{25\text{km}}{60'}} = \frac{60 d}{25} \quad t_d = 2.4d$$

total ciclo = $5' + 6.4d$
 tiempo útil = $8h * \frac{60\text{min}}{100} * 90 = 432 \text{ minutos}$

$$\text{NUMERO DE VIAJES} = \frac{\text{tiempo útil}}{\text{total ciclo}} = \frac{432}{(5' + 6.4d)}$$

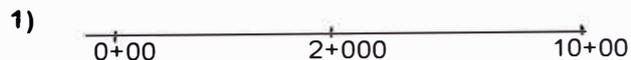
VOLUMEN TRANSPORTADO

$$V = \text{CAPACIDAD} \times \text{N}^\circ \text{ DE VIAJES} = \frac{15 * 432}{(5' + 6.4d)} = \frac{6,480}{(5' + 6.4d)}$$

$$\text{Costo/m}^3 = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Volumen transportado}} = \frac{758.16}{6,480} = 0.117 (5' + 6.4d)$$

$$\text{Costo/m}^3 = 0.117 (5' + 6.4d)$$

CALCULO DE "d"



C1	Zona de Influencia		DM	ACCESO	DMT	C=0.117(5'+6.4d)	DMT * C
Hormig.	0+00	2+00	2.00	0.300	2.3	2.307	5.306
	2+00	10+00	8.00	0.300	8.3	6.800	56.440
						C= 9.107	61.746

$$DM = d = \frac{\sum (DMT \times C)}{C} = \frac{61.746}{9.107} = 6.780$$

d1 = 6.780 km (para el cálculo del costo por transporte)

2)



C1	Zona de Influencia		DM	ACCESO	DMT	C=0.117(5'+6.4d)	DMT * C
Arcilla	0+00	11+500	11,500	0.100	11.600	9.271	107.544
						C = 9.271	107.544

$$DM = d = \frac{\sum (DMT \times C)}{C} = \frac{61.746}{9.107} = 6.780$$

d2 = 11.600 km (para el cálculo del costo por transporte)

Luego reemplazando en a) se tiene :

Para d1 = 6.780 km.

$$\text{Costs / m}^3 = 0.117 (5' + 6.4d) = 0.117(5' + 6.4 * 6.780) = 5.662$$

Para d2 = 11.600 km.

$$\text{Costs / m}^3 = 0.117 (5' + 6.4d) = 0.117(5' + 6.4 * 11.600) = 9.271$$

LUEGO EFECTUAMOS LA COMBINACION DE AMBAS CANTERAS :

$$\text{Costo/m}^3 \text{ al } (80\% + 20\%) = \frac{5.662}{C1} * 0.8 + \frac{9.271}{C2} * 0.20 = 6.383$$

Costo/m³ = 6.383 (Costo de transporte de afirmado)

TRANSPORTE PAGADO PARA RIEGO

1.00 EQUIPO

01 Camión cisterna de 2000 gln. $8 * 70 = 560$

2.00 MANO DE OBRA

01 Peón $8 * 5.74 = 45.72$

COSTO TOTAL 605.92

CALCULO DE RENDIMIENTO "d"

Velocidad de cargado		Vc = 20 Km/Hr
Velocidad descargado		Vd = 30 Km/Hr
Tiempo de carga mediante sección de bomba y descarga		t = 35'
Tiempo de recorrido de cargado		$\frac{d}{20\text{km}/60} = 3d$
Tiempo de recorrido descargado		$\frac{d}{30\text{Km}/60} = \frac{2d}{5}$

Total ciclo = 35' + 5d , Tiempo útil = 8h x 60min x 0.90 = 432 min

Número de Viajes = $\frac{\text{tiempo útil}}{\text{total ciclo}} = \frac{432 \text{ min}}{(35' + 5d)}$

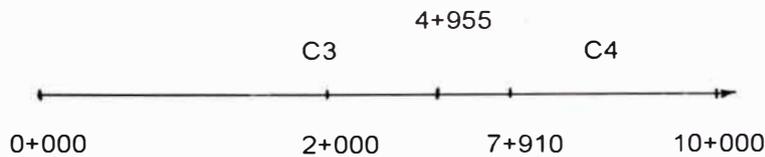
Volumen Transportado = capacidad * N° de viajes = $(2000\text{gin} * \frac{3.785 \text{ lt}}{1 \text{ gin}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}) * \frac{432 \text{ min}}{35 + 5d}$

$= \frac{3,270.24}{(35 + 5d)}$

Costo m3 = $\frac{\text{Costo Total}}{\text{Volumen Transportado}} = \frac{605.92}{\frac{3,270.24}{(35 + 5d)}} = 0.185283037 * (35' + 5d)$

Costo/m3 = 0.185283037 * (35' + 5d)

RIEGO PAGADO



ZONA DE INFLUENCIA		DM	ACCESO	DMT	C=0.185283037(35'+5*d)	DMT°C
C3	(0+000) (2+000)	2.00	0.300	2.300	8.616	19.817
	Pto de Agua (2+000) (4+955)	2.955	0.300	3.255	9.500	30.922
C4	(4+955) (7+910)	2.955	0.200	3.155	9.408	29.682
	Pto de Agua (7+910) (10+000)	2.09	0.200	2.290	<u>8.606</u> 36.13	<u>19.708</u> 100.129

$$DM = d \frac{\sum(DMT \cdot C)}{C} = \frac{100.129}{36.13} = 2.771 \text{ km. (para el cálculo del pago de transporte)}$$

Luego reemplazando en b) se tiene :

$$\text{Costo/m}^3 = 9.052$$

e) ESPARCIDO, NIVELACION Y COMPACTACION						R=790 m3
DESCRIPCION	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.01	9.07	0.0907	
peón	h-h	6.00	0.061	5.74	0.3501	0.441
Equipo						
Motoniveladora de 125 H.P.	h-m	1.00	0.01	140.00	1.400	
Rodillo liso 7-9 ton.	h-m	1.00	0.01	90.00	0.900	
Herramientas	h-m		0.05	0.441	0.022	2.322
						2.763

f) RIEGO PAGADO

$$\text{Costo / m}^3 = 0.185283037 (35' + 5d) \quad d = 2.771 \text{ km.}$$

$$= 9.052$$

Pero se tiene en cuenta que para 1.00 m3 de material de afirmado se necesita 100 lt. , luego el costo costo por m3 de afirmado será:

$$9.052 / 10 = 0.9052$$

Luego el riego pagado será 0.9052 por m3 de afirmado.

Finalmente sumamos : b) + c) + d) + e) + f)

$$= 3.345 + 1.392 + 6.383 + 2.763 + 0.9052$$

$$= 14.79 \text{ por m}^3$$

Se tiene un volúmen total de 9,271.68 m3 de afirmado , $9271.68 * 14.79 = 137,128.1472$

$$\frac{137,128.1472}{59,880.00} = 2.29 \text{ por m}^2$$

→ Perfilado y compactacion de sub-rasante + Colocación de base = $1.069 + 2.29 = 3.359$ por m2.

→ Lastrado (e = 0.15 cm .) = 3.359 por m2.

4.00.00 OBRAS DE DRENAJE

4.01.00 LIMPIEZA DE CUNETAS						R= 40.00 M.L.
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.00	0.00	9.07	0.00	
peón	h-h	1.00	0.20	5.74	1.148	1.148
Equipo						
Herramientas	%		0.05	1.148	0.057	0.057
						1.205

4.02.00 EXCAVACION DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO						R = 20.00 M.L
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.00	0.00	9.07	0.00	
peón	h-h	1.00	0.40	5.74	2.296	2.296
Equipo						
Herramientas	%		0.05	2.296	0.115	0.115
						2.411

5.00.00 TAJEAS DE PIEDRA

5.01.00 REPARACION DE CABEZALES TIPO						R = 2.00 Unidades / dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.80	9.07	7.256	
Operario	h-h	1.00	4.00	7.37	29.480	
peón	h-h	3.00	12.00	5.74	68.880	105.616
Materiales						
Hormigón	m3		2.00	30.57	61.140	
Cemento portland	bolsa		7.00	14.49	101.430	
fierro	kg.		100.00	1.63	163.000	
Madera tornillo	p2		72.00	2.19	157.680	483.250
Equipo						
Herramientas	%		0.05	105.616	5.281	5.281
						594.147

5.02.00 TAJEAS DE PIEDRA

1) EXCAVACION Y COMPACTACION						R = 9.00 m3 / dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.178	9.070	1.614	
Operario	h-h	0.00	0.000	7.370	0.000	
peón	h-h	4.00	3.556	5.740	20.411	22.025
Equipo						
Herramientas	%		0.050	22.025	1.101	
Plancha compactadora	h-m	1.00	0.889	10.470	9.308	10.409
						32.434

2) EXTRACCION Y CARGUIO						R = 12 m3 / dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.133	9.07	1.206	
Operario	h-h	0.00	0.000	7.37	0.000	
peón	h-h	6.00	4.000	5.74	22.960	24.166
Equipo						
Herramientas	%		0.050	24.166	1.208	1.208
						25.374

Costo/ m3 = 0.117 (65+6.4*d) d = 5km.
= 11.349 * 1.3 = 14.754

Costo/ m3 = 14.754

4) COLOCACION						R = 9.00 m3/dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.889	9.07	8.063	
oficial	h-h	1.00	0.889	7.37	5.867	
peón	h-h	6.00	5.333	5.74	30.611	44.541
Equipo						
Herramientas	%		0.050	44.541	2.227	2.227
						46.768

finalmente sumamos 1)+2)+3)+4) = 32.434+25.374+14.754+46.768 = 119.33
= **119.33**

6.00.00 BATERIA DE ALCANTARILLAS

6.01.00 TRABAJOS PRELIMINARES

6.01.01 DESVIO Y ENCAUSAMIENTO DE RIO						R = 350 m3/dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.023	9.07	0.209	
oficial	h-h		0.000	7.37	0.000	
peón	h-h	6.00	0.091	5.74	0.522	0.731
Equipo						
Herramientas	%		0.050	0.731	0.037	
Tractor de orugas CAT-D7G	h-m	1.05	0.024	140.00	3.360	3.397
						4.128

6.01.02 TRANSPORTE DE ALCANTARILLAS						R = Global
Desde Lima hasta Azángaro-Puno.						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Materiales						
Transporte de alcantarillas T.M.C. D= 72"	Global		1.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00

6.02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.02.01 CORTE DE MATERIAL SUELTO

(Identico a partida 2.01)

6.02.02 EXCAVACION NO CLASIFICADA BAJO AGUA						R = 17 m3 /dia
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.094	9.07	0.853	
oficial	h-h	0.50	0.235	6.60	1.551	
peón	h-h	10.00	4.706	5.74	27.012	29.416
Equipo						
Herramientas	%		0.050	29.416	1.471	1.471
						30.887

6.02.03 NIVELACION DEL FONDO DEL CAUCE CON MATERIAL PROPIO R - 8.00 m3/dia						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.200	9.07	1.814	
oficial	h-h	1.00	1.000	6.60	6.600	
peón	h-h	1.00	1.000	5.74	5.740	14.154
Equipo						
Herramientas	%		0.050	14.154	0.708	
Compactador vibratorio tipo plancha 4 H.P.	h-m	1.00	1.000	10.470	10.470	11.178
						25.332

6.02.04 RELLENO SELECCIONADO PARA CABEZALES

(Identico a partida 2.02)

6.02.05 ELIMINACION DE EXCEDENTES R = 60 m3/dia						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.167	9.07	1.515	
oficial	h-h	0.00	0.000	6.60	0.000	
peón	h-h	6.00	0.800	5.74	4.592	6.107
Equipo						
Herramientas	%		0.050	6.107	0.305	
Camión volquete de 10 m3	h-m	1.00	0.133	75.00	9.975	10.280
						16.387

6.03.00 OBRAS DE CONCRETO

6.03.01 SOLADO PARA ZAPATA DE MURO DE CONTENCIÓN R = 80 m3/dia						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.100	9.07	0.907	
Operario	h-h	2.00	0.200	7.37	1.474	
oficial	h-h	1.00	0.100	6.60	0.660	
peón	h-h	6.00	0.600	5.74	3.444	6.485
Materiales						
Cemento portland	bolsa		0.324	14.49	4.695	
Hormigón	m3		0.250	30.57	7.643	12.338
Equipo						
Herramientas	%		0.050	6.485	0.324	0.324
						19.147

6.03.02 CONCRETO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (PANTALLAS)}$					R = 18 m ³ /día	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.444	9.07	4.027	
Operario	h-h	3.00	1.333	7.37	9.824	
oficial	h-h	0.00	0.000	6.60	0.000	
peón	h-h	9.00	4.000	5.74	22.960	36.811
Materiales						
Cemento portland	bolsa		6.500	14.49	94.185	
Hormigón	m3		0.872	30.57	26.657	
Piedra grande de 8"	m3		0.504	15.73	7.928	
Agua	m3		0.105	6.99	0.734	129.504
Equipo						
Herramientas	%		0.050	36.811	1.841	
Mezcladora de 11 p3	h-m	1.00	0.444	18.50	8.214	10.055
						176.37

6.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS					R = 12 m ² /día	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.10	0.067	9.07	0.608	
Operario	h-h	1.00	0.667	7.37	4.916	
oficial	h-h	1.00	0.667	6.60	4.402	
peón	h-h	0.50	0.333	5.74	1.911	11.837
Materiales						
clavos	kg.		0.300	1.92	0.572	
Alambre negro n° 8	kg.		0.200	1.70	0.340	
Madera tornillo	p2		6.000	2.19	13.140	14.052
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	11.837	0.592	0.592
						26.481

6.04.00 COLOCACION Y ARMADO DE ALCANTARILLAS

6.04.01 MONTAJE DE BATERILLAS DE ALCANTARILLAS D= 72"					R = 7.00 m.l. /día	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	1.143	9.07	10.367	
Operario	h-h	0.00	0.000	7.37	0.000	
oficial	h-h	1.00	1.143	6.60	7.544	
peón	h-h	6.00	6.857	5.74	39.359	57.270
Materiales						
Alcantarillas T.M.C. D=72"	m.l.		1.050	668.51	701.936	701.936
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	57.27	2.864	2.864
						762.07

6.04.02 PROTECCION SUPERFICIAL DE BATERIA DE ALCANTARILLAS T.M.C. D= 72"						
R = 20 m2/dia						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.10	0.040	9.07	0.363	
Operario	h-h	0.00	0.000	7.37	0.000	
oficial	h-h	1.00	0.400	6.60	2.640	
peón	h-h	8.00	3.200	5.74	18.368	21.371
Materiales						
Brocha de 4"	Unidad		0.050	6.50	0.325	
Brea	m.l.		1.250	3.16	3.950	4.275
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	21.371	1.069	<u>1.069</u>
						26.715

6.04.03. RELLENO DE FUNDACIONES PARA MANTO DE ASENTAMIENTO						
R = 12m3/dia						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.50	0.333	9.07	3.020	
Operario	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	4.00	2.667	5.74	15.308	18.328
Materiales						
Material de Relleno	m3		1.050	15.06	15.815	
Agua	m3		0.100	6.99	0.699	16.514
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	18.328	0.916	
Compactador Vibratorio tipo plancha, 4HP	hm	1.00	0.445	10.470	4.659	5.575
						40.417

6.04.04 RELLENO DE FUNDACIONES HASTA 0.30 mts SOBRE LA CLAVE.						
R= 13.565 m3/día						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.50	0.295	9.07	2.676	
Operario	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	4.00	2.359	5.74	13.541	16.217
Materiales						
Material de Relleno	m3		1.050	15.06	15.815	
Agua	m3		0.100	6.99	0.699	16.514
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	16.217	0.811	
Compactador Vibratorio tipo plancha, 4HP	hm	1.00	0.589	10.470	6.167	6.978
						39.709

6.04.05 RELLENO PARA FUNDACIONES DESDE 0.30 mts. SOBRE LA CLAVE HASTA LA SUB-RASANTE

R = 15 m3/día

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.10	0.053	9.07	4.810	
Operario	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
oficial	h-h	1.00	0.053	6.60	3.518	
peón	h-h	3.00	1.600	5.74	9.184	13.183
Materiales						
Material de Relleno	m3		1.050	15.062	15.815	
Agua	m3		0.100	6.99	0.699	16.514
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	16.217	0.811	
Compactador Vibratorio tipo plancha, 4HP	hm	1.00	0.533	10.470	5.581	6.240
						35.937

6.04.06 EMBOQUILLADO

R = 3 m3/día

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	2.667	9.07	24.189	
Operario	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
oficial	h-h	1.00	2.667	6.60	17.602	
peón	h-h	6.00	16.000	5.74	91.840	133.631
Materiales						
Piedra Seleccionada	m3		0.850	15.730	13.371	
Arena gruesa	m3		0.350	15.73	5.505	
Cemento Portland tipo I	Bol		4.000	14.49	57.960	
Agua	m3		0.100	6.99	0.699	77.535
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	133.631	6.682	6.682
						217.848

6.04.07 SARDINEL DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ + ACERO CORRUGADO

R = 15.00 M/DÍA

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.10	0.053	9.07	0.481	
Operario	h-h	2.00	1.067	7.37	7.864	
oficial	h-h	2.00	1.067	6.60	7.042	
peón	h-h	8.00	4.267	5.74	24.493	39.880
Materiales						
Clavos	kg		0.050	1.920	0.096	
Acero Corrugado	kg		3.500	1.630	5.705	
Madera Tornillo	p2		3.168	2.190	6.938	
Alambre N° 8	kg		0.050	1.700	0.085	
Cemento Portland	bol		3.400	14.490	49.266	
Arena	m3		0.188	15.730	1.699	
Grava	m3		0.268	15.730	4.216	
Agua	m3		0.072	6.990	0.503	68.505
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	39.880	1.994	
Mezcladora 11 p3	hm	0.50	0.267	18.500	4.939	
Vibrador	hm	0.50	0.267	6.250	1.669	8.602
						116.983

7.00.00 MURO DE CONTENCIÓN

7.01.01 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE ESTRUCTURAS						R = 15m3/día
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.107	9.07	0.970	
Operario oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
	h-h	5.00	2.667	5.74	15.308	16.278
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	16.278	0.814	0.814
						17.092

7.01.02 MURO DE CONTENCIÓN DE PIEDRA

1) EXTRACCIÓN Y CARGUÍO						R = 12 m3/día
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.133	9.07	1.206	
Operario oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
	h-h	6.00	4.000	5.74	22.960	24.166
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	24.166	1.208	1.208
						25.374

2) TRANSPORTE PAGADO

$$\begin{aligned} \text{costo/m}^3 &= 0.117 (65 + 6.4d) & d &= 5 \text{ Km} \\ &= 11.349 * 1.3 = 14.574 \\ \text{costo/m}^3 &= 14.574 \end{aligned}$$

3) COLOCACIÓN						R = 9.00 m3/día
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.889	9.07	8.063	
Operario oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	1.00	0.889	6.60	5.867	
	h-h	6.00	5.333	5.74	30.611	44.541
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	44.541	2.227	2.227
						46.768

$$\begin{aligned} \text{entonces } 1)+2)+3) &= 25.374 + 14.754 + 46.768 \\ &= 86.896 \end{aligned}$$

7.01.03 RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS

(Idéntico a partida 6.04.05)

8.00.00 SEÑALIZACIÓN**8.01.00 CONSTRUCCIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS**

1) PREPARACIÓN DEL POSTE				R = 5.00 Und/día		
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
Operario	h-h	1.00	1.600	7.37	11.792	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	2.00	3.200	5.74	18.368	30.160
Materiales						
Pintura Esmalte	gl		0.050	42.80	2.140	
Thiner Acrílico	gl		0.005	15.00	0.075	
Lija para metal	gl		1.000	4.00	4.000	6.215
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	30.160	1.508	1.508
Otros						
Acero de Refuerzo	kg		3.50	1.630	5.705	
Concreto f'c = 140 kg/cm2	m3		0.03	176.370	5.291	
Encofrado y Desencofrado	m2		0.72	26.481	19.066	30.062
						67.945

2) EXCAVACIÓN Y COLOCACIÓN DEL POSTE,				R = 5.00 und/día		
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
Operario	h-h	1.00	1.600	7.37	11.792	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	1.00	1.600	5.74	9.184	20.976
Materiales						
Concreto f'c = 140 kg/cm2	m3		0.125	176.37	22.046	22.046
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	20.976	1.049	1.049
						44.071

entonces 1) + 2) = 67.945 + 43.275
= **112.016**

8.02.00 PANEL INFORMATIVO

1) ELABORACION DE LA SEÑAL						
R = 9.00 und/día						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.889	9.07	8.063	
Operario	h-h	3.00	2.667	7.37	19.656	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	2.00	1.778	5.74	10.205	37.924
Materiales						
Pernos de 1/2" x 4"	und		2.000	2.00	4.000	
Plancha Galvanizada 1/16"	und		0.130	159.06	20.678	
Refuerzo de Platina de 1/4" x 3/4"	pza		1.000	41.14	41.140	
Thiner Acrílico	gls		0.040	15.00	0.600	
Pintura Anticorrosiva	gls		0.040	25.00	1.000	
Pintura Esmalte Negro Mate	gls		0.040	42.80	1.712	
Pintura Esmalte amarillo	gls		0.040	42.80	1.712	70.842
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	37.924	1.896	1.896
						110.662

2) ELABORACION DEL POSTE						
R = 20 und/día						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	0.20	0.800	9.07	0.726	
Operario	h-h	1.00	0.400	7.37	2.948	
oficial	h-h	1.00	0.400	0.00	2.640	
peón	h-h	2.00	0.800	5.74	4.592	10.906
Materiales						
Tubo Redondo 2"x2mmx6M	pza		1.000	43.08	43.080	
Acero de Refuerzo	kg		2.500	1.63	4.075	
Concreto Simple f'c = 140 kg/cm ²	m3		0.014	176.37	2.469	49.624
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	10.906	0.545	0.545
						61.075

COSTO ELABORACIÓN DE POSTE = 110.662 + 61.075
 UNITARIO = **171.737**

9.00.00 MANTENIMIENTO VIAL						
R = 12,000 m2/día						
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL	TOTAL
Mano de obra						
Capataz	h-h	1.00	0.081	9.07	0.009	
Operario	h-h	0.00	0.000	7.37	0.000	
oficial	h-h	0.00	0.000	0.00	0.000	
peón	h-h	4.00	0.003	5.74	0.017	0.026
Materiales						
Agua considerando 100 lt. por cada m3 . De afirmado	pza		0.030	9.05	0.272	0.272
Equipo						
Herramientas manuales	%		0.050	0.026	0.001	
Motoniveladora	h-m	1.00	0.001	140.00	0.140	
Rodillo liso vibratorio 7-10 ton.	h-m	1.00	0.001	90.00	0.090	0.231
						0.529

$$0.529 \times 59880 = 31676.52$$

$$31,676.52 / 10 = 3,167.652 \text{ por km.}$$

$$\text{costo por km.} = \mathbf{3,167.652}$$

3.3 PRESUPUESTO

Obra Rehabilitación de la carretera Azángaro-Muñani , tramo I, km 0+00- km 10+00

Propietario : M.T.C.V.C. -P.E.R.T. - P.C.R.

Departamento : Puno Provincia : Azángaro

Item	Descripcion	Und.	Metrado	Precio	Parcial	Sub-Total	Total
1.00	OBRAS PRELIMINARES						
1.01	Movilizacion y desmovilización de equipo	Global	1.00	32,788.72	32,788.72		
1.02	Trazo y Replanteo	km.	10.00	0.723	7,230.00	40,018.72	
2.00	EXPLANACIONES						
2.01	Excavación de material suelto	m3	585.15	2.959	1731.46		
2.02	Material de relleno	m3	27.60	15.062	415.71	2147.17	
3.00	PAVIMENTOS						
3.01	Lastrado e=0.15 mts.	m2	59,880.00	3.359	201,136.92	201,136.92	
4.00	OBRAS DE DRENAJE						
4.01	Limpieza de cunetas	m.l.	1800.00	1.205	2169.00		
4.02	Excavación de cunetas en material suelto	m.l.	4600.00	2.411	11,090.60	13259.60	
5.00	TAJEAS DE PIEDRA						
5.01	Reparacion de cabezales tipo	unid.	2.00	594.147	1,188.29		
5.02	Tajeas de piedra	m.l.	18.00	119.33	2147.94	3,336.23	
6.00	BATERIA DE ALCANTARILLAS						
6.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES						
6.01.01	Desvío y encausamiento de Río	m3	425.00	4.128	1754.40		
6.01.02	Transporte de alcantarillas	Global	1.00	6,000.00	6,000.00	7754.40	
6.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
6.02.01	Corte de material suelto	m3	290.30	2.959	858.99		
6.02.02	Excavación no clasificada bajo agua	m3	27.73	30.887	856.49		
6.02.03	Nivelacion del fondo del cauce con material propio	m3	27.73	25.332	702.46	2417.94	
6.02.04	Relleno seleccionado para cabezales	m3	140.04	15.062	2,109.28		
6.02.05	Eliminacion de excedentes	m3	208.32	16.387	3,413.74	5,523.02	
6.03.00	OBRAS DE CONCRETO						
6.03.01	Solado para zapatas de muro de contención	m3	13.94	19.147	266.91		
6.03.02	Concreto f'c=140 kg/cm2 +30 % P.G.	m3	208.96	176.37	36,854.27		
6.03.03	Encofrado y desencofrado de muros	m2	386.88	26.481	10,244.97	47366.15	
6.04.00	COLOC. Y ARMADO DE ALCANTARILLAS						
6.04.01	Montaje de bat. De alcantarillas	m	40.50	762.07	30,863.84		
6.04.02	Protección sup. De bat. De alcantarillas	m2	232.84	26.715	6,220.32		
6.04.03	Relleno de fundaciones para manto de asentamiento(hasta 0.50mts.)	m3	25.15	40.417	1,010.43		
6.04.04	Relleno de fundaciones hasta 0.30 mts. sobre la clave.	m3	86.86	39.709	3,449.12		
6.04.05	Relleno de fundaciones desde 0.30 mts. sobre la clave hasta la sub-rasante.	m3	146.59	35.937	5,268.00		
6.04.06	Emboquillado	m3	22.14	217.848	4,823.15		
6.04.07	Sardinela de concreto f'c=210 kg/cm2 + acero corrugado	m	30.80	116.983	3,603.08	55,237.94	
7.00.00	MURO DE CONTENCION						
7.01.01	Excavación no clasificada de estructuras	m3	7.95	17.092	135.88		
7.01.02	Muro de contención de piedra	m3	24.424	86.896	2,122.35		
7.01.03	Relleno compactado para estructuras	m3	7.952	35.937	285.77	2544.00	

8.00.00	SEÑALIZACION						
8.01.00	Construcción de postes kilométricos	unidad	11.00	112.016	1,232.18		
8.02.00	Panel informativo	m:2	6.48	171.737	1,112.86	2,345.04	
9.00.00	MANTENIMIENTO VIAL						
9.01.00	Manrenimiento Vial	km	10.00	3,167.652	31,676.52	31,676.52	414,763.65
COSTO DIRECTO							414,763.65
GASTOS GENERALES (15%)							62,214.55
UTILIDAD (10%)							41,476.36
SUB-TOTAL							<u>518,454.56</u>
I.G.V. (18%)							93,321.82
TOTAL PRESUPUESTO							611,776.38

DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA AZANGARO MUÑANI - TRAMO I

UBICACIÓN: DPTO. PUNO - PROV. AZANGARO

PROPIETARIO : MTCVC - PERT PCR

1.00 Gastos Generales Directamente relacionados con el plazo de ejecución de la obra (120 días calendario)

A: Gastos Administrativos y Generales de Obra

Ing. Residente	1 * 4 * 3,000 =	12,000	
Mano de obra	1 * 4 * 1,800 =	7,200	
Asistente Ing. Residente	1 * 4 * 2,000 =	8,000	
Almacenero	1 * 4 * 900 =	3,600	
Guardián	1 * 4 * 800 =	3,200	
Seguros (Monto estimado)	1 * 4 * 250 =	1,000	
Utiles de Oficina	1 * 4 * 500 =	2,000	
Alquiler de vehiculo para Movilidad	1 * 4 * 3,000 =	<u>12,000</u>	49,000.00

B: Gastos Generales de la Oficina Principal.

Sueldos de Personal Administrativo

Contador	0.25 * 4 * 3,000 =	3,000	
Secretaria	1.00 * 4 * 800 =	3,200	
Alquiler de local central , Teléfono	1.00 * 4 * 550 =	2,200	
Utiles de Oficina	1.00 * 4 * 250 =	<u>660</u>	<u>9,066.00</u>
			58,066.00

Total G.G. Relacionados con el tiempo	=	58,066	
% G.G. Relacionados con el tiempo	=	<u>58,066</u>	
		414,763.65	
	=	13.999%	

2.00 GASTOS GENERALES NO RELACIONADOS CON EL PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

A: Gastos del Concurso

Gastos de Licitación	400.00	
Visita a zona de ejecución de la obra	500.00	
Gastos Notariales	150.00	
Fianza por Garantía de Adelanto en Efectivo	450.00	
Elaboración de la propuesta	500.00	
Pagos: Licencia de Construcción	<u>800.00</u>	2,800.00

B: Gastos Indirectos Varios

Legales y Notariales de la Empresa	100.00	
Patentes y Regalías	100.00	
Inscripción en el Registro Nacional de Contratistas	350.55	
Seguro de las Instalaciones de la Empresa	150.00	
Obligaciones Fiscales, Gastos Financieros	648.00	1,348.55

Total G.G. No relacionados con el tiempo	= 4,148.55
% G.G no relacionados con el tiempo	= $\frac{4,148.55 * 100}{414763.65}$
	= 1.001%

RESUMEN:

1.00	A + B = 58,066.00
2.00	A + B = <u>4,148.55</u>
	1.00 + 2.00 = 62,214.55

$$\begin{aligned} \% \text{ GASTOS GENERALES} &= \frac{62,214.55 * 100}{414,763.65} \\ &= 15\% \end{aligned}$$

Finalmente:

% GASTOS GENERALES	= 15%
% UTILIDAD	= 10%

4.0. PANEL FOTOGRÁFICO



TRAZO Y REPLANTEO
Progresiva Km 7 + 910





CANTERA DE HORMIGÓN Progresiva Km 2 + 000



CANTERA DE ARCILLA Progresiva Km 11 + 500



CANTERA: ACUMULACIÓN DE MATERIAL

Progresiva Km 00 + 760



CARGUIO TRANSPORTE

Progresiva Km 00+760



MEZCLADO DE MATERIALES

Progresiva Km 00 + 700



PERFILADO DE BASE GRANULAR

PROGRESIVA Km 09 + 800



COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR

Progresiva Km 06 + 980



MURO DE CONTENCIÓN

Progresiva Km 00 + 980



PTO. CRÍTICO: Progresiva Km 7 + 910



DESVÍO Y ENCAUSAMIENTO DE RÍO EN PTO. CRÍTICO

Progresiva Km 07 + 910



COLOCACIÓN DE BATERÍA DE ALCANTARILLAS

Progresiva Km 07 + 910



COMPACTACION DE RELLENO DE FUNDACIONES

Progresiva Km 07 + 910



CONTROL TOPOGRÁFICO EN BATERÍA DE ALCANTARILLAS



COMPACTACIÓN



BATERÍA DE ALCANTARILLAS

Progresiva Km 07 + 910



CONTROL DE COMPACTACION

Progresiva Km 07 + 910



BATERÍA DE ALCANTARILLAS

Progresiva Km 07 + 910

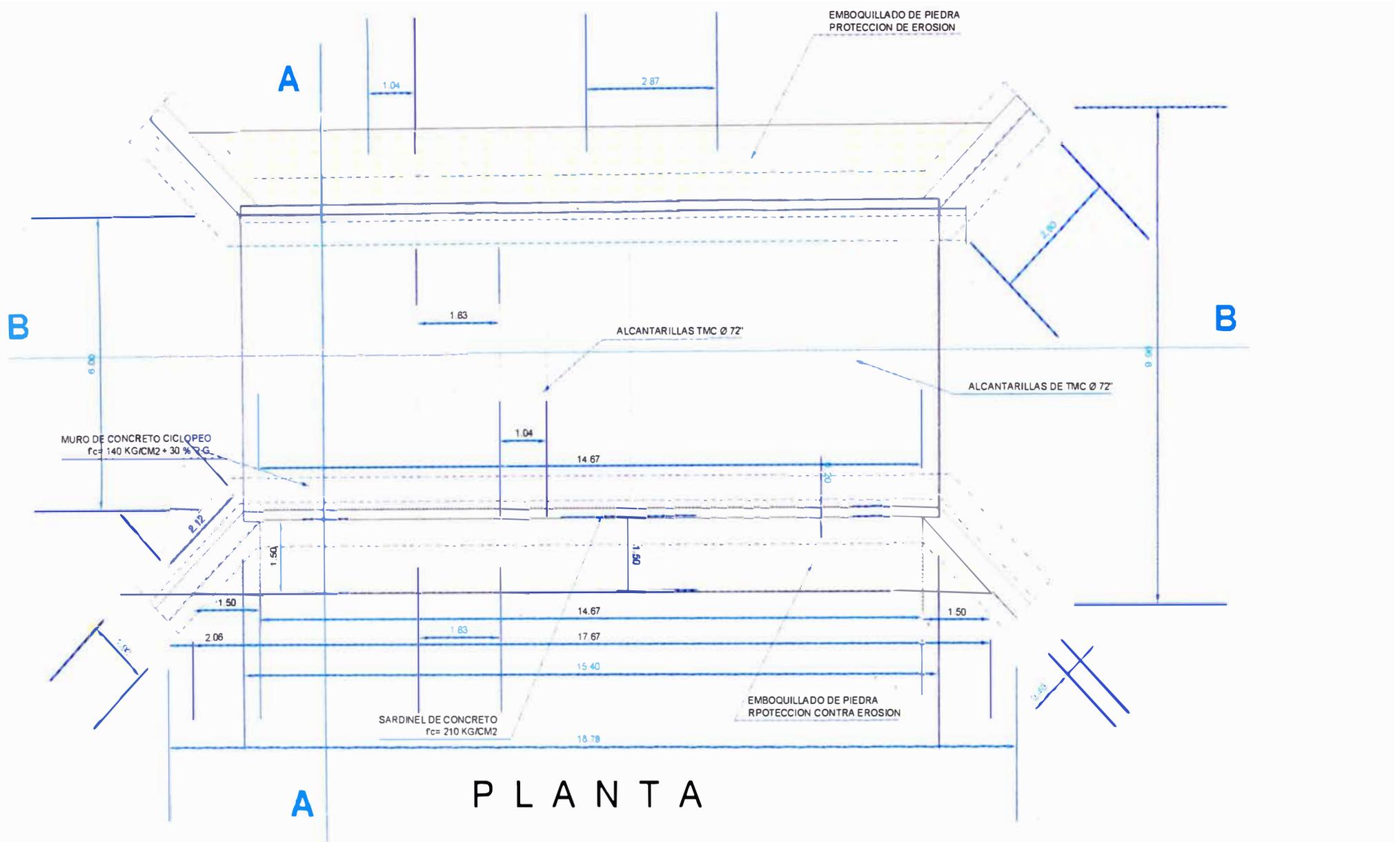


SEÑALIZACIÓN

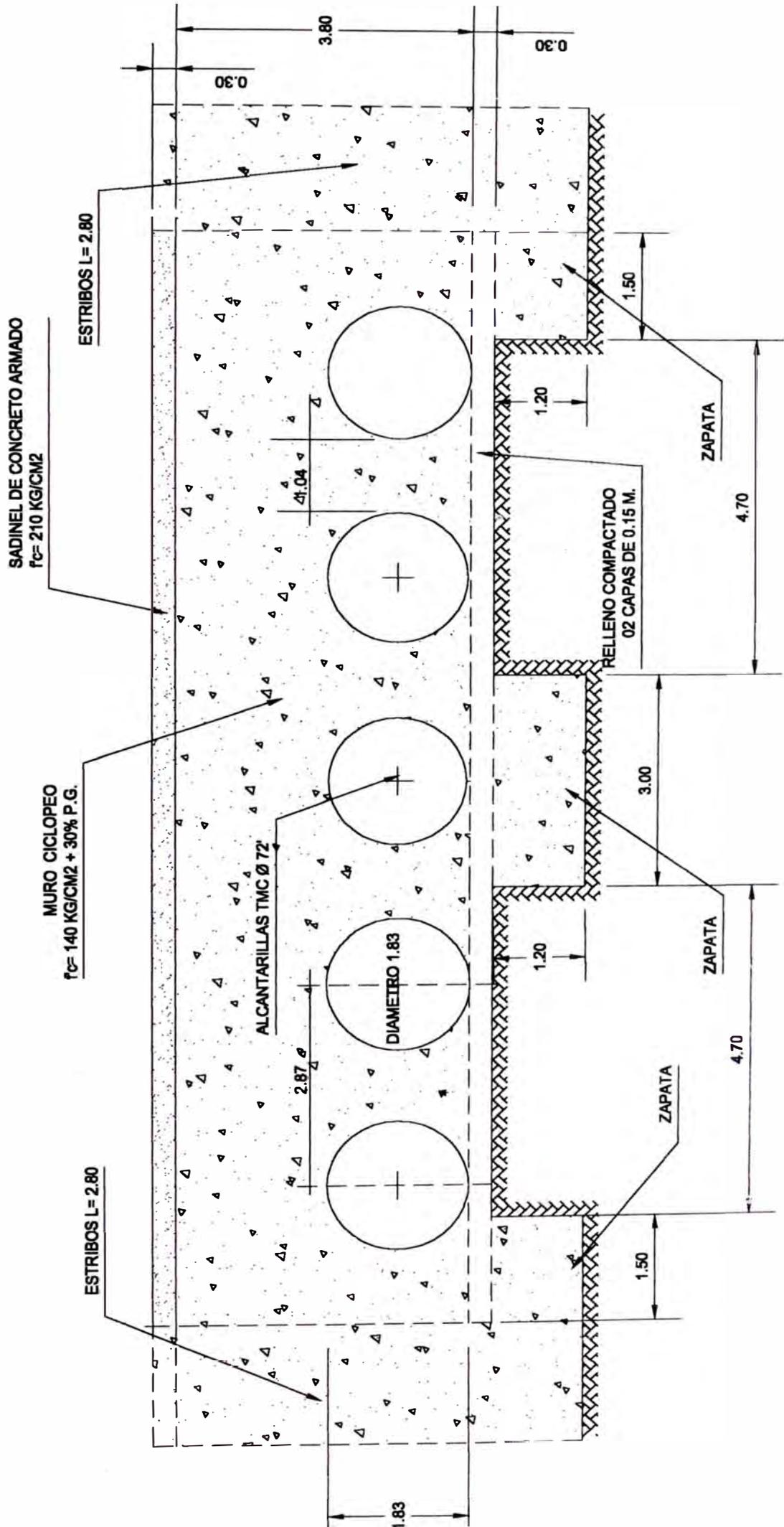
Progresiva Km 07 + 810

5.0. PLANOS

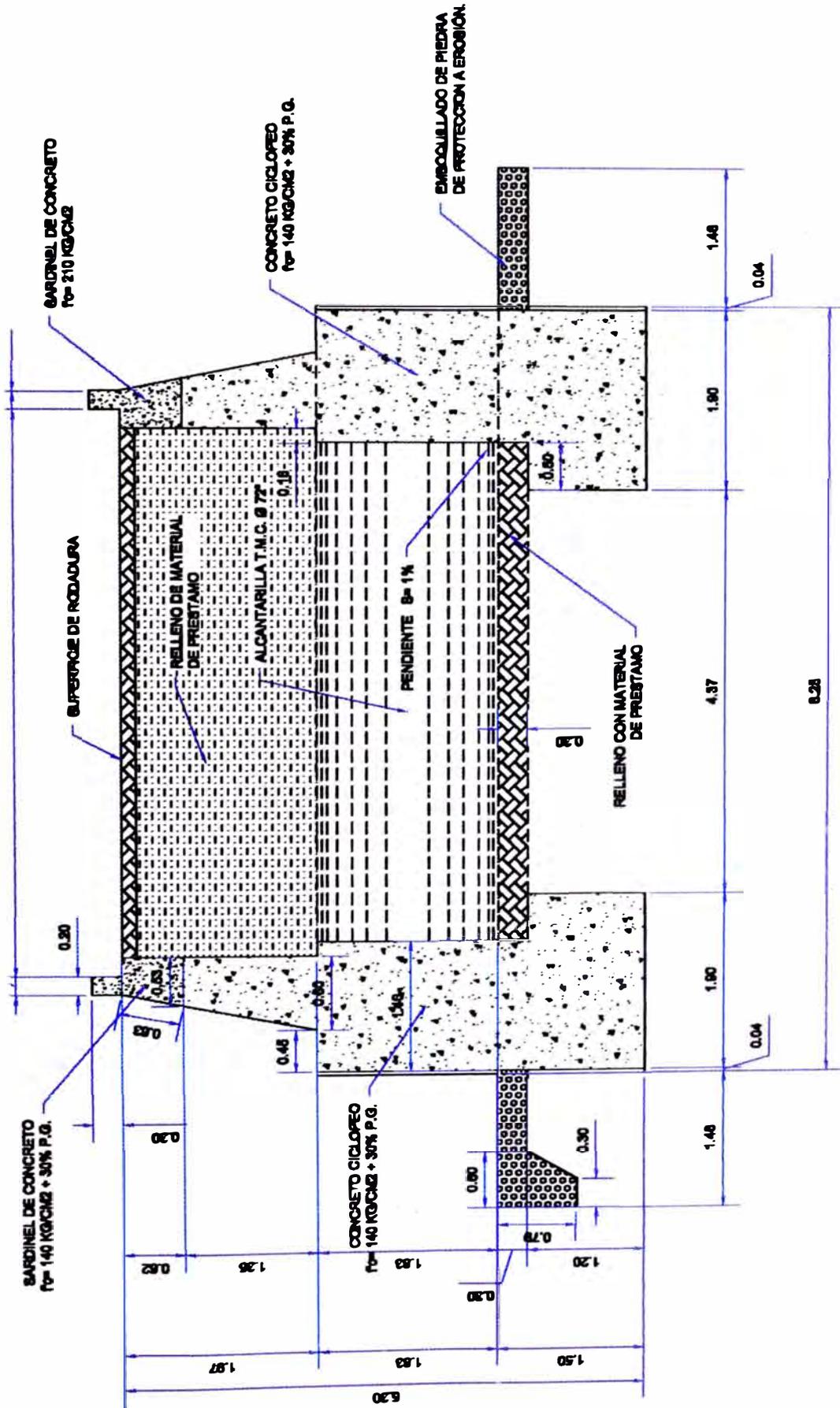
BATERIA DE ALCANTERILLAS T.M.C. Ø 72"



MINISTERIO DE TRANSPORTE, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCION PROGRAMA CAMINOS RURALES.
PLANTA - BATERIAS DE ALCANTARILLAS T.M.C. Ø 72"
TRAMO AZANGARO - MUÑANI.



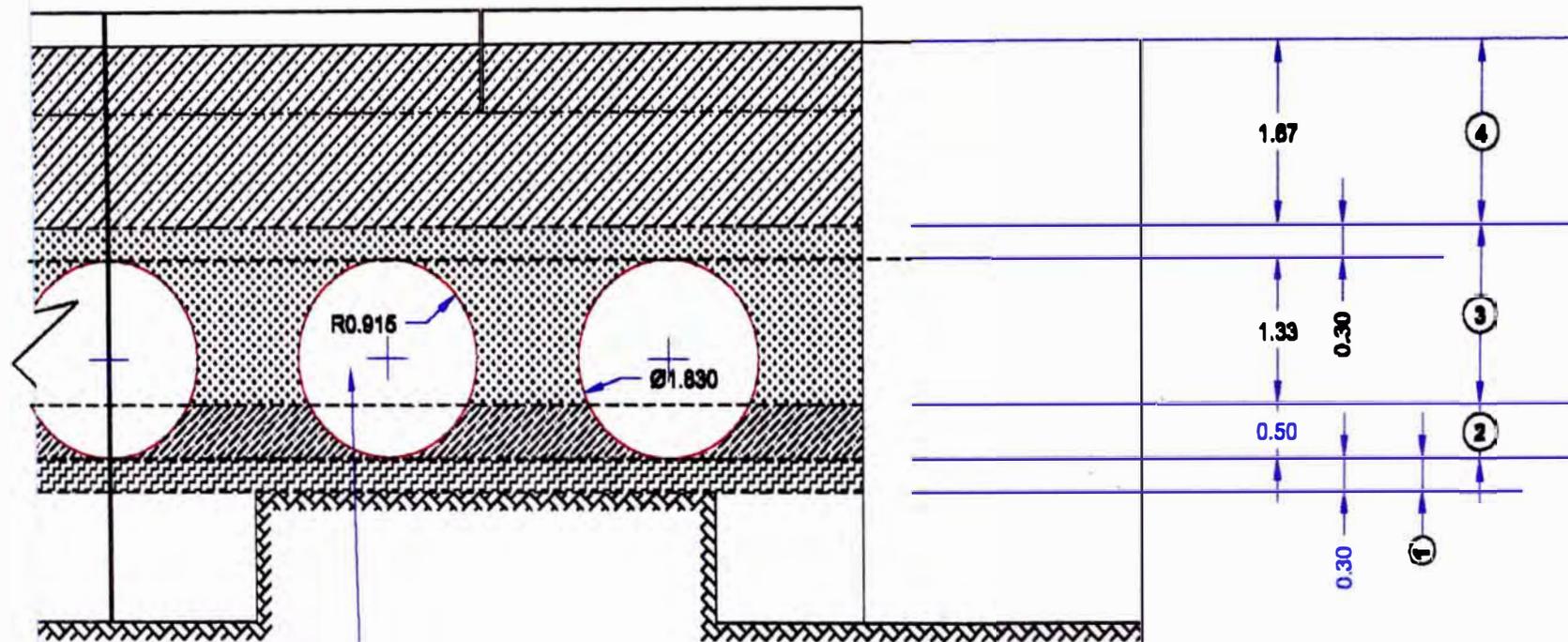
CORTE B - B



CORTE A-A

MINISTERIO DE TRANSPORTE, COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCION PROGRAMA CAMINOS RURALES.	
CORTE A-A BATERIA DE ALCANTARILLAS T.M.C. 8 77"	
TRAMO AZANGARO - MUÑANI.	
AGOSTO '88	EN ANEXO CUTTING

NOMBRE DE RELLENOS DE ACUERDO A NIVEL DE COLOCACION Y COMPACTACION



- 1 PARTIDA 7.02.02 NIVELACION DE FONDO DEL CAUCE CON MATERIAL PROPIO.
- 2 PARTIDA 7.03.03 RELLENO DE FUNDACIONES (PARA MANTO DE ASENTAMIENTO).
- 3 PARTIDA 7.03.04 RELLENO DE FUNDACIONES HASTA 0.30 MT. SOBRE LA CLAVE.
- 4 PARTIDA 7.03.05 RELLENO DE FUNDACIONES DESDE 0.30 MT. SOBRE LA CLAVE HASTA LA SUB-RASANTE.

N.M.



DESVIO A SAN JOSE

BATERIA DE ALCANTARILLAS
PROG. 7+910

TAJEAS NUEVAS
PROG. 8+871

PROG. 8+344

PROG. 9+181

10+000

REPARACION TAJEAS

PROG. 3+033

PROG. 3+390.80

PROG. 3+706.60

MURO DE CONTENCIÓN
PROG. 0+980

PROG. 1+573

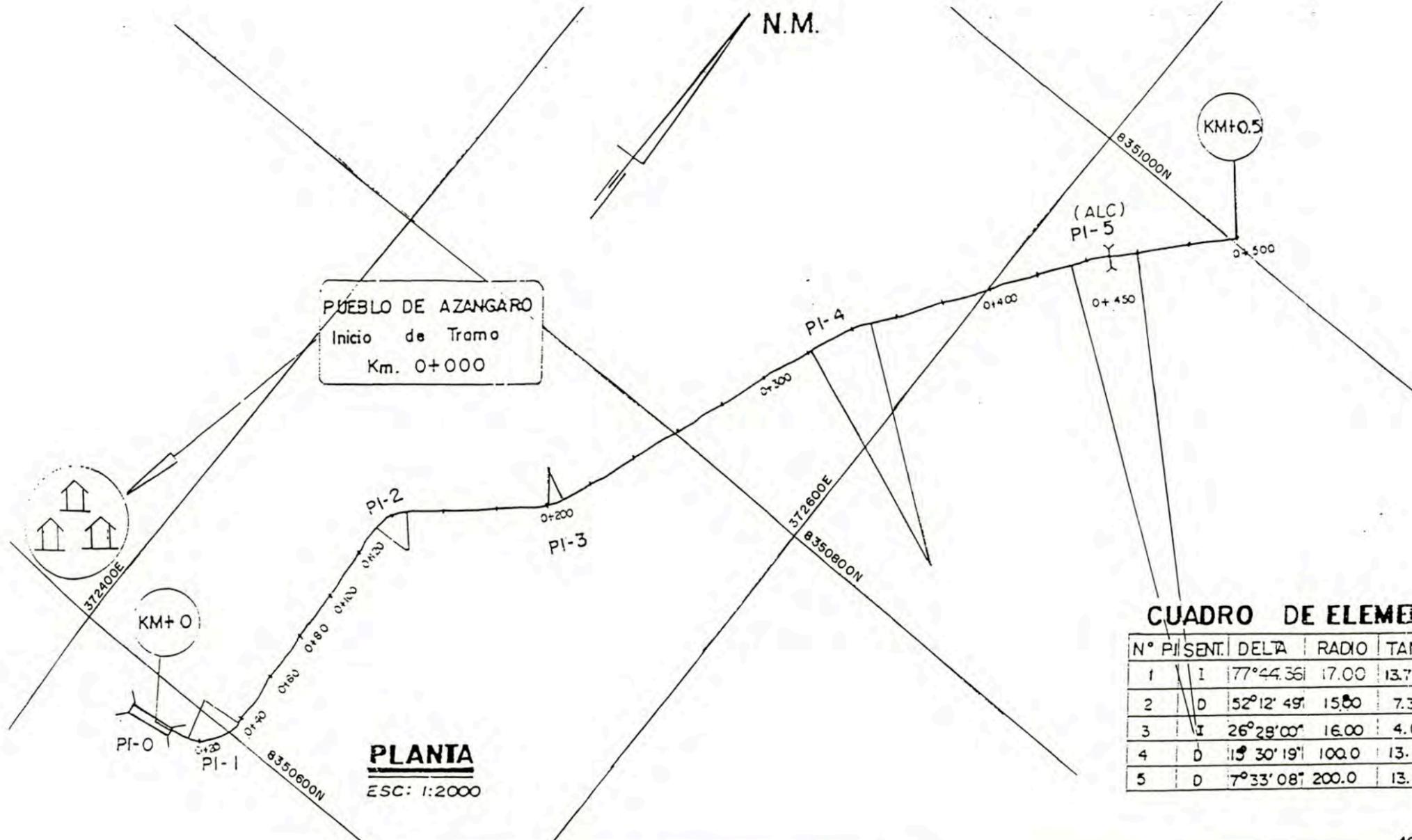
PROG. 0+450

DESVIO

ALC

0+000

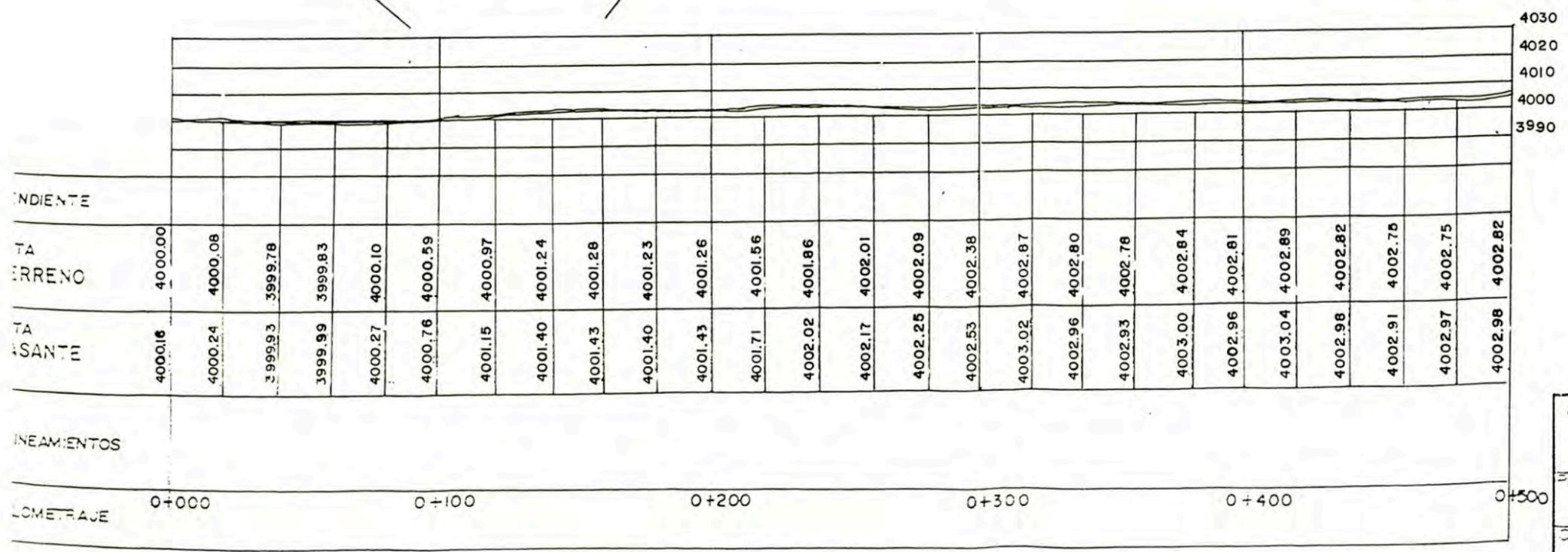
MINISTERIO DE TRANSPORTES COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCION PROGRAMA CAMINOS RURALES - PCR			
PLANO:		CLAVE	
0+000		AL 10+000	
CAMINO: TRAMO AZANGARO - MUÑANI			
FECHA:	ESCALA:	CONTRATISTA:	SUPERVISION:
	1:2000		



PLANTA
ESC: 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS

N°	PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE
1	I	77°44'36"	17.00	13.70	23.07	4.64	0+000.00	-----	-----	-----	8350563711
2	D	52°12'49"	15.00	7.35	13.67	1.70	0+028.65	0+014.95	0+038.02	0+038.02	835070610
3	I	26°28'00"	16.00	4.06	7.95	0.51	0+204.56	0+200.50	0+208.45	0+208.45	835074985
4	D	13°30'19"	100.0	13.61	27.08	0.92	0+335.92	0+322.31	0+349.37	0+349.37	835087318
5	D	7°33'08"	200.0	13.20	26.36	0.44	0+447.35	0+434.15	0+460.51	0+460.51	835096398



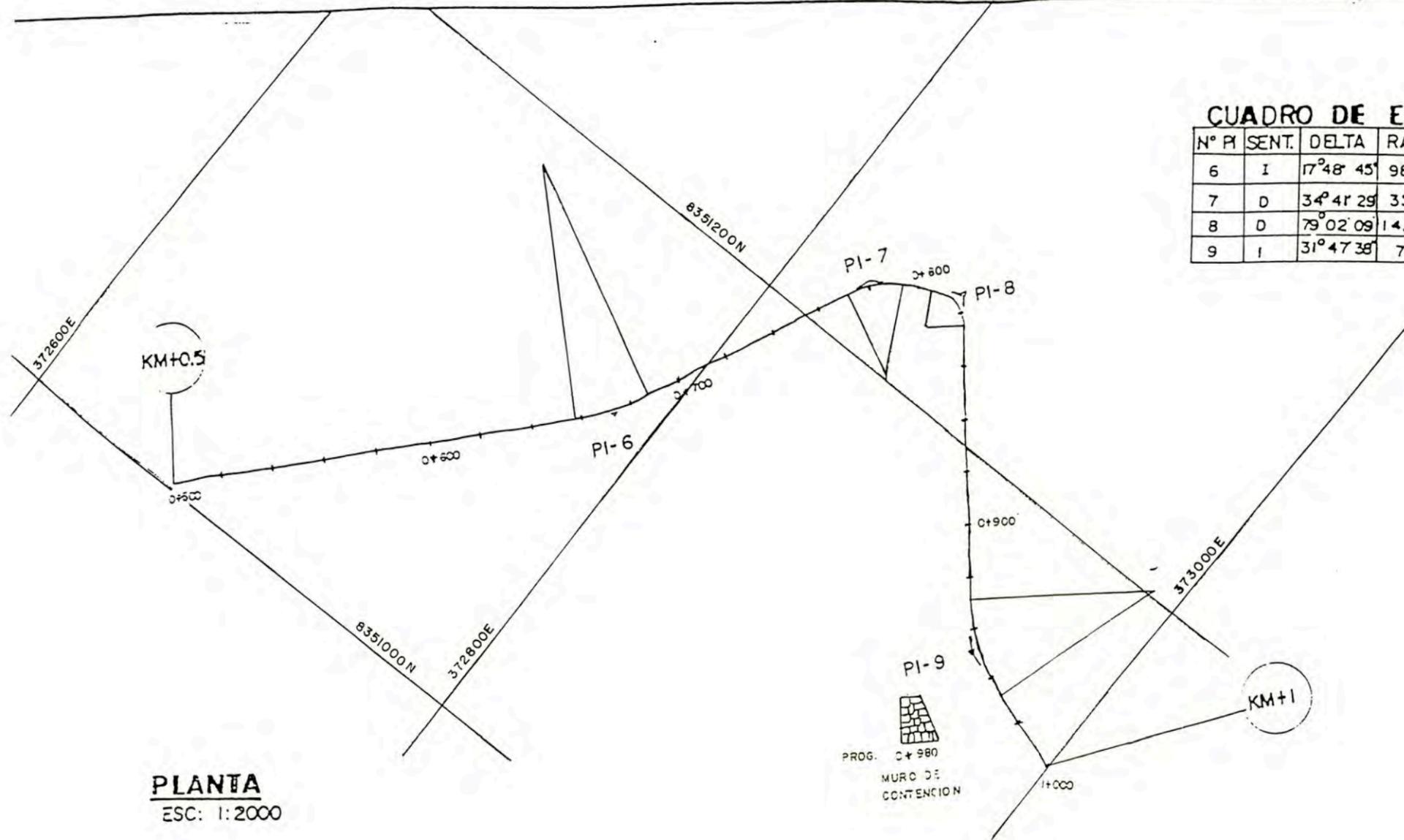
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA V=1/2000 H=1/2000

MINISTERIO DE TRANSPORTES COMUNICACIONES
VIVIENDA Y CONSTRUCCIONES
PROGRAMA CAMINOS RURALES - PCR

Para: **PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**

Camina: **TRAMO AZANGARO MUÑANI**

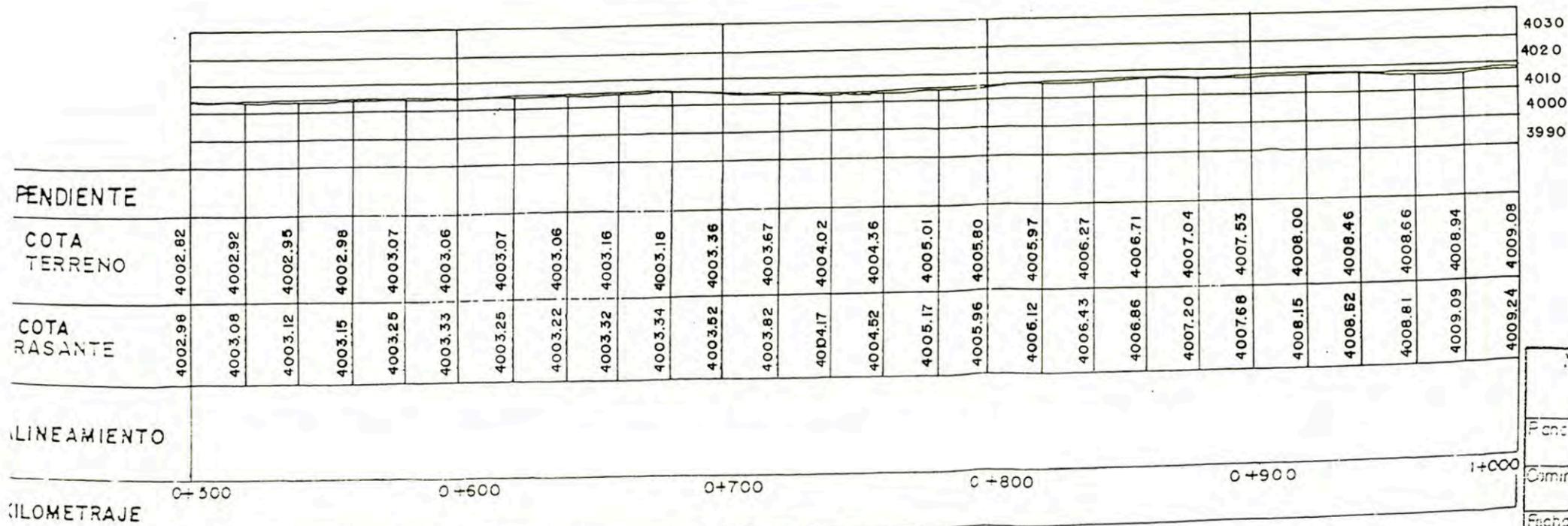
Fecha: _____ Escala: **Indicada** Contratista: _____ SUPERVISION.



PLANTA
ESC: 1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS

Nº PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	EX.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE
6	I	17°48'45"	98.0	15.36	30.47	1.20	01672.18	01656.82	01687.29	8351127.05
7	D	34°41'29"	35.0	10.93	21.19	1.67	01783.18	01772.24	01793.44	8351227.38
8	D	79°02'09"	14.0	11.55	19.31	4.15	01817.08	01805.53	01824.85	8351244.54
9	I	31°47'38"	70.0	19.94	38.84	2.78	01948.74	01928.80	01967.65	8351141.84



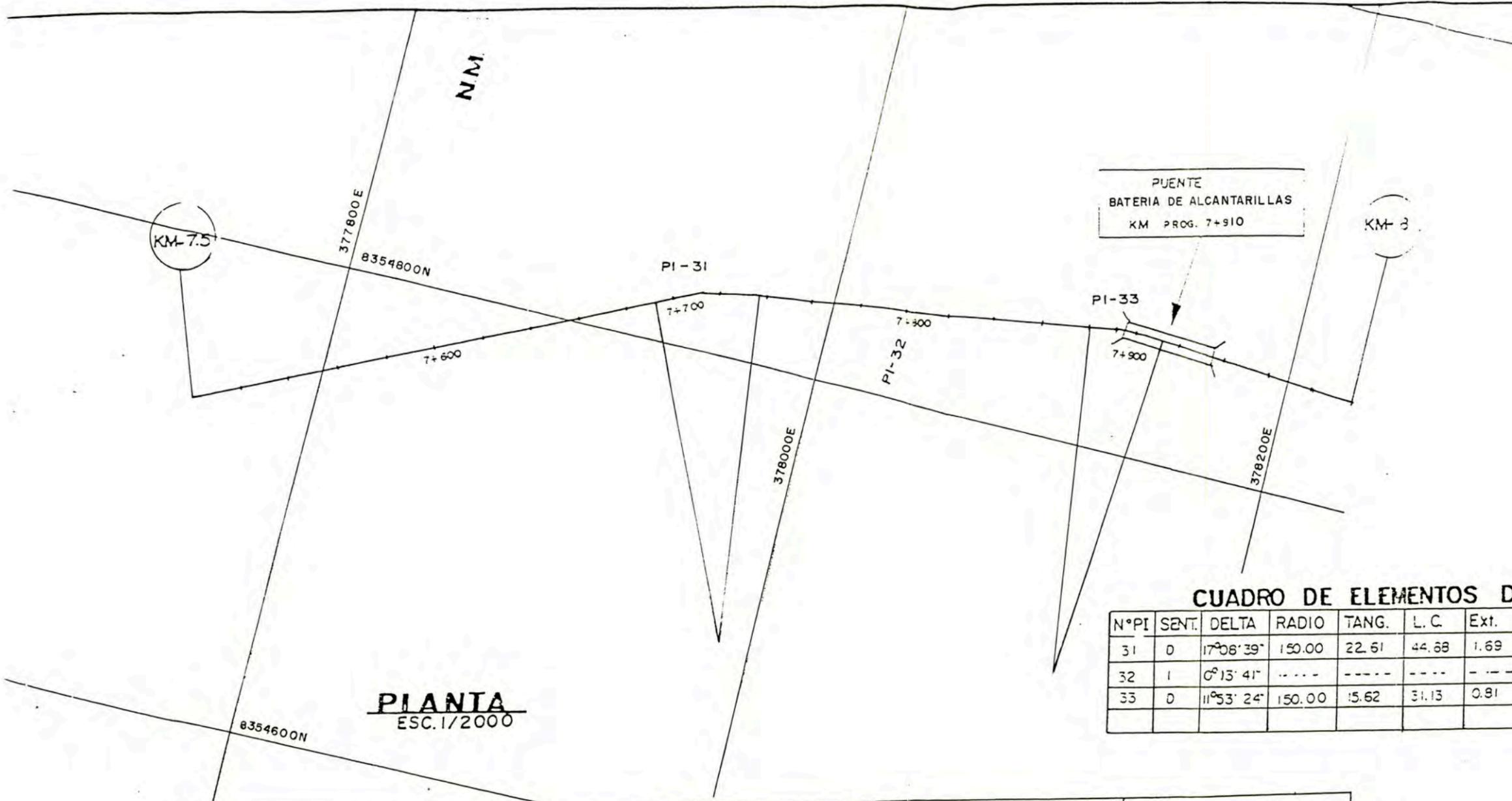
PERFIL LOGITUDINAL ESC. H = 1:2000 V = 1:2000

MINISTERIO DE TRANSPORTES COMUNICACIONES
VIVIENDA Y CONSTRUCCIONES
PROGRAMA CAMINOS RURALES-PCR

Plan: **PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL**
KM 0+05 AL KM 1+000

Camino: **TRAMO AZANGARO - MUÑANI**

Fecha: _____ Escala: _____
CONTRATISTA: _____ SUPERVISOR: _____
Indicada

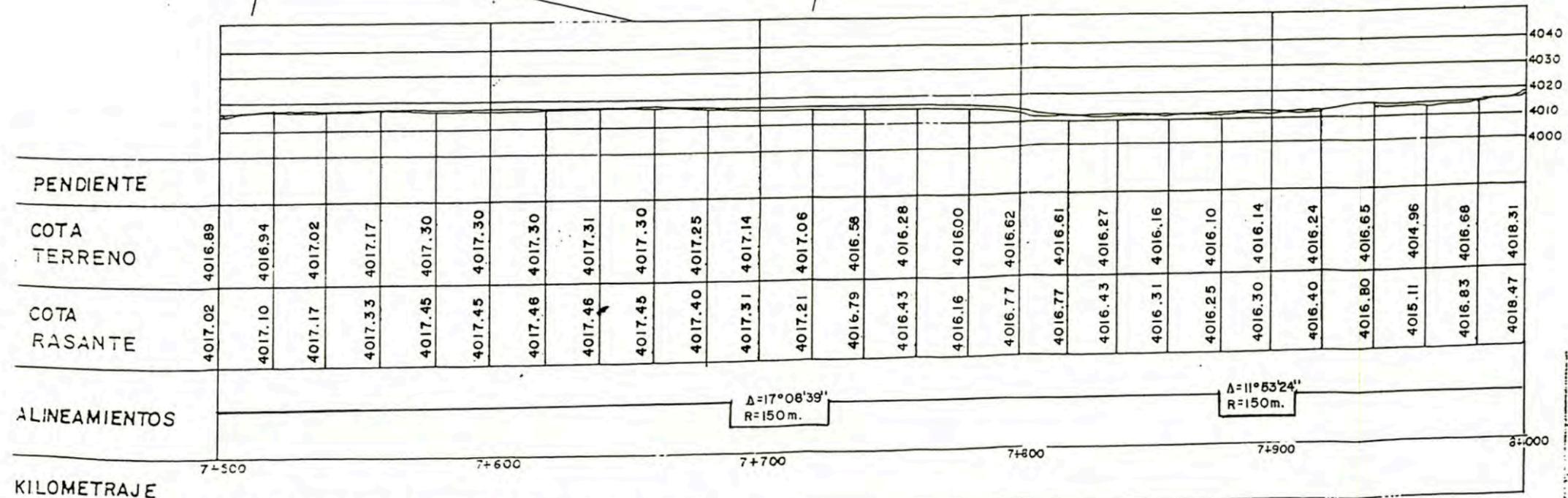


PUENTE
BATERIA DE ALCANTARILLAS
KM PROG. 7+910

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS

NºPI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L. C.	Ext.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE
31	0	17°08'39"	150.00	22.61	44.68	1.69	7+714.46	7+691.85	7+736.73	8354826.17
32	1	0°13'41"	-----	-----	-----	-----	7+794.05	-----	-----	8354836.78
33	0	11°53'24"	150.00	15.62	31.13	0.91	71696.36	71880.74	71911.37	8354850.78

PIANTA
ESC. 1/2000



PERFIL LONGITUDINAL

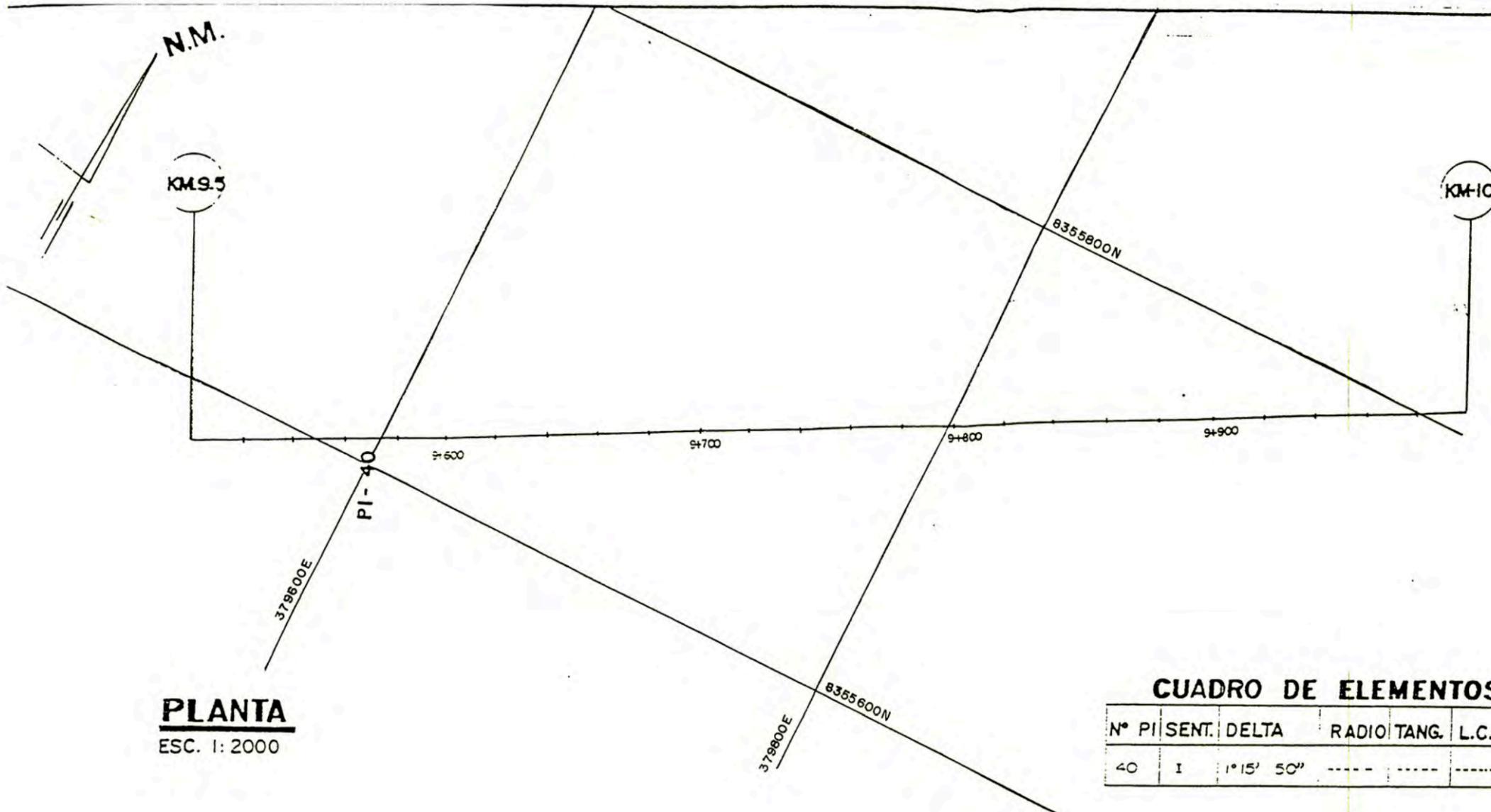
ESCALA H = 1/2000
V = 1/2000

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
VIVIENDA Y CONTRUCCIONES
PROGRAMA CAMINOS RURALES-PCR

Plano PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 7+500 AL 8+000

Camino TRAMO AZANGARO MUÑANI

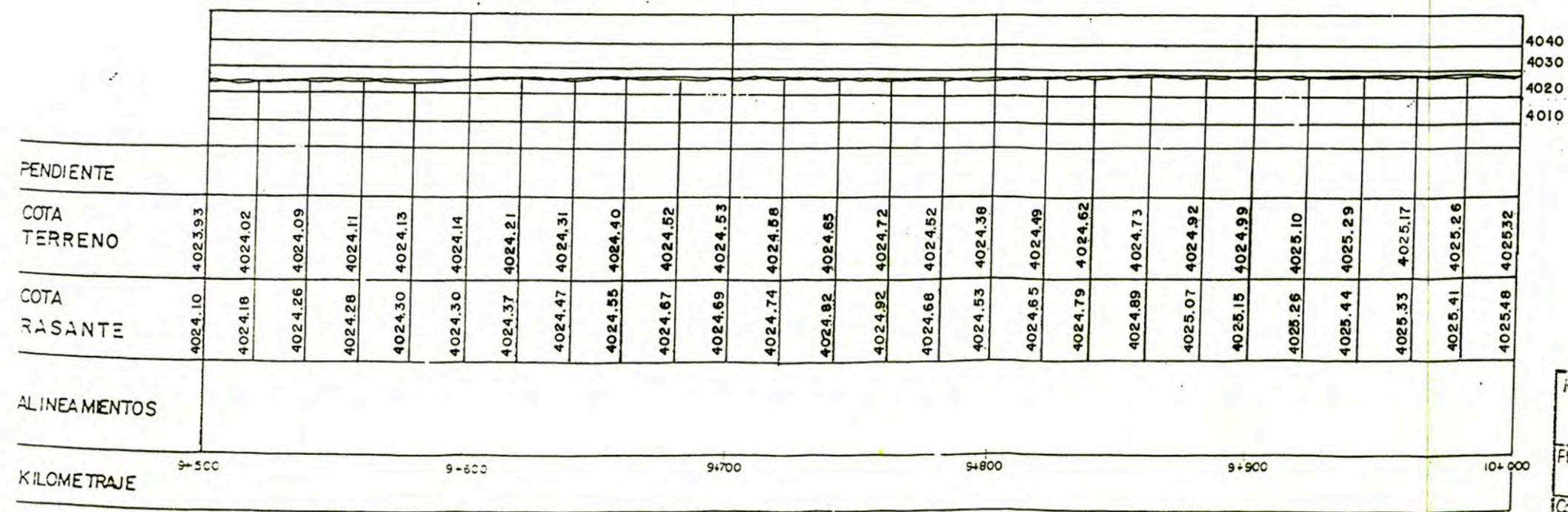
Fecha _____ Esc. _____ INDICADA _____
CONTRATISTA _____ SUPERVISION _____



PLANTA
ESC. 1: 2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS

N° PI	SENT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	Ext.	P.I.	NORTE	ESTE
40	I	1° 15' 50"	8355800	---	---	---	9+571.94	8355603	3795853.33



PERFIL LONGITUDINAL ESCALA V=1/2000 H=1/2000

MINISTERIO DE TRANSPORTES COMUNICACIONES VIVIENDA Y CONSTRUCCIONES PROGRAMA CAMINOS RURALES - PCR			
Folio: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL			
Camino: KM. 9+500 AL 10+000 TRAMO AZANGARO MUÑANI			
Fecha:	Escala: Indicada	Contratista:	Revisado:

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

IDENTIFICACION EN EL CAMPO <small>(Empujando las partículas mayores de 7,6 cm. (3") y basando las fracciones en esas fracciones)</small>		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	INFORMACION REQUERIDA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material es retenido por el tamiz N° 200 <small>(La sección del tamiz N° 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la mayor partícula apreciable a simple vista)</small>	Gravas Mas de la Mitad de la fracción gruesa retenida por el tamiz N° 4	Gravas Limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos o sin ellos	Determinense los porcentajes de grava y arena a partir de la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción que pasa por el tamiz N° 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% CW, GP, SW, SP Mas del 12% GM, GC, SM, SC 5% al 12% Casos límites que requieren el empleo de símbolos dobles		
		Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos	Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos			
	Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo ML más abajo)	GM Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo	GC Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla			
		Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos			
	Arenas Mas de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N° 4	Arenas Limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas		SC Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas de arenas y arcillas	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo ML más abajo)	Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)			
	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz N° 40						
	SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	Limos y Arcillas con límite líquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la desgregación)	Dilatación (reacción a la agitación)		Tenacidad (consistencia cerca del límite plástico)	Desde el nombre típico: inclúyese el grado y carácter de plasticidad, la cantidad y el tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, olor si lo hubiera, nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados aprégrese información sobre la estructura, estratificación, consistencia, estado en estado inalterado como remolcado, condiciones de humedad y drenaje. Ejemplo: Limo arcilloso muestra ligeramente plástico; porcentaje reducido de arena fina; horizontes agujeros verticales de raíces; firme y seco la superficie; los (ML)
			Nula o ligera	Rápida a lenta		Nula	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Media		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras	
Limos y Arcillas con límite líquido mayor de 50		Ligera a media	Lenta	Ligera	OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
		Alta a muy alta	Nula	Alta	CH Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas		
Media a alta		Nula a muy lenta	Ligera a media	OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta			
Suelos altamente orgánicos		Facilmente identificables por su color, olor, acidificación espumosa y frecuentemente por su textura fibrosa	Pi Turba y otros suelos altamente orgánicos				

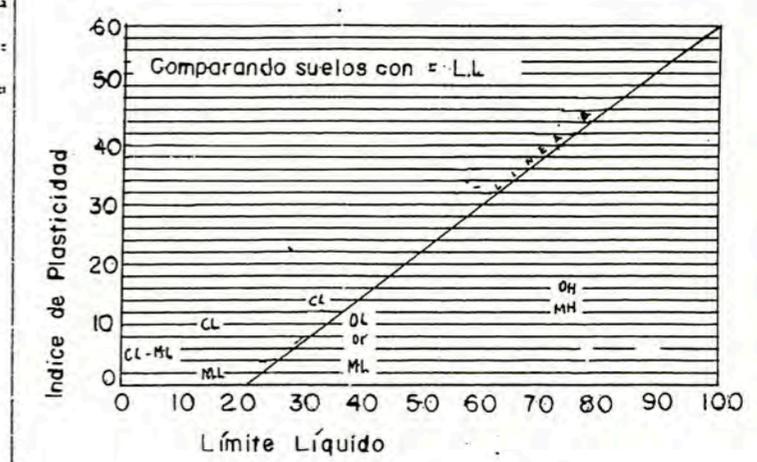


Gráfico de plasticidad para la clasificación en laboratorio de suelos de grano fino

Según Wagner 1,957
 * Casos límites. Los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo, GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava en una matriz arcillosa.
 * Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard

Métodos de identificación en el campo de suelos o fracciones finas

Estos procedimientos se realizan con las partículas que pasan por el tamiz N° 40 (aproximadamente 0,4 mm). A fines de clasificación en el campo no es necesario el tamiz, basta con eliminar a mano las partículas gruesas que estorban para la prueba.

DISTANCIA (REACCIÓN A LA AGITACIÓN):
 Después de eliminar las partículas de tamaño superior al tamiz N° 40, se prepara una pastilla de suelo húmedo de un volumen aproximado de 10 cm³, si es necesario añádese agua suficiente para dejar al suelo blando pero no pegajoso.

 Coloque la pastilla en la palma de la mano y apriete horizontalmente, golocándose repetidamente varias veces contra la otra mano. Una reacción positiva consiste en la aparición de agua en la superficie de la pastilla, la cual adquiere una consistencia pastosa y de aspecto brillante. Cuando se acerca con los dedos, el agua y el limo escapan de la superficie, la pastilla se vuelve dura y por último se resaca y desmorona. La rapidez de aparición del agua en la reacción y de desmoronarse al apretarse sirven para identificar el carácter de los finos del suelo.

Las arenas limpias muy finas dan la reacción más rápida y clara mientras que la arcilla plástica no presenta reacción. Los limos orgánicos, como un polvo de roca típico, muestran una reacción moderadamente rápida.

RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DIAGREGACIÓN)
 Después de eliminar las partículas que no pasan por el tamiz N° 40, se moldea una pastilla de suelo hasta alcanzar la consistencia de una mesilla, añadiendo agua si es necesario. Se deja secar completamente la pastilla en una estufa o expuesta al sol y al aire, probando después su resistencia rompiéndola y desmoronándola entre los dedos. Esta resistencia es una medida del carácter y proporción en la fracción coloidal que contiene el suelo. La resistencia (En estado seco) aumenta con la plasticidad.

Una elevada resistencia (en estado seco) es característica de las arcillas del grupo CH. Un limo inorgánico típico posee una resistencia (en estado seco) muy ligera. Las arenas finas limosas y los limos tienen aproximadamente la misma resistencia (en estado seco) ligera pero pueden distinguirse por el tacto al pulverizar la muestra seca. La arena fina tiene tacto granular mientras que el limo típico da la sensación suave de la turba.

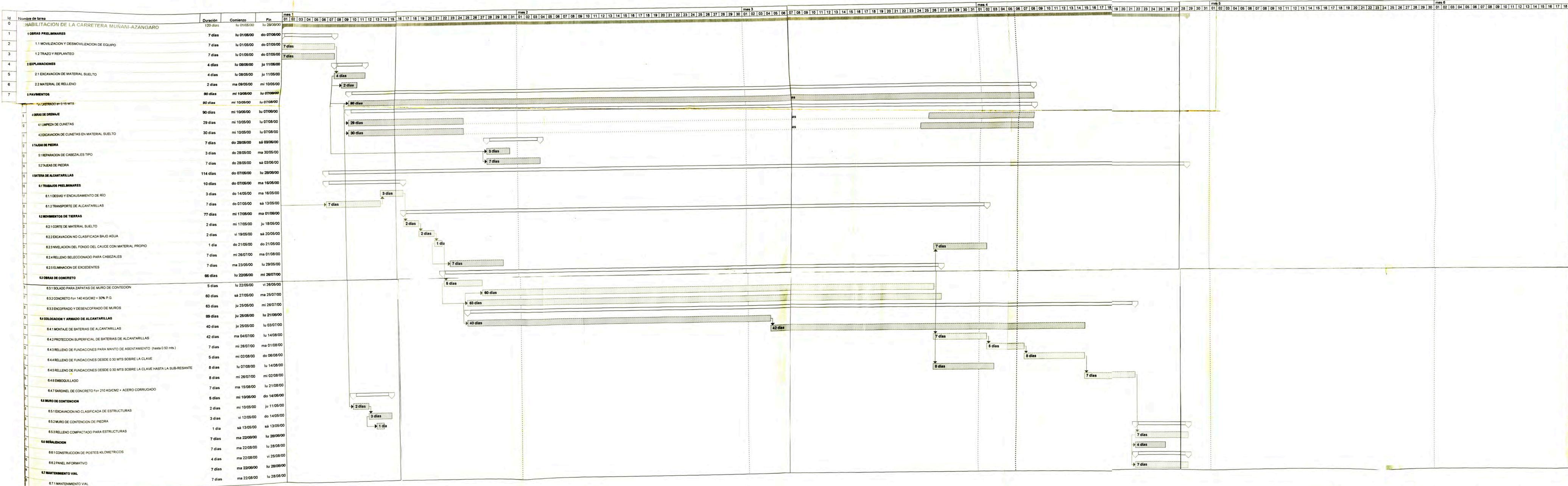
TENACIDAD (CONSISTENCIAS CERCA DEL LÍMITE PLÁSTICO)
 Después de eliminar las partículas en el tamiz N° 40, se moldea una muestra de aproximadamente 10 cm³ hasta alcanzar la consistencia de mesilla. Si el suelo está muy seco debe agregarse agua, pero si está pegajoso debe extenderse formando una capa delgada que permita una cierta pérdida de humedad por evaporación. Posteriormente se arroja con la mano sobre una superficie lisa o entre las palmas de las manos, formando un cilindro de aproximadamente 1 cm de diámetro, apretándolo y volteándolo a repetir varias veces. Con estas operaciones el contenido de humedad se reduce gradualmente y la muestra adquiere

una consistencia dura, acosa perdiendo su plasticidad y se desmorona cuando se alcanza el límite plástico.

Después de desmoronarse el cilindro se vuelven a agrupar los trozos, continuado al amasado ligeramente hasta que se vuelve a desmoronarse.

Cuando más tenaz es el rollo cerca del límite plástico y cuanto más duro son los trozos al desmoronarse más importante es la fracción arcillo del suelo. La cohesión del rollo en el límite plástico y la pérdida de coherencia de los trozos por acción de dicho límite indica, para una arcilla inorgánica de baja plasticidad o materiales como las arcillas del tipo eslim o las arcillas orgánicas que se encuentran por debajo de la "línea A".

Las arcillas altamente orgánicas dan un tacto muy blando y esponjoso al llegar al límite plástico.



Proyecto: REHABILITACION DE LA C.
 Fecha: do 06/08/00

Tarea		Resumen		Progreso resumido	
Tarea crítica		Tarea resumida		División	
Progreso		Tarea crítica resumida		Tareas externas	
Hito		Hito resumido		Resumen del proyecto	

