

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Diseño constructivo del camino vecinal Palco-Echoca-Tinco  
-Capilla en los distritos de Otoa y San Pedro de Palco,  
provincia de Lucanas - Ayacucho, 2016**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
Salvador Agripino Huamani Mendoza**

**Ayacucho – Perú**

**2018**

*A mis hijos y hermanos, mi fortaleza y promotores de hacer realidad el sueño buscado.*

*A mis queridos padres: Virgilio y Alejandra por el amor entregado al educarme, gracias a ellos crecimos en un hogar llena de sabiduría.*

*A mi alma máter, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, donde recibí el conocimiento para servir a nuestro país.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la primera casa de estudios Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por formarnos profesionales con el objetivo de lograr el desarrollo y progreso de nuestro país ofreciendo profesionales idóneos conocedores de nuestro medio.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme formado con una currícula integral, que me permite desempeñarme en las cuatro áreas de especialidad.

Al Ing. Efraín Chuchón Prado, por sus asesoramientos incondicionales para desarrollar el presente trabajo.

Al Gobierno Regional de Ayacucho, por el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice general	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	1
I. NOMBRE DEL TRABAJO PROFESIONAL	2
II. LUGAR Y PERÍODO DEL TRABAJO PROFESIONAL	3
III. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
IV. ANTECEDENTES E INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	6
4.1. Alcances	6
4.2. Características locales	6
4.3. Problemática que resuelve el proyecto	8
V. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
VI. DESCRIPCIÓN TEÓRICA – PRÁCTICO	10
6.1. Parámetros de diseño	10
6.2. Estudio de estabilidad de taludes	22
6.3. Algunos métodos para mejorar la estabilidad de taludes	25
6.4. Parámetros de resistencia el esfuerzo cortante para el análisis de Estabilidad	27
6.5. Análisis de la estabilidad de taludes	28
6.6. Hidrología y diseño de obras de arte	31
6.7 Metodología y procedimiento	39
6.8 Estudio preliminar	43
6.9. Estudio definitivo	45
6.10. Hidrología y diseño de obras de arte	52
6.11. Estudio geológico geotécnico	64
6.12. Estudios de laboratorio	67
6.13. Recomendación para la voladura de roca en los tramos de roca suelta y	

roca fija durante la etapa constructiva de la trocha carrozable	73
6.14. Evaluación de la estabilidad de taludes	74
6.15. Estudio de canteras	75
6.16. Estudio de impacto ambiental	76
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	85
ANEXOS	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1.	Valores de la velocidad directriz (Km/h)	10
Tabla 6.2.	Radios de diseño.	12
Tabla 6.3.	Longitud total mínima de rampa de Peralte.	13
Tabla 6.4.	Elementos de curvas simples.	16
Tabla 6.5.	Pendientes máximas normales.	18
Tabla 6.6.	Pendientes máximas excepcionales.	19
Tabla 6.7.	Pendientes medias permisibles para tramos de 10 Km.	20
Tabla 6.8.	Taludes de corte	22
Tabla 6.9.	Taludes de relleno	22
Tabla 6.10.	Formato de seccionamiento	45
Tabla 6.11.	Lluvia máxima para diferentes duraciones.	53
Tabla 6.12.	Intensidades máximas para diferentes duraciones.	54
Tabla 6.13.	Intensidad máxima para diferentes duraciones y periodos de retorno	55
Tabla 6.14.	Valores calculados de intensidad-duración – frecuencia (IDF) para diferentes periodos de retorno.	57
Tabla 6.15.	Coeficientes de escorrentía para ser usados por el método racional	59
Tabla 6.16.	Caudales de aporte para las obras de arte	60
Tabla 6.17.	Calculo de la longitud final de los badenes	63
Tabla 6.18.	Muros de piedra	64

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 6.1. Visibilidad en curva - Banqueta de visibilidad.	14
Figura 6.2. Curvas verticales simétricas.	17
Figura 6.3. Curvas verticales asimétricas.	18
Figura 6.4. Momento motor	26
Figura 6.5: Selección de la ruta PALCO-ECHOCA-TINCO –CAPILLA	42
Figura 6.6. Diseño de la carga de un vehículo.	46
Figura 6.6. Curva intensidad - duración – frecuencia para diferentes periodos de Retorno	57

## RESUMEN

Para realizar el presente proyecto se tuvo que hacer la recopilación de la información existente, referida a la ubicación, características locales y socio económico, cartas geográficas nacionales, etc.

Posteriormente se hizo el reconocimiento de la zona, con la finalidad de evaluarla y elegir la ruta: radios, pendientes, distancias de visibilidad, anchos de la plataforma, sobre anchos, etc. Así mismo debemos indicar que la evaluación no sólo compete a los parámetros antes indicados, sino que también hemos tenido en consideración el tipo de suelo por el que atraviesa la vía.

Luego se procedió al estacado y nivelación de cada una de las estacas, lo que nos permitió obtener el perfil longitudinal del terreno por el que atraviesa la vía. Es en el perfil longitudinal donde se ha hecho el análisis correspondiente para ubicar la sub rasante, Definida la sub rasante, se efectuó el estudio de suelos y canteras, para lo cual se hicieron calicatas, situadas adecuadamente a lo largo del eje de la vía, así como también en las canteras cercanas a la vía para efectuar los diferentes ensayos de laboratorio y así determinar sus propiedades físicas y mecánicas de éstos.

Como en todo proyecto de esta naturaleza, se debe tener muy en cuenta al drenaje; se hizo este estudio por el método racional, método que es muy funcional para áreas pequeñas.

El proyecto incluye, además, la adecuada señalización de las vías, el estudio de impacto ambiental, el análisis de costos y presupuestos, programación de obra, especificaciones técnicas, planos y fotografías.



**I. NOMBRE DEL TRABAJO PROFESIONAL**

**DISEÑO CONSTRUCTIVO DEL CAMINO VECINAL PALCO-ECHOCA-  
TINCO - CAPILLA EN LOS DISTRITOS DE OTOCA Y SAN PEDRO DE  
PALCO, PROVINCIA DE LUCANAS –AYACUCHO, 2016**

## **II. LUGAR Y PERÍODO DEL TRABAJO PROFESIONAL**

### **UBICACIÓN POLÍTICA**

REGION : Ayacucho  
DEPARTAMENTO : Ayacucho  
PROVINCIA : Lucanas  
DISTRITO : San Pedro de Palco y Otoa  
LUGAR : Palco y Capilla

### **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

LATITUD SUR : 14° 29' 08"  
LONGITUD W : 74° 41' 08"  
ALTITUD : 2,539 m.s.n.m.

La fecha de ejecución será de acuerdo al desembolso por parte de Gobierno Regional de Ayacucho, desde junio de 2009.

### III. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Uno de los factores más importantes que retardan el desarrollo del País, es su deficiente sistema vial. Ante esta problemática surge la imperiosa necesidad de contar con un plan que lo desarrolle permitiendo integrar nuestros pueblos y así satisfacer sus necesidades y que llegue a ellos el progreso Económico, Social y Cultural.

Dichas carencias son evidentes en el ámbito donde se realizó este proyecto, no existiendo carreteras asfaltadas y en pequeña proporción las afirmadas; en cambio la construcción de trochas carrozables es frecuente. Esta insuficiente cobertura limita la dinámica productiva y origina una severa presión en los costos que va en desmedro del nivel de vida del poblador.

Se ha planteado así una alternativa real y adecuada que permita la comunicación fácil y rápida entre Palco-Capilla-Chavincha y alrededores; cumpliendo a la vez con las ventajas Topográficas y Geométricas que cumplen sobradamente con las especificaciones que para el diseño de carreteras dan las Normas Peruanas.

Este estudio resultando necesaria la construcción de dicha carretera diseñada técnicamente; además comprende: Estudio de suelos y materiales, diseño geométrico de la carretera, estudio hidrológico, diseño de obras de arte, presupuesto fórmulas polinómicas, programación de obra, conclusiones y recomendaciones, planos y especificaciones técnicas.

Para el desarrollo del presente estudio se han trazado los siguientes objetivos:

- a) Proponer la ruta de estudio como parte integrante de la red de carreteras que une los pueblos de San Pedro de Palco, Echoca, Tinco, Capilla, Chavincha y demás caseríos.

- b) Proporcionar a los distritos de Otocha y San Pedro de Palco un documento técnico que les permita la ejecución de esta obra.
- c) Propender a mejorar el nivel de vida del morador de la zona y la capacidad de intercambio de bienes y servicios entre las poblaciones beneficiarias, mediante un diseño Técnico y coherente de la vía
- d) Ejecutar parte del trámite para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.
- e) Antecedentes e información general del estudio.

## **IV. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

El proyecto Construcción Carretera Palco-Capilla-Chavincha, surge de la necesidad de interconectar mediante una vía de tránsito las localidades antes mencionadas dado que no existe una ruta directa de acceso y ante la necesidad de los pobladores de los caseríos del ámbito del proyecto en estudio de contar con una vía terrestre - mejorada técnicamente - a fin de realizar el transporte de su producción, y a la vez, trasladar algunos productos a su lugar de origen, surge la preocupación y el interés por realizar la construcción de una trocha carrozable.

### **4.1. ALCANCES**

El presente proyecto será desarrollado a nivel de ejecución y beneficiará a los pobladores de PALCO – ECHOCA - TINCO CAPILLA (TRAMO Km. 00+000-10+740) y comunidades aledañas, dotándolos de una vía de comunicación moderna y de características técnicas para comercializar su producción agrícola y ganadera, asimismo lograr el intercambio socio -cultural de sus habitantes.

### **4.2. CARACTERÍSTICAS LOCALES**

Las primeras acciones en todo proyecto de caminos, están referidas al reconocimiento del área de influencia para determinar sus características, que definirán los criterios técnicos y también los factores que se tendrán en cuenta para la ejecución y proyección integral de la obra.

#### **a) Aspectos Físicos**

##### **Climatología**

El área de influencia del proyecto está tipificada como una zona lluviosa por su ubicación altitudinal, la temperatura en esta zona fluctúa entre los 12° C hasta los 25° C, registrándose temperaturas más bajas en los meses de junio, julio y agosto.

**b) Aspectos Económicos**

Las comunidades de Palco, Capilla y Chavincha se ubica al sur de la ciudad de Ayacucho dentro de la cual está comprendido, cuenta con una población beneficiaria directa de 2,200 habitantes y la zona del proyecto se caracteriza por una topografía con pendientes variadas con partes accidentados, limitando este la llegada de muchos servicios públicos y otras organizaciones de bien social.

**c) Actividad Principal de la Población**

Las Actividades principales a las que se dedican las familias de la zona del proyecto están básicamente referidas a las actividades pecuarias y agrícolas: También gran parte de la población que varía entre el 20 al 30 % sale a ofertar su fuerza de trabajo fuera de la zona, como fuente del sustento de los pobladores.

**d) Comercio**

Aquí predominan las costumbres antiguas que es el trueque que llevan sus productos agrícolas y pecuarios a las ferias e intercambiar con productos que no producen en la zona y algunas necesidades secundarias.

En el sistema existente, los productores campesinos están en condiciones desventajoso para acceder y competir con grandes agricultores, dado que sus productos son de baja calidad, por la estacionalidad de su producción y altos costos que significa conducir una campaña agrícola y centros ganaderos, finalmente la presencia de intermediarios particularmente para el caso de fibras que distorsiona el mercado y los precios, siendo ellos los que obtiene mayores ganancias.

**e) Aspectos Sociales de la Población**

La Población de la zona de influencia del proyecto, es relativamente joven, encontrándose el 20% en la zona urbana, mientras que el 80% se encuentra en el área rural.

**f) Mano de Obra**

La mano de Obra en estas comunidades existe en su mayor parte no calificada por tal razón casi toda la población se dedica al ofrecimiento de la mano de obra en las obras

que construye el estado principalmente por medio de las Municipalidades, Sierra Centro Sur y otros, mientras que una gran parte de la población se dedica a la actividad de la agricultura y ganadería tratando de sobre salir frente a las dificultades que se encuentra, como es la falta de trabajo para la mano de obra calificada, se retiran a la ciudad de Huamanga , Ica, Nazca, Palpa ,Puquio y Lima en busca de trabajo, se hacen presente cuando las oportunidades de trabajo se presentan en la zona.

La mano de obra en la zona del proyecto generalmente es no calificada y suficiente para participar en la ejecución del proyecto.

**g) Infraestructura Social en educación**

En el campo de la educación existen centros educativos tanto a nivel inicial, primaria y Secundaria, existiendo de igual modo PRONOI.

**4.3. PROBLEMÁTICA QUE RESUELVE EL PROYECTO**

La carretera, tiene como finalidad principal la integración de centros poblados que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto Vial. Como parte de la carretera Longitudinal de Interconexión para así lograr una integración vial y económica. Entre otros logros de esta vía, será la de brindar un fácil acceso entre el mercado de consumo, que es la ciudad de Huamanga, Ica, Nazca y Puquio, acortando y facilitando el tiempo de viaje y economizando en el flete de los productores.

Asimismo, como una alternativa frente al olvido del Gobierno Central a esta parte del país.

## **V. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se sustenta en la producción agrícola y pecuaria que se desarrolla en la zona debido a las características topográficas que posee y a la forma de vida de sus beneficiarios. A la fecha estas actividades se desarrollan en forma tradicional dado que no se cuenta con la infraestructura y tecnología necesarias; del mismo modo, por la falta de una carretera que permita el transporte de materiales y productos desde y hacia la zona, a fin de obtener una mayor producción pecuaria y agrícola.

También es necesario destacar que esta zona es propicia para el desarrollo de proyectos de forestación y mejoramiento de pastos dando así un apoyo para la producción de leche en lo que se refiere a la ganadería.

El proyecto en mención no sólo permitirá el mejoramiento de los sectores antes referidos, sino que también se logrará promover en los pueblos del ámbito el mejoramiento del nivel de vida en los aspectos económico, social y cultural, pues la carretera producirá la evolución y progreso de todas las actividades de la zona beneficiaria.



## VI. DESCRIPCIÓN TEÓRICA - PRÁCTICO

### A) DESCRIPCIÓN TEORICA

#### 6.1. PARAMETROS DE DISEÑO

##### a) Velocidad Directriz (V)

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

La elección de la velocidad directriz está influenciada principalmente por el relieve del terreno, el tipo de carretera a construir, los volúmenes y el tipo de tránsito que se esperan y otras consideraciones de orden económico.

**Tabla 6.1.** Valores de la velocidad directriz (Km/h)

Clase de Carretera	TOPOGRAFÍA		
	Llana	Ondulada	Accidentada
Primera	100	60	45
Segunda	80	45	30
Tercera	50	35	25
Cuarta	30	25	20

**Fuente:** Caminos y Pavimentos p. Ing. Félix E. García Gálvez.

#### Variaciones de la Velocidad Directriz

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. De existir razones que justifiquen la necesidad de realizar cambios, éstos se efectuarán en incrementos o decrementos de 15 Km/h o en el 20% de la velocidad directriz, debiendo tomarse el menor de ellos.

**b) Distancia de Visibilidad**

Es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo.

En el diseño se considera dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el vehículo, y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido.

**b.1) Distancia de Visibilidad de Parada ( $D_p$ ):** Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

**b.2) Distancia de Visibilidad de Sobrepaso ( $D_s$ ):** Es la distancia mínima requerida por un vehículo para sobrepasar a otro.

**c) Alineamiento Horizontal**

**Homogeneidad del trazado:** Las N.P.D.C. establecen que deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de gran radio a otra de radios marcadamente menores; deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una y otras, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo. También deberá evitarse ángulos pequeños de deflexión.

En terreno llano deberá respetarse la siguiente condición: Para un ángulo de deflexión de  $5^\circ$ , la longitud de la curva no será menor de 150 m., para ángulos menores la longitud de la curva aumentará en 30 m. por cada grado de disminución del ángulo de deflexión. No se usará por razón algunos ángulos de deflexión menores de  $59^\circ$ .

**d) Curvas Horizontales**

**d.1) Radios de diseño.** Los radios de las curvas están en función de la velocidad directriz y del peralte. Los radios mínimos a emplearse se especifican en la Tabla 6.2 según las N.P.D.C.

**Tabla 6.2.** Radios de diseño

Velocidad Directriz (Km/h)	RADIOS MÍNIMOS (m)		
	Normal : p = 6%	Excep. : p = 8%	Excep. : p = 10%
30	30	27	25

**Fuente:** Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

**d.2) Peraltes.** El peralte de una curva es la inclinación transversal que se dispone, a la plataforma de la carretera, en los tramos en curva con el objeto de contrarrestar la fuerza centrífuga, garantizándose así la estabilidad del vehículo ante el deslizamiento.

**d.3) Longitud de transición del Peralte.** Es la longitud en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva.

Las N.P.D.C. establecen que la longitud de rampa de peralte deberá obtenerse sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del pavimento.

0.5% cuando el peralte es menor a 6%

0.7% cuando el peralte es mayor a 6%.

Aplicando este criterio las fórmulas para calcular la longitud total mínima para la rampa de peralte, son:

$$Lrp = \left[ \frac{(p + B)}{0.5, 0.7} \right] \left( \frac{1}{2} A \right)$$

Dónde:

Lrp : Longitud de rampa de peralte (m)

A : Ancho de la faja de rodadura (m)

P : Peralte de la faja de rodadura (%)

B : Bombeo de la faja de rodadura (%)

**Tabla 6.3.** Longitud total mínima de rampa de Peralte

Ancho Pavim.	Bombeo (%)	PERALTE (%)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3.00	1	9.00	12.00	15.00	18.00	21.00	17.14	19.29	21.43	23.57	
	2	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	19.29	21.43	23.57	25.71	
	3	15.00	18.00	21.00	24.00	27.00	21.43	23.57	25.71	27.86	

**Fuente:** Caminos y Pavimentos p. Félix E. García Gálvez.

**d.4) Sobreancho y transición del sobreancho.** Las N.P.D.C. en su ítem 5.3.5 establecen la necesidad de proveer, a las secciones en curva horizontal el sobre ancho respectivo a fin de compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. De otra parte, indican que el sobre ancho mínimo es 30 cm. y se da cada 30 cm.

El sobre ancho afectará solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las bermas.

La fórmula de cálculo está dada por las N.P.D.C. propuesta por VOSHELL y recomendada por la A.A.S.H.O.:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \left( \frac{V}{10\sqrt{R}} \right)$$

Dónde:

Sa: sobre ancho (m)

n : número de carriles

R: radio de la curva (m)

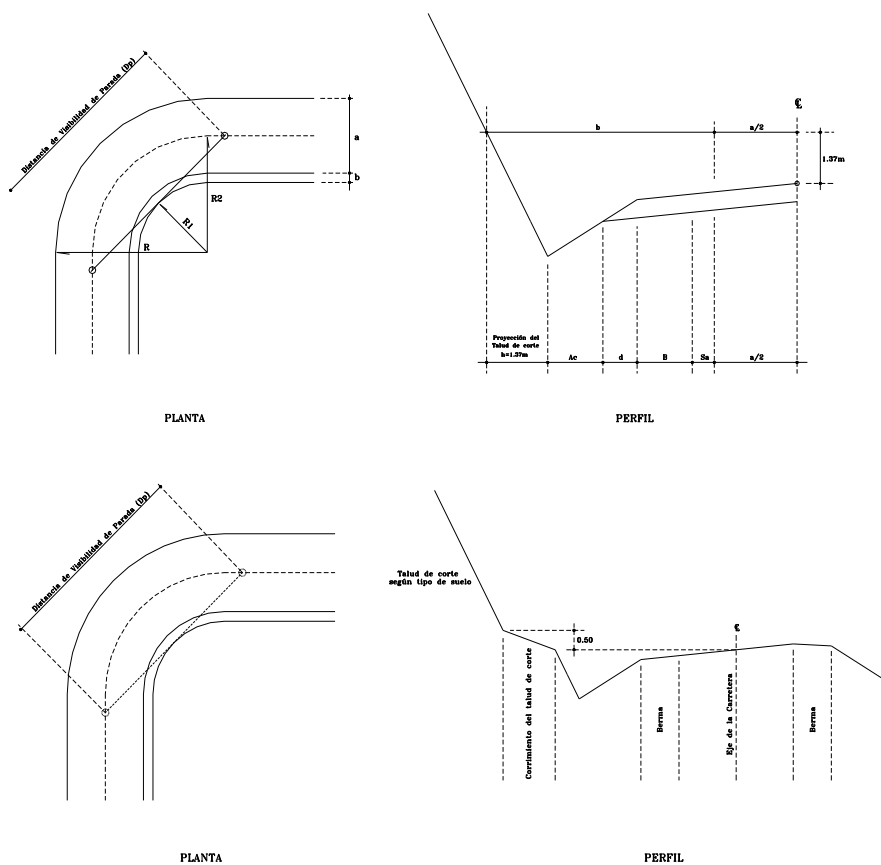
L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km/h)

**d.5) Banqueta de visibilidad.** Cuando se tiene secciones en corte completo o a media ladera, de modo que el talud de corte esta al interior de la curva, el conductor al

recorrer la curva logra tener una visibilidad en rayos que son cuerdas tangentes al talud de corte a la altura del operador, si aquella tangente no tiene la distancia aproximada para maniobrar cuanto menos la parada, indiscutiblemente siempre existirá el riesgo de que el vehículo choque ante un objeto que está detenido en el carril de su trayectoria.

Existe la posibilidad que mediante un análisis numérico se haga el chequeo de la visibilidad y si el caso lo requiere diseñar el correspondiente corrimiento del talud de corte (Banqueta de Visibilidad) de modo que finalmente la visibilidad en la curva esté garantizada. La fórmula para tal chequeo se expone a continuación:



**Figura 6.1.** Visibilidad en curva - Banqueta de visibilidad.

$$R_1 = R - a - b$$

$$R_2 = R - \frac{a}{2}$$

$$R_2^2 = R_1^2 + \left(\frac{dv}{2}\right)^2$$

$$\left(R - \frac{a}{2}\right)^2 = (R - a - b)^2 + \left(\frac{dv}{2}\right)^2$$

Donde:

$$R = \frac{1}{(a+2b)} \left[ (a+b)^2 + \frac{dv}{4} - \frac{a^2}{4} \right]$$

Expresión que permite calcular el radio de la curva circular en función de los anchos a, b y dv (distancia de visibilidad) que se espera tener en las cuerdas de normal.

Si la exigencia mínima para la visibilidad en curva es la Distancia de Parada, tenemos:

$$\mathcal{R} = \frac{1}{a+2b} \left[ (a+b)^2 + \frac{d_p}{4} - \frac{a^2}{4} \right]$$

Expresión que da el radio mínimo para garantizar que las secciones en corte en una curva permitan cuerdas de visibilidad de cuando menos la distancia de parada.

**d.6) Elementos de curvas horizontales.** Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

PI : punto de intersección de dos alineamientos.

PC : principio de curva.

PT : principio de tangencia o término de curva.

I : ángulo de intersección de dos alineamientos.

R : radio de la curva.

T : tangente de la curva.

E : externa.

Lc : longitud de curva circular (arco PC - PT).

C : cuerda entre el PC y PT.

f : flecha.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de curva, son:

**Tabla 6.4.** Elementos de curvas simples

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan\left(\frac{I}{2}\right)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \frac{\pi RI}{180}$
Cuerda	C	$C = 2R \operatorname{sen}\left(\frac{I}{2}\right)$
Externa	E	$E = R\left[\sec\left(\frac{I}{2}\right) - 1\right]$
Flecha	F	$F = R\left[1 - \cos\left(\frac{I}{2}\right)\right]$

**Fuente:** Caminos y Pavimentos p. Ing. Félix E. García Gálvez.

Cuando la distancia entre el PT de entrada y el PC de salida de dos curvas de sentido contrario es menor que la suma de sus longitudes de rampa de peralte, se chequeará si éstas son reversas.

### e) Perfil Longitudinal

#### e.1) Rasante.

- En terreno llano, la rasante estará sobre el terreno por razones de drenaje, salvo casos especiales.
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno.
- En terreno accidentado o montañoso, será necesario adaptar la rasante al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario.

#### e.2) Curvas Verticales

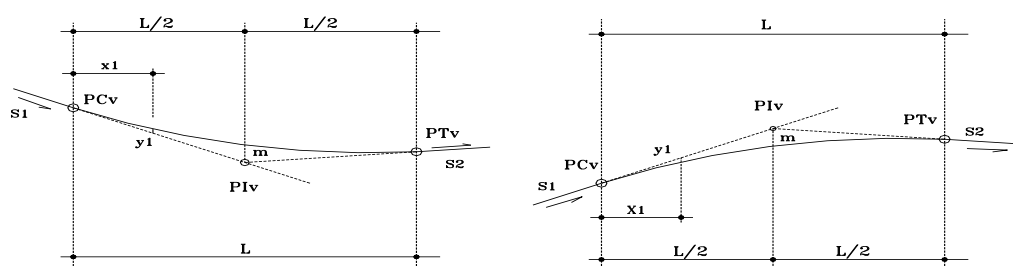
Las N.P.D.C. en su ítem 5.5.3 indican: Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para carreteras con pavimento del tipo superior y de 2% para las demás.

Las curvas verticales son de dos tipos:

- Por su forma: convexas y cóncavas.
- Por la longitud de sus ramas: simétricas y asimétricas

El cálculo de las curvas verticales se realiza de la siguiente manera:

**i) Para curvas simétricas: Cóncavas y Convexas**



**Figura 6.2.** Curvas verticales simétricas.

Dónde:

- PCv : Principio de curva vertical.  
 Piv : Punto de intersección vertical.  
 PTv : Principio de tangencia de curva vertical.

Las fórmulas de cálculo empleadas son:

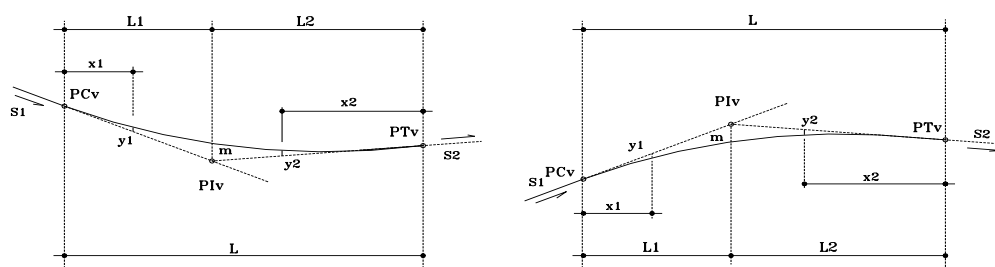
$$A = S1 \% - S2 \% \qquad Y_i = \frac{X_i^2 A}{200L} \qquad m = \frac{LA}{800}$$

Dónde:

- A : Diferencia algebraica de pendientes (%)  
 Si : Pendiente en cada tramo de subrasante (%)  
 L : Longitud de la curva vertical (m)  
 $X_i, Y_i$  : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera de la curva tomadas a partir del PCV.  
 m : Ordenada media.



ii) **Para curvas Asimétricas: cóncavas y convexas**



**Figura 6.3.** Curvas verticales asimétricas.

Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

$$A = S_1\% - S_2\% \quad m = \frac{L_1 L_2 A}{200(L_1 + L_2)} \quad Y_1 = \left(\frac{X_1}{L_1}\right)^2 m \quad Y_2 = \left(\frac{X_2}{L_2}\right)^2 m$$

**e.3) Pendientes**

La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

- i) **Pendientes mínimas.** En los tramos en corte generalmente se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5 %.

Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.

- ii) **Pendientes máximas normales.** Los límites máximos normales de pendientes se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de pavimento. Las N.P.D.C. en su tabla 5.5.4.3 , establecen:

**Tabla 6.5.** Pendientes máximas normales

Altitudes (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Long. Máx. (m)
<3000	7	800
>3000	6	800

**Fuente:** Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

- iii) **Pendientes máximas excepcionales.** Se recurrirá al empleo de ellos o de valores muy próximos, sólo en forma excepcional cuando exista motivos justificados para hacerlos y especialmente cuando el empleo de pendientes menores conduciría a alargamientos artificiales de recorrido o aumentos de tortuosidad en el trazado o a obras especialmente costosas.

**Tabla 6.6.** Pendientes máximas excepcionales

Altitudes (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Long. Máx. (m)
<3000	8	300
>3000	7	300

**Fuente:** Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

- iv) ***Pendientes medias:*** Dado que el uso indiscriminado de pendientes, en especial los valores máximos normales y/o excepcionales, conduce a líneas de gradiente no apropiadas para el tránsito normal de los vehículos, en particular para los pesados, existen indicadores que regulan el valor de la pendiente media máxima para un conjunto de pendientes para determinada longitud del tramo y considerando el tipo de carretera y altitud a la que se encuentra el tramo. El chequeo de la pendiente media debe hacerse para tramos de 10 Km. de longitud de carretera.

**Tabla 6.7.** Pendientes medias permisibles para tramos de 10 Km

Clase de Carretera	Topografía	PENDIENTE MEDIA PERMISIBLE SEGÚN ALTITUD (%)				
		0 a 1000	1000 a 2000	2000 a 3000	3000 a 4000	Más de 4000
PRIMERA	Plana	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Ondulada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Accidentada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
SEGUNDA	Plana	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Ondulada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
	Accidentada	4.60	4.20	3.80	3.40	3.00
TERCERA	Plana	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Ondulada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Accidentada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
CUARTA	Plana	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Ondulada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40
	Accidentada	5.00	4.60	4.20	3.80	3.40

**Fuente:** Caminos y Pavimentos p. Ing. Félix E. García Gálvez.

## f) Secciones transversales

### f.1) Ancho del pavimento

- i) **Ancho de tramos en tangente.** En la Tabla 5.4.1.1 de las N.P.D.C. se indican los valores apropiados del ancho de pavimento para cada velocidad directriz, en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.
- ii) **Ancho de tramos en curva.** El ancho anterior será aumentado con el sobreaancho respectivo para estos tramos.

### f.2) Bombeo.

Las carreteras con pavimento del tipo superior estarán provistas de bombeo en los tramos en tangente, con valores comprendidos entre 1 % y 2 %.

Las carreteras con pavimento del tipo intermedio o de bajo costo estarán provistas con valores entre 2 % y 3 %.

En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte respectivo.

**f.3) Bermas.** Son las fajas adyacentes a la superficie de rodadura cuya finalidad es servir de contención al borde del pavimento, así como también para la circulación eventual de peatones y acémilas.

- La berma situada en la parte inferior del peralte, seguirá la inclinación de éste.
- La berma situada en la parte superior del peralte será, en lo posible, horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario al de la inclinación del peralte, de modo que escurra hacia la cuneta y no hacia el pavimento.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, proyectadas de acuerdo con lo descrito anteriormente, será siempre igual o menor de 7%.

**f.4) Ancho de la calzada.** El ancho de la calzada resulta de la suma del ancho del pavimento y del ancho de las bermas.

**f.5) Plazoletas de estacionamiento.** Las N.P.D.C. en su ítem 5.4.4 estipulan: Cuando el ancho de las bermas es menor que 2.4 m. Se deberá prever, en cada lado de la carretera y a distancia no menor de 400 m. Plazoletas de Estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables, de 3.00 x 30 m, además de aquellas necesarias para los medios de transporte público. Las plazoletas estarán provistas de pavimento apropiado.

**f.6) Taludes.** Talud, es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal que adopta una masa de tierra con la intervención de la mano del hombre.

Los valores de la inclinación de los taludes para las secciones en corte serán, de modo general, los indicados en la tabla 5.4.6.2 de las N.P.D.C. y para las secciones en relleno los indicados en la tabla 5.4.6.4. de las mismas.

**Tabla 6.8.** Taludes de corte

Clase de terreno	Talud V : H
Roca fija	10 : 1
Roca suelta	4 : 1
Conglomerados	3 : 1
Tierra compacta	2 : 1
Tierra suelta	1 : 1
Arena	1 : 2

**Tabla 6.9.** Taludes de relleno

Material	Talud V : H
Enrocado	1 : 1
Terrenos varios	1 : 1.5
Arena	1 : 2

**Fuente:** Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

## 6.2. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Se comprende bajo el nombre genérico de taludes, a cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal, que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.

Tanto por el aspecto de inversión, así como por las consecuencias de las fallas que puedan producirse en los taludes, éstos constituyen problemas ingenieriles que exigen el cuidado del proyectista.

Es necesario dejar establecido el hecho de que la determinación del estado de esfuerzos en los diferentes puntos del medio material que constituyen un talud es un problema no resuelto en general en la actualidad.

Al hacer el análisis de un talud se supone que la falla ocurre como un deslizamiento de la masa del suelo, actuando como un cuerpo rígido, a lo largo de una superficie de falla.

Bajo el título genérico de Método Sueco se comprenden todos los procedimientos de Análisis de Estabilidad respecto a falla por rotación, en las que se considera que la superficie de falla es un cilindro, cuya traza en el plano en el que se calcula es un arco de circunferencia.

Existen varios procedimientos para aplicar este método a los distintos tipos de suelo a fin de ver si un talud dado tiene garantizada su estabilidad.

### **6.2.1. Tipos y causas de fallas más comunes**

#### **A. Falla por deslizamiento superficial**

Casi la totalidad de taludes están sometidos a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones de suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo, haciéndose dicho fenómeno más evidente cerca de la superficie inclinada del talud a causa de la falta de presión normal confinante que allí existe. El desequilibrio del talud puede producirse debido a las siguientes causas:

- Aumento de las cargas actuantes en la corona del talud
- Disminución de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante
- La conformación geológica, en laderas naturales.

Este tipo de falla es muy frecuente y peligrosa en laderas naturales y, en este caso, generalmente abarca a áreas tan importantes que cualquier solución para estabilizar una estructura alojada en dicha zona resulta antieconómico, no quedando más recursos que la reubicación de la obra.

#### **B. Deslizamiento en laderas naturales sobre superficies de falla preexistentes**

A diferencia del anterior, este tipo de falla se produce a mayor profundidad, llegando muchas veces a producir una verdadera superficie de falla. Estos movimientos a veces son tan lentos que pasan inadvertidos, hasta el momento que ha de desarrollarse alguna obra en la zona; si los movimientos son más frecuentes se puede llegar a producir un deslizamiento de tierras.

La mayor parte de este tipo de movimientos están asociados a ciertas estratigrafías favorables a ellos y a flujos estacionales de agua en el interior de la ladera.

#### **C. Falla por movimiento del cuerpo del talud**

En contraste con los movimientos superficiales lentos, descritos en el inciso anterior, pueden ocurrir en los taludes movimientos bruscos que afectan a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo. Estos

fenómenos reciben comúnmente el nombre de deslizamiento de tierras; dentro de éstos existen dos tipos claramente diferenciados:

- **Fallas por rotación.** Movimiento del talud a lo largo de una superficie curva, la cual puede asimilarse, por facilidad y sin error mayor, a una circunferencia.
- **-Fallas por traslación.** Fallas que ocurren a lo largo de superficies débiles, asimilables a un plano en el cuerpo del talud o en su terreno de cimentación. Estos planos débiles suelen ser horizontales o muy poco inclinados respecto a la horizontal.

#### **D. Fallas locales**

Movimientos relativamente superficiales que ocurren en el cuerpo del talud. Se considera los siguientes tipos de fallas:

- a. Flujo.** Movimientos más o menos rápidos de zonas localizadas de una ladera natural, de manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de las velocidades y los desplazamientos asemejan el fluir de un líquido viscoso. No existe, en sí, una superficie de falla, o ésta se desarrolla en un lapso muy breve al inicio del fenómeno.  
Este tipo de fallas puede ocurrir en cualquier formación no cementada, incluyendo fragmentos de roca, hasta arcillas francas; suceden en materiales secos, como húmedos.
- b. Fallas por erosión.** Falla superficial provocada por la acción del viento, agua, etc., en taludes. El fenómeno es tanto más notorio cuando más empinadas sean las laderas de los taludes.
- c. Falla por licuación.** Estas fallas ocurren cuando en la zona del deslizamiento el suelo pasa rápidamente de una condición más o menos firme a la correspondiente a una suspensión con la pérdida casi total de resistencia al esfuerzo cortante. El fenómeno puede ocurrir tanto en las arcillas extrasensitivas como en arenas poco compactas.

### **6.3. ALGUNOS METODOS PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES**

#### **A. Tender taludes**

El tendido de taludes constituye una de las soluciones más sencillas en la práctica; pero no siempre realizable.

Este método da muy buenos resultados en suelos puramente friccionantes, en los cuales la estabilidad de taludes es función de la inclinación del talud, lográndose la estabilidad requerida por un tendido conveniente de éste.

#### **B. Empleo de bermas laterales o frontales**

Las bermas son masas de suelo generalmente del mismo material que el propio talud, colocadas en el lado exterior del mismo con la finalidad de aumentar su estabilidad. El incremento de la estabilidad se debe básicamente a la disminución del momento motor o al incremento del momento resistente.

#### **C. Empleo de materiales ligeros**

Como su nombre lo indica, consiste en colocar como material de terraplén suelos de peso específico bajo, los que consecuentemente den bajos momentos motores.

#### **D. Empleo de materiales estabilizantes**

Consiste en mejorar las cualidades de resistencia de los suelos adicionando algunas sustancias, que al producir una cementación entre las partículas de suelo natural o al mejorar sus características de fricción aumenten su resistencia en los problemas prácticos. Las sustancias más empleadas lo constituyen los cementos y asfaltos.

#### **E. Precauciones de drenaje**

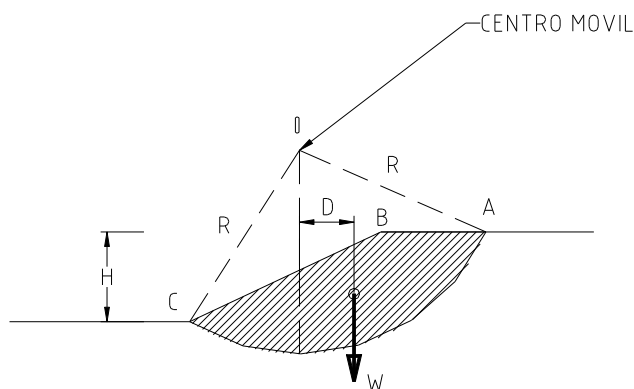
Una de las causas principales y más frecuentes de la estabilidad de taludes en obras de ingeniería es, sin duda, la presencia del agua y su movimiento por el interior de la masa de suelo, en tal sentido es indispensable proyectar obras de drenaje que eliminen las filtraciones y flujos. Las estructuras comunes como cunetas, alcantarillas, etc., debidamente proyectadas y construidas han demostrado hoy ser indispensable y no es buena la técnica ingenieril que regatea la inversión o esfuerzos en esta dirección.



## F. Empleo de muros de retención

Estructuras que se construyen cuando el talud es en sí inestable. En general, el muro de retención como elemento estabilizador de taludes constituye una de las estructuras más delicadas en lo referente a su proyecto y construcción y es recomendable que ambas etapas sean muy cuidadosamente supervisadas por el especialista.

### ❖ Momento Motor



**Figura 6.4.** Momento motor

Considérese un arco de circunferencia de centro O y radio R como la traza de una superficie hipotética de falla con el plano del papel. La masa de talud que se movilizaría, si esa fuera la superficie de falla, aparece rayada en la figura 2.1, puede considerarse que las fuerzas actuantes, es decir, las que tienden a producir el deslizamiento de la masa de tierra, son el peso del área ABCDA (nótese que se considera un espesor de talud normal al papel de magnitud unitaria y que bajo esa base se hacen todos los análisis que siguen) más cualesquiera sobrecargas que pudieran actuar sobre la corona del talud. El momento de estas fuerzas en torno a un eje normal a través de O según la figura 2.1 en la que no se consideran sobrecargas, será simplemente:

$$Mm = Wd$$

Que es el llamado momento motor.

#### 6.4. PARÁMETROS DE RESISTENCIA EL ESFUERZO CORTANTE PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Según Coulumb, los suelos presentan “Cohesión” y “Fricción Interna”, por lo que puede asignárseles una Ley de Resistencia, ésta ecuación conocida en Mecánica de suelos Ley de Coulumb se escribe como sigue:

$$S = \sigma \text{Tang } \phi + c$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo normal que actúa sobre el plano de ruptura.

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del material.

C = Resistencia a la deformación plástica del terreno.

En la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas. Depende, por lo tanto, de la granulometría del material, de la forma de sus partículas y de su densidad.

Como los suelos granulares tienen superficies de contacto y sus partículas son granulares, presentan una buena trabazón tendrán fricciones internas altas, en cambio los finos presentan presiones bajas.

La fricción interna de un suelo, está definido por el ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste el desplazamiento, a lo largo del plano de falla, así como la fuerza normal “p” aplicada a dicho plano. Los valores de este ángulo llamado “Ángulo de Fricción Interna  $\phi$ ”, varían de 0° para arcillas plásticas cuya consistencia está próxima a su límite líquido, hasta 45° ó más, para gravas y arenas secas compactadas y partículas angulares generalmente el ángulo  $\phi$  para arenas es alrededor de 30°.

Para la determinación de los parámetros anteriormente mencionados se hace el respectivo estudio en laboratorio de suelos (Ensayo de Compresión Triaxial).

Para realizar este análisis es necesario obtener muestras inalteradas, y obtenidas a la profundidad necesaria para el análisis de la estabilidad de taludes, sobre todo cuando

se trata de estratos no homogéneos (que es el caso más general), precisamente debido a que el equipo necesario para la obtención de muestras con las características anteriormente descritas, resulta ser costoso, su traslado al lugar de la obra, y además de ello, se ha observado que los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, defieren grandemente de los valores dados por la mayoría de los investigadores. Por tanto, en el presente estudio se optó por considerar valores dentro de los intervalos recomendados por los textos de Mecánica de Suelos.

## **6.5. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES**

Una vez seleccionados los valores de  $\phi$  y  $C$ , de cada tipo de suelo se procede a realizar el Análisis de Estabilidad.

El análisis de estabilidad de taludes no es más que un chequeo del factor de seguridad, del talud propuesto; de tal manera que para decir si un talud es estable o no, el factor de seguridad será mayor o igual que el factor de seguridad recomendado, dependiendo del tipo de obra.

Para carreteras se considera un valor aceptable  $F_s \geq 1.3$ ; algunos autores, con un criterio conservador, consideran  $F_s \geq 1.5$  como un valor aceptable.

Hay que indicar sin embargo que éste factor no debe ser muy superior a los valores anteriormente mencionados, lo que indicaría un mayor costo del proyecto.

Hemos aplicado el Método Simplificado de Alan Bishop, que es un método computarizado.

### **6.5.1 Método simplificado de ALAN BISHOP**

A la versión original presentada por Alan Bishop en 1955, se ha adicionado una fuerza estática horizontal que simula los esfuerzos sísmicos.

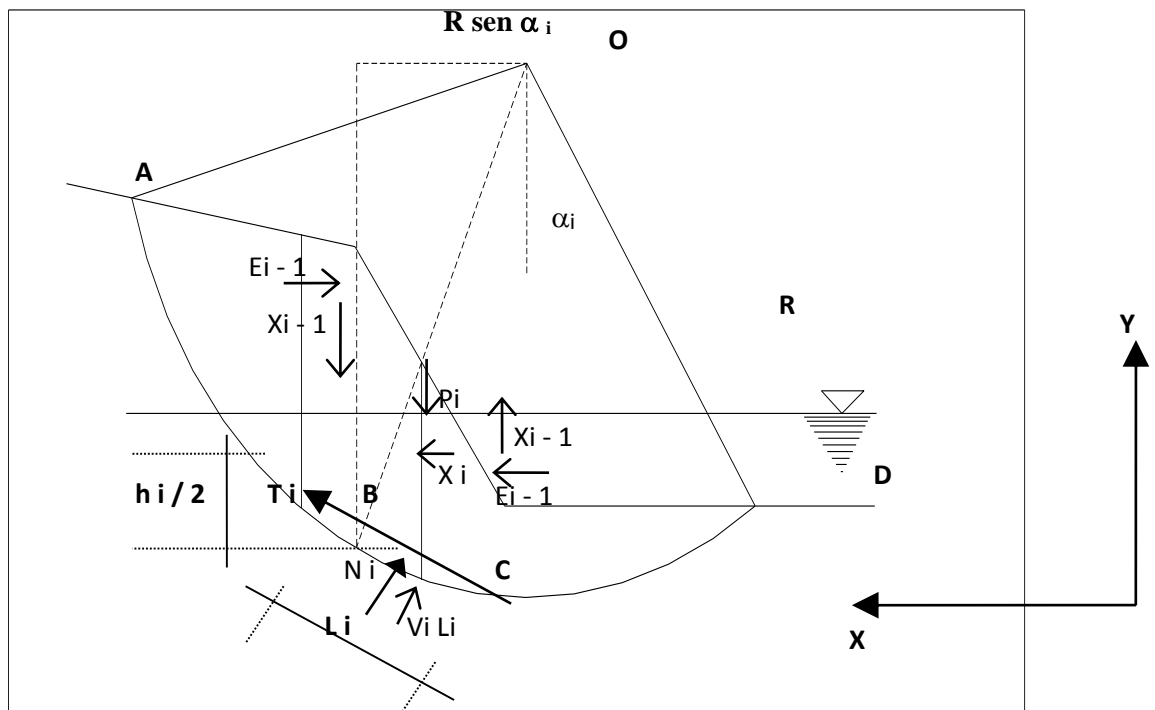
La hipótesis es la siguiente:

- Mecanismo de falla circular.
- La fuerza cortante entre dovelas  $X_i$  es nula.
- La fuerza normal  $N_i$  actúa en el punto medio de la base de la dovela.
- Para cada dovela se satisface el equilibrio de fuerzas verticales, pero no así el equilibrio de fuerzas horizontales, ni el equilibrio de momentos.
- Para la masa total deslizante se satisface el equilibrio de fuerzas verticales y de momentos, más no el equilibrio de fuerzas horizontales.

### Incógnitas

- $N_i$  : Fuerza en la base normal en la base de la  $i$ -ésima dovela.  
 $T_i$  : Fuerza de corte en la base de la  $i$ -ésima dovela  
 $2n + 1$  : Total de incógnitas.

### 6.5.2. Método de BISHOP SIMPLIFICADO



### Ecuaciones

- $n$  : Ecuaciones de equilibrio de fuerzas verticales.  
 $n$  : Ley de Mohr – Coulomb

$$T_i = \frac{1}{F_S} [C_i * L_i + N_i * \text{Tang } \phi_i]$$

1 : Ecuación de equilibrio de momentos de la masa total deslizando.

2n + 1 : Total de ecuaciones.

Por lo tanto, el sistema de ecuaciones es compatible, y de la figura se tiene:

$$\sum F_{V_i} = 0$$

$$-W_i + (N_i + U_i * L_i) \text{Cos } \alpha_i + T_i * \text{Sen } \alpha_i = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_i = \frac{1}{F_S} (C_i * L_i + N_i \text{Tang } \phi_i)$$

Reemplazando:

$$L_i = b_i * \text{Sec } \alpha_i$$

$$T_i = \frac{1}{F_S} (C_i * b_i * \text{Sec } \alpha_i + N_i \text{Tang } \phi_i) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Sustituyendo (2) en (1) y despejando  $N_i$  se tiene:

$$-W_i + (N_i + U_i * L_i) \text{Cos } \alpha_i + \frac{1}{F_S} (C_i * b_i \text{Sec } \alpha_i + N_i * \text{Tang } \phi_i) \text{Sen } \phi_i = 0$$

$$N_i = \frac{W_i - U_i b_i - \frac{C_i * b_i \text{Sec } \alpha_i * \text{Sen } \alpha_i}{F_S}}{\text{Cos } \alpha_i + \frac{\text{Tang } \phi_i * \text{Sen } \alpha_i}{F_S}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\sum M_{(\text{centro del arco})} = 0$$

Las fuerzas normales entre dovelas  $E_i$ , no producen momento con respecto al centro por ser fuerzas internas, se traslada la fuerza  $Kw_i$  a la base de la dovela el par de transporte de sentido contrario.

$$R \sum W_{1i} \text{Sen } \alpha_i + KR \sum W_{2i} \text{Cos } \alpha_i - \sum K W_{2i} h_i = R \frac{1}{F_S} \sum (C_i b_i \text{Sec } \alpha_i + N_i \text{Tang } \phi_i)$$

$$F_S = \frac{\sum (C_i b_i \text{Sec } \alpha_i + N_i \text{Tang } \phi_i)}{\left[ \sum W_{1i} \text{Sen } \alpha_i + K \sum W_{2i} \text{Cos } \alpha_i - K \sum W_{2i} \left( \frac{h_i}{2} \right) \right]} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Sustituyendo (3) en (4) tenemos:

$$F_S = \frac{\sum [C_i b_i + (W_{1i} - U_i b_i) \text{Tang } \phi_i] \text{Sec } \alpha_i}{\left( \sum W_{1i} \text{Sen } \alpha_i + K \sum W_{2i} \text{Cos } \alpha_i - \frac{K}{2R} \sum W_{2i} h_i \right)} - \text{Tang } \phi_i \text{Tang } \alpha_i$$

Donde:

$W_{li}$  : Peso total de la dovela y, utilizando el peso unitario sumergido debajo del peso sumergido debajo del nivel del agua.

$W_{2i}$  : Peso total de la dovela y, utilizando el peso unitario In Situ.

$C, \phi$  : Parámetros de resistencia al corte.

$K$  : Coeficiente sísmico.

$h_i$  : Altura de la dovela.

## 6.6. HIDROLOGIA Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

### 6.6.1 Estudio hidrológico e hidráulico

*Cuencas con escasa información hidrometeorológica*, que requiere de la aplicación de modelos de generación sintética de descargas o modelos de regresión múltiple lineal o no lineal.

*Cuencas sin información hidrometeorológica*, que es el caso más crítico y a la vez el más frecuente en nuestro país. Se recomienda utilizar un análisis regional entre los parámetros geomorfológicos de las cuencas o sub cuencas con información y los valores de escurrimientos en estudio en la cuenca sin información.

#### Definiciones

**A. Riesgo de falla ( $J$ ).** Representa el peligro o la probabilidad de que el gasto considerado para el diseño sea superado por otro evento de magnitudes mayores.

Si llamamos  $P$  a la probabilidad acumulada de que no ocurra tal evento, es decir, que la descarga considerada no sea igualada o superada por otra; entonces la probabilidad de que si ocurra dicho evento en  $N$  años consecutivos de vida, representa el riesgo de falla  $J$  y está dado por:

$$J = 1 - P^N$$

**B. Frecuencia de las precipitaciones ( $f$ ).** Es el número de veces que se presenta una tormenta de determinada magnitud y duración, en un período largo de tiempo, expresado comúnmente en años.

La frecuencia se puede calcular por la fórmula empírica, propuesta por Chegadayev.

$$f = \frac{m - 0.3}{n + 0.4}$$

Dónde:

- $f$  : Frecuencia de las precipitaciones  
 $m$  : Número de orden del evento ordenado en forma decreciente  
 $n$  : Número total de eventos (años de observación).

**C. Tiempo o periodo de retorno ( $Tr$ ).** Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Se calcula por la siguiente ecuación:

$$Tr = \frac{1}{f}$$

También se expresa en función de la probabilidad  $P$  de no ocurrencia. La probabilidad de ocurrencia está dada por  $1 - P$  y el tiempo de retorno se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1 - P}$$

Para el diseño de las diferentes obras de arte, es preciso conocer las magnitudes de los eventos que se presentan para diferentes períodos de retorno, según la importancia del proyecto y los años de vida útil de cada estructura.

**D. Vida Util ( $N$ ).** Se define como el tiempo ideal durante el cual las estructuras e instalaciones funcionan al 100% de eficiencia ya sea por su capacidad o por su resistencia; pasado dicho tiempo o período se debe realizar una ampliación o un nuevo diseño. Depende de varios factores:

- Durabilidad de las instalaciones.
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución.
- Posibilidades de financiamiento.
- Tendencia del crecimiento poblacional.
- Rentabilidad.

**E. Tiempo de concentración ( $T_c$ ).** Tiempo que demora en llegar el agua de precipitación desde el punto más alejado de la cuenca hasta un punto considerado de un curso de agua. En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración  $T_c$  (h) relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula:

$$T_c = 0.3 * \left( \frac{L}{S^{1/4}} \right)^{0.76}$$

$T_c$  : Tiempo de concentración (horas).

$L$  : Longitud de máximo recorrido (km).

$S$  : Pendiente del cauce principal (adimensional).

**F. Descarga de diseño ( $Q$ ).** Es el valor de la descarga seleccionada con cierto riesgo de falla en la estimación de dicha magnitud, de tal modo que la estructura tenga una capacidad que garantice el buen funcionamiento, durabilidad y el mínimo costo posible.

La forma más común para el cálculo de las escorrentías máximas, es el Método Racional; siendo recomendable para cuencas colectoras de pequeñas áreas, generalmente no mayores de  $500Hás$ ; sin embargo, algunos autores recomiendan su aplicación hasta límites de  $1500Hás$ .

Fórmula del Método Racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

$Q$  : Descarga de diseño ( $m^3/seg$ )

$C$  : Coeficiente de escorrentía

$I$  : Máxima intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración ( $mm/h$ ).

$A$  : Area a drenar ( $Hás$ )



### **6.6.2. Estudio y diseño del drenaje superficial y subsuperficial**

El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras. Deben estudiarse tres problemas:

- La eliminación del agua superficial del camino.
- El cruce de los arroyos o de los canales de drenaje artificiales.
- Alejamiento y regulación del agua subterránea.

El agua superficial de una carretera crea peligros para el tránsito, los cuales se agravan en casos de heladas; causa la erosión y grandes gastos de conservación, y se infiltra en la sub-rasante dejando el pavimento y sus banquetas sin sostén.

### **6.6.3. Objeto del drenaje**

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar al camino. Esto se logra evitando que el agua llegue hacia él, o de lo contrario dar una salida a las aguas que inevitablemente lleguen.

### **6.6.4. Condiciones de un buen drenaje**

Para lograr que una carretera cuente con un buen drenaje, en lo posible debe evitarse:

- Que el agua de las cunetas humedezca la sub-rasante, originando cambios volumétricos perjudiciales
- La circulación de agua en cantidades excesivas sobre el pavimento.
- Que los taludes de corte se saturen de agua, debilitando su estabilidad
- Que el agua subterránea debilite la sub-rasante, disminuyendo la capacidad del suelo para soportar las cargas de servicio; trayendo como consecuencia asentamientos perjudiciales en la estructura del pavimento.

### **6.6.5. Clasificación del drenaje**

- **Drenaje superficial**

El drenaje superficial se clasifica en superficial y subterráneo, según el escurrimiento se realice o no a través de las capas de la corteza terrestre.

El drenaje superficial se clasifica, según la posición que guarden las obras respecto al eje de la carretera, en paralelo o transversal.

El drenaje longitudinal tiene por finalidad captar los escurrimientos para evitar que alcancen la sub-rasante y consiguientemente el deterioro de la carretera o permanezcan en ella sin causar desperfectos; con este tipo de drenaje se considera a cunetas, contracunetas y canales de encauzamiento. La denominación de longitudinal se debe a que éstas se ubican aproximadamente en forma paralela al eje del camino.

El drenaje transversal tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro de la carretera, o bien retirar lo más pronto posible el agua de su corona, quedan en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, vados, sifones, etc. De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal se ha convenido dividir a éste en mayor o menor.

#### **A. DRENAJE LONGITUDINAL**

*a. Cunetas.* Son pequeñas zanjas paralelas al eje del camino que se construyen en los costados de la calzada, al pie del talud de corte. Su función es recoger y eliminar por gravedad las aguas pluviales que le llegan desde el talud de corte y desde la zona pavimentada del camino, para lograr esta recolección de las aguas, la superficie pavimentada deberá tener una ligera pendiente transversal (bombeo) precisamente hacia la cuneta.

Según las N.P.D.C. las cunetas por lo general tendrán sección triangular y sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviográficas; siendo las dimensiones mínimas las indicadas en la tabla.

**Dimensiones mínimas de cunetas**

REGION	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.50
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Normas Peruanas para el Diseño de carreteras

Cabe indicar que el ancho es medido desde el borde de la sub-rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel superior del borde de la sub-rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

Cuando el agua que conduzca las cunetas no puede ser eliminado; es necesario salvar este inconveniente cruzando inevitablemente el camino de tal forma que el peso de los vehículos sea permanente.

Los principales cruces de agua en una vía terrestre la constituyen los puentes, las alcantarillas y aliviaderos de cuneta, la frontera entre ambos tipos de estructura no está naturalmente definida. Convencionalmente se acepta.

NOMENCLATURA	ANCHO DE CAUCE
ALCANTARILLA	$1\text{m} < L \leq 4\text{m}$
PONTON	$4\text{m} < L \leq 10\text{m}$
PUENTE	$L > 10\text{m}$

**b. Contracunetas.** Son zanjas que se plantean aguas arriba de los taludes en las secciones en corte, tienen por finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirlo hacia alguna cañada inmediata o parte baja del terreno, evitando la erosión al escurrir por los taludes y el aumento del caudal en las cunetas.

La construcción de una contracuneta debe ser sólo en aquellas zonas en que el escurrimiento es transversal al camino y proviene de una cuenca de tal manera que pudiera sobrepasar la capacidad de la cuneta. Para su ubicación se deberá tener en cuenta la topografía, geología y cobertura vegetal del terreno.

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo la sección trapezoidal la más común.

Es necesario que las contracunetas se construyan impermeabilizadas y con la suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua que captan. Los materiales más

usados para el recubrimiento de contracunetas son el concreto, mampostería de piedra, etc.

**c. Muros de sostenimiento.** Son estructuras de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo que se plantean cuando no es posible construir un terraplén, ya sea porque el talud no se encuentra con la ladera, por ser ésta muy escarpada, o por la vecindad de un curso de agua.

Todo muro será diseñado convenientemente para soportar el empuje lateral de los suelos retenidos, a fin de evitar el volteo, deslizamiento y ejercer sobre el terreno de fundación presiones exageradas. Además es necesario tomar precauciones especiales en lo referente al drenaje, dotando al muro en su paramento interno de filtros de material permeable, que canalicen las aguas hacia las salidas que se proyectan a través del muro.

Las N.P.D.C. en sus láminas A.3.1. y A.3.2. nos refieren las especificaciones para muros de sostenimiento de mampostería de piedra y de concreto ciclópeo, respectivamente.

Para el presente proyecto se ha optado por muros de concreto ciclópeo.

### ***B. Drenaje transversal***

- a. *Bombeo.* Inclinación lateral a partir del eje del camino hacia los bordes en los tramos en tangente, su función es eliminar el agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías.
- b. *Alcantarillas.* Son estructuras de forma diversa que tienen por función conducir y desalojar lo más rápido posible el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa el camino.

Pueden clasificarse en alcantarillas rígidas y flexibles.

- *Las alcantarillas rígidas* suelen ser de concreto, losas de concreto armado sobre estribos de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo o simple, hierro fundido o arcilla.

- *Las alcantarillas flexibles* son generalmente tubos corrugados de metal, o láminas delgadas de acero.

- **Drenaje de agua sub superficial**

El drenaje sub superficial tiene por objeto proteger al camino del daño que le puede causar el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua se presenta en corrientes que fluyen por efecto de la gravedad

El efecto de las aguas del subsuelo deberá ser estudiado por el proyectista teniendo en cuenta todos los elementos que influyen en la estabilidad misma: naturaleza y pendiente transversal del terreno, su estratificación, ubicación de la napa freática, cantidad de agua, etc. La eliminación de las aguas subterráneas se efectúa por medio de *drenes* que consiste en la colocación de tuberías o material pétreo grueso, los que van colocados longitudinalmente o transversalmente.

*Drenes.* Son obras de arte empleadas para bajar el nivel de los mantos y eliminar las aguas subterráneas.

- *Dren ciego.* Consiste en una zanja llena de material pétreo y grueso, la zanja deberá tener en el fondo el ancho necesario para poder excavar y colocar después el material de relleno, es decir, el ancho no será menor de 0.40m. Se emplean de preferencia cuando no se requiere de mucha profundidad y el agua que se pretende recoger sea en pequeña cantidad.
- *Dren con tubo.* Es un tubo colocado en el fondo de una zanja y que a la vez capta el agua y la conduce hacia afuera. En este caso el relleno de la zanja tiene por objeto facilitar el escurrimiento hacia el tubo y por lo tanto lo indicado es que el material de relleno sea de tamaño uniforme.

El tubo más comúnmente usado es el de concreto de 6" (15cm.) de diámetro, colocado en el fondo de la zanja, convenientemente asentado sobre el material fino. Para que el agua penetre al tubo y poder ser desalojada, éste deberá tener agujeros de 1cm. de diámetro espaciados 10cm. centro a centro.

## B) DESCRIPCION PRÁCTICA

### 6.7 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

La metodología a emplear consiste de una aplicación conjunta de los métodos Directo y Topográfico teniendo muy en cuenta a las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras y al Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### 6.7.1 Reconocimiento de la zona

Esta etapa, dentro del estudio de una carretera, constituye una del más importante dado que permite realizar el diagnóstico o estudio de los puntos de paso obligados de la vía, así como puntualizar los lugares por los cuales no es apropiado pasar la carretera.

Para el desarrollo de este rubro nos agenciamos de cartas geográficas a escalas: 1/100000, y 1/25000; donde se nos permitió apreciar algunas condiciones topográficas, desarrollos, puntos de control, además de realizar la delimitación de la cuenca geográfica que engloba a la vía en estudio.

En campo se realizó la inspección ocular de la zona en estudio siguiendo principalmente el camino de herradura existente, reconociendo la posible franja que contendría el trazo de la carretera.

#### 6.7.2 ubicación de los puntos inicial, final y obligados de paso

Esta ruta se inicia desde un buzón de desagüe (Km 0+00) que se encuentra ubicado a una distancia de 100 metros parte Norte de la plaza principal del pueblo de **San Pedro de Palco**, ingreso principal al mencionado pueblo y hasta llegar a la zona de **Tarapata** jurisdicción del pueblo de **Capilla**, parte final de la trocha por construirse. Siendo la longitud total de 10+740 Kilómetros.

Los puntos obligados de paso se han definido de acuerdo a requerimientos y necesidades de los pobladores, tratando en lo posible que la futura vía beneficie a todos

los pueblos aledaños y a la vez se trató de no malograr los terrenos de cultivo, prevaleciendo siempre el mejor criterio de los diseñadores.

Controles Naturales: Abras y zonas que presentan mayor estabilidad de suelos.

Controles Artificiales: Caminos existentes, zonas pobladas y productivas.

### **6.7.3 Selección de la mejor ruta**

#### **Alternativa de rutas**

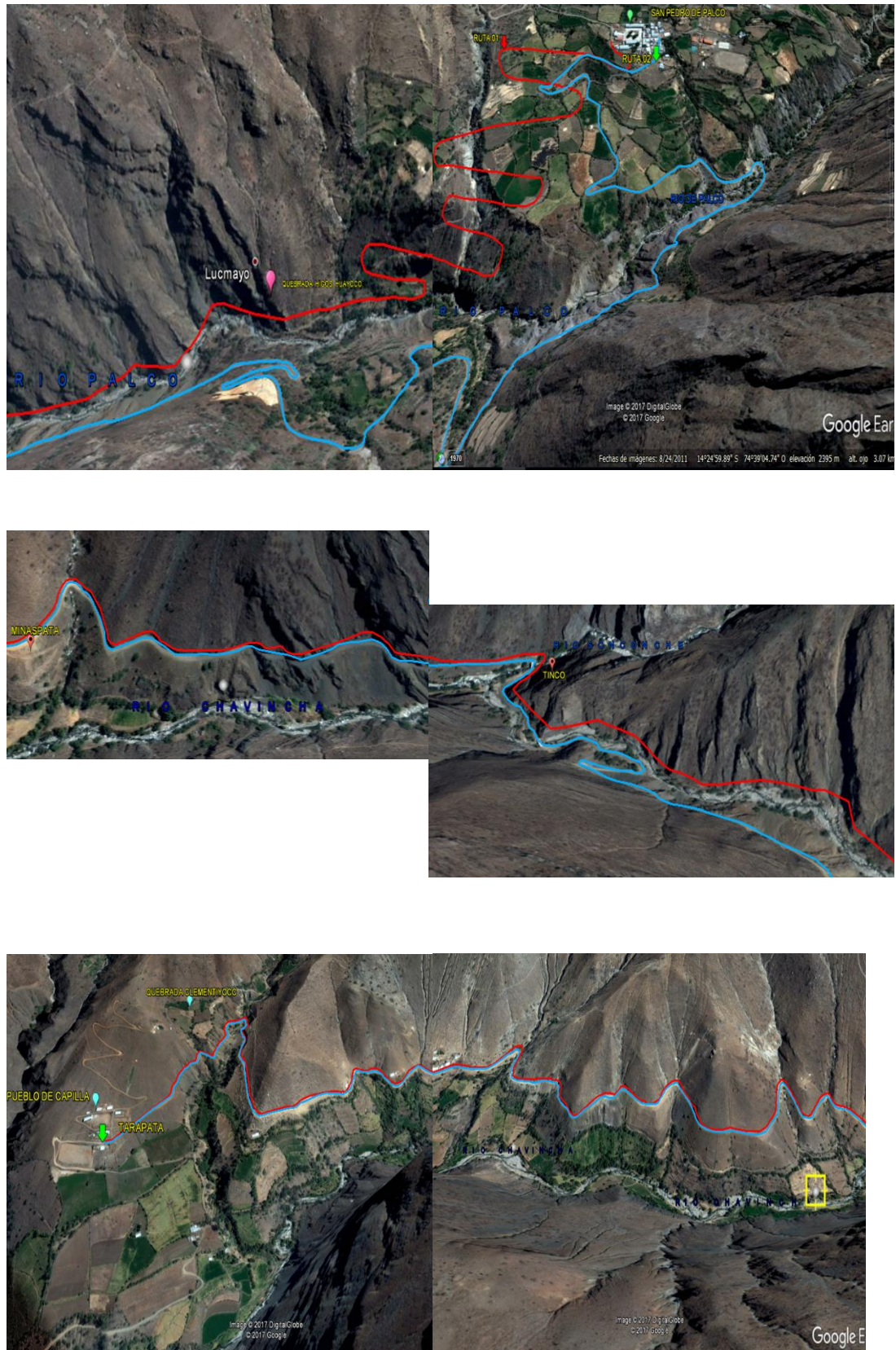
**Alternativa 1.-** Esta ruta se inicia desde la esquina del C.E. del pueblo de San Pedro de **Palco** Km 0+00 que se encuentra ubicado a 80 metros de la plaza principal, de allí sigue por la calle de ingreso al pueblo para continuar por la parte baja del pueblo abarcando terrenos agrícolas cuyas pendientes van de 6 a 7 %, siendo los suelos compactos , para luego bajar con varios desarrollos debido a que la pendiente va de 10 a 11% a la quebrada de “Higos Huaycco”, por donde discurre el río Palco ,tomando la ruta por el margen derecha del mencionado río hasta la zona de **Tinco** (unión entre los ríos Sonconche y San Pedro de Palco los cuales forma el río Chavincha) siendo la pendiente de 7 a 8% ,aproximadamente hasta esta zona es de 7.5 Km de distancia ,de los cuales 3.5 Km es zona rocosa , de la zona de Tinco la ruta continua por la margen derecha del río Chavincha ( río abajo) abarcando un tramo de 150 metros de zona rocosa para luego continuar por la laderas de la zona denominado ”Minaspata” de pendiente moderada que va entre 4 y 5% de suelo compacto , prosiguiendo la ruta por la **Quebrada de Clementiyocc** hasta llegar a la zona de **Tarapata** , jurisdicción del Pueblo de **Capilla** parte final de la ruta habiendo aproximadamente 11+500 Km de distancia .

**Alternativa 2.-** Esta ruta se inicia desde un buzón de desagüe (Km 0+00) que se encuentra ubicado a una distancia de 100 metros parte Norte de la plaza principal del pueblo de **San Pedro de Palco** ,ingreso principal al mencionado pueblo ,de allí prosigue por el camino de herradura parte baja del pueblo cuya pendiente va de 6 a 7% de suelo compacto , continua por una zona agrícola hasta llegar al río Palco de pendiente moderado que va 5 a 6% tierra compacto, se cruza a la margen izquierdo del río (río abajo) tomando una zona rocosa aproximadamente de 80 metros de

distancia para luego proseguir por zona agrícola parte baja del pueblo de **Echoca Quebrada de Umacchuaycco** siendo la pendiente que va de 5 a 7% , hasta esta zona aproximadamente hay 2+500 Km , de este lugar a través de varios desarrollos se va bajando por una topografía escarpada zona rocosa de pendiente que va entre 7 a 8% hasta llegar al rio de Palco , cruzando nuevamente el rio a la margen derecha ( rio abajo) para continuar paralelo al rio hasta llegar a la zona de **Tinco** (unión entre los ríos Sonconche y San Pedro de Palco los cuales forma el rio Chavincha) ,siendo la pendiente moderado zona compacta , prosiguiendo de esta zona la misma ruta descrita en la **alternativa 1** hasta llegar a la zona de **Tarapata** jurisdicción del pueblo de **Capilla** , parte final de la trocha por construirse. Siendo la longitud total de 10+740 Kilómetros.

**Conclusión:** Luego de un análisis minucioso y realizado la evaluación respectiva se determinó que la ruta: PALCO-ECHOCA-TINCO -CAPILLA sea la definitiva, la cual se plasma en los planos respectivos. Debemos resaltar que además de las características anteriormente descritas esta ruta permite un mayor acceso a las comunidades aledañas.





**Figura 6.5:** Selección de la ruta PALCO-ECHOCA-TINCO -CAPILLA

## **6.8 ESTUDIO PRELIMINAR**

### **6.8.1 Generalidades**

Una vez tomada la decisión por parte de las autoridades competentes para la realización del proyecto de la carretera que conectara los lugares antes mencionados es de vital importancia conocer el ámbito geográfico en el que se desarrollará el mismo, para así tener un enfoque más claro, y poder tomar las mejores alternativas para el diseño definitivo de la vía.

También se debe tener en cuenta muchas de las condiciones para la ejecución del estudio, tales como: puntos obligados de paso o Determinantes primarios, con las diferentes posibilidades de ruta que ofrece o permite el terreno, así también debemos notar que muchas de las veces no es posible contar con un plano topográfico a las escala requerida, ante estas circunstancias es necesario realizar el levantamiento topográfico de la zona del proyecto; indudablemente la topografía del terreno es un condicionante para la elección de los diferentes parámetros en la elaboración del proyecto.

### **6.8.2 Trazo de la línea de gradiente**

Definida la mejor ruta y los puntos obligados de paso se procedió a trazar los alineamientos continuos cada 20 metros aproximadamente con el eclímetro. Las pendientes usadas oscilan entre 2 y 8%, teniendo siempre presente de no sobrepasar la pendiente media.

### **6.8.3 ubicación de la poligonal**

Con la ayuda de las estacas dejadas al momento del trazo de la línea de gradiente se continua el procedimiento trazando la poligonal respectiva, tratando que el alineamiento contenga el mayor número de estacas posibles; es necesario indicar que en el presente proyecto se ha optado por una poligonal abierta tomándose como punto inicial el PP (punto de partida) de la carretera. El proceso seguido se detalla a continuación:

**Planteamiento de las estaciones.-** Estas han sido ubicadas de tal forma que permitan la mayor visibilidad posible del área a levantar, preferentemente en lugares de fácil acceso.

**Determinación del azimut del lado inicial.-** Este se ha tomado haciendo uso del teodolito electrónico y con la ayuda de una brújula incorporada dentro de él, tomándose como punto de cota conocida el PP de la carretera.

**Medición de los lados de la poligonal.-** La medición de los lados de la poligonal se ha efectuado con una wincha de 50 m.

**Medición de los ángulos de la poligonal.-** Los ángulos de la poligonal han sido medidos con la ayuda del teodolito electrónico (Topcon),

#### **6.8.4 Características de la ruta seleccionada**

La ruta seleccionada tiene una longitud de 10 + 800 km. Su inicio es de un buzón ubicado en la parte norte de la plaza principal de San Pedro de Palco.

La ruta seleccionada evita las zonas pantanosas y presenta pequeñas quebradas que son atravesadas por alcantarillas.

El punto final se encuentra en el Km 10+740 llegando al Caserío de Capilla

#### **6.8.5 Levantamiento topográfico**

La Topografía es uno de los factores principales en la localización de una carretera y generalmente afecta a los alineamientos, pendientes, visibilidad, secciones transversales, etc. Las características físicas y aspectos geotécnicos, son también factores importantes en el criterio a adoptarse para la localización de la ruta.

De la obtención de información, elaboración de croquis, reconocimiento del terreno y determinación de los puntos de paso obligado, queda elegida la ruta por donde ha de pasar la carretera. La zona en que se desarrolle el trazo es la faja de terreno que sigue en el sentido longitudinal, y en el sentido transversal.

Teniendo la línea de gradiente se procede a realizar el levantamiento topográfico de la franja de terreno, correspondiente al posible eje de la carretera con un ancho suficiente

para poder estudiar las posibles variantes al momento del diseño definitivo; para esto empleamos el eclímetro y jalón. Se tomó una longitud hasta de 100 m., en algunos casos, a cada lado del eje longitudinal y se obtuvieron las curvas de nivel equidistantes verticalmente cada 2 m., siguiendo el procedimiento:

En cada estaca el eclímetro se apoya en un jalón de 2 m. de longitud colocado sobre el terreno en una línea perpendicular al eje de la poligonal.

Luego se lee el ángulo de inclinación y se mide la distancia en que se desarrolla, anotando en la libreta bajo forma de quebrado la inclinación del terreno en grados (en el numerador) y la distancia en metros (en el denominador), como se indica en el siguiente cuadro:

**Tabla 6.10.** Formato de seccionamiento

IZQUIERDA	ESTACA	DERECHA
Casa, $\frac{+V}{3.0}$ , $\frac{0^{\circ}20'}{6.40}$	02	$\frac{-2^{\circ}40'}{4.70}$ , $\frac{-V}{0.25}$ , $\frac{H}{1.20}$

En este levantamiento se registraron todas las características naturales y artificiales del terreno como: cercos, viviendas, etc. En las quebradas, alcantarillas y otros se registró la profundidad, sección aproximada (ancho, inclinación de taludes) y pendiente del cauce.

## 6.9. ESTUDIO DEFINITIVO

En el estudio definitivo de una carretera es necesario obtener un conjunto de valores numéricos denominados parámetros de diseño, los cuales nos permitirán la elaboración de los planos alimétricos y de sección transversal de la vía; indudablemente algunos de los cuales condicionan a su vez a otros valores de diseño.

Pero, no siempre los valores obtenidos deben tener carácter determinante, dado que en muchos de los casos debe primar el mejor criterio del diseñador.

El estudio definitivo se hace tanto en el campo como en gabinete, realizándose ambos en forma armónica.

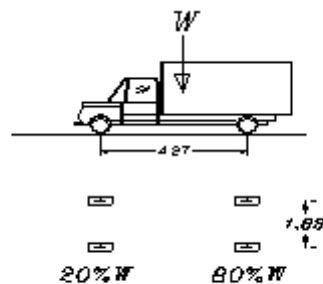
### 6.9.1 Selección del tipo de vía y parámetros de diseño

#### A) Selección del tipo de vía

La selección del tipo de vía se ha realizado según la clasificación de carreteras dada por las N.P.D.C.

- a) *SEGUN SU JURISDICCION*: Esta vía pertenecerá al SISTEMA VECINAL, dado el carácter local de ésta.
- b) *SEGUN SU SERVICIO*: Aunque no se conoce el Índice Medio Diario (IMD); pero es posible predecir un IMD en función de la producción de la zona; esperándose que dicho volumen vehicular no sobrepase los 400 vehículos/día en época de cosecha. Por lo tanto, la vía en estudio se clasificará como una carretera de *TERCERA CLASE*.

El vehículo de diseño es el H – 20 o C<sub>2</sub> (por ser una zona agropecuaria ver gráfico)



*W: PESO DEL VEHICULO*

**Figura 6.6.** Diseño de la carga de un vehículo

#### B) Parámetros de diseño

- a) **Velocidad directriz (V)** Como se trata de una Carretera de Tercera Clase y se desarrollará mayoritariamente en una zona de topografía ondulada con algunos tramos de topografía accidentada; optamos por una velocidad directriz de 30 Km/h. Y una velocidad reducida de 24 Km/hr.
- b) **Distancia de visibilidad**
  - b.1.- Distancia de visibilidad de parada (D<sub>p</sub>): Tenemos una distancia de visibilidad de parada de 35 m.

b.2) **Distancia de Visibilidad de Sobrepasso (Ds):** Para el presente proyecto no se ha tenido en cuenta la Distancia de Visibilidad de Sobrepasso, dado que se trata de una vía de un solo carril y en cuyo caso es recomendable el planteamiento de las plazoletas de estacionamiento.

c) **Radios de diseño:** Como en el proyecto se tiene una carretera de tercera clase se ha optado por un radio mínimo de 15 m. Según recomendación del texto de carreteras del Ing. José María Céspedes Abanto.

d) **Pendientes:** Para el presente proyecto, Carretera de Tercera Clase se ha considerado:

Pendiente Máxima Normal	: 7.00%
Pendiente Máxima Excepcional	: 8.00%
Pendiente Media Permisible	: 4.20%

e) **Secciones transversales**

**Ancho de tramos en tangentes:** Para el presente estudio se ha considerado un ancho de pavimento de 3.00 m. dado que la vía en estudio pertenece al Sistema Vecinal y además se espera que el IMD no supere los 20 vehículos / día.

**Ancho de tramos en curva.** El ancho anterior será aumentado con el sobreancho respectivo para estos tramos.

**Bombeo:** Para el presente proyecto se ha considerado un bombeo de 2 %, considerando que la carretera será de pavimento del tipo intermedio.

**Bermas:** Se ha considerado bermas de 0.75 m. de ancho, valor recomendado para una velocidad de 30 Km / h ; Tabla 5.4.2.1 de las N.P.D.C.

**Ancho de calzada:** Para el presente estudio será  $0.75 \times 2 + 3.00 = 4.50$  m. En las secciones en curva se aumentará el sobreancho respectivo.

**Plazoletas de estacionamiento:** Para el presente estudio se ha considerado las dimensiones mínimas de 3.00x30 m. Además se ha considerado ubicar las plazoletas de estacionamiento en las zonas donde exista menor movimiento de tierras.

### C) Ubicación del eje longitudinal

Definido el Plano Topográfico y los parámetros de diseño respectivos con la ayuda del AUTOCAD se procede a diseñar el eje planimétrico, así como el perfil longitudinal y las secciones transversales de la carretera.

#### Diseño del eje planimétrico

**Trazo de la línea de gradiente.** En base a los Planos Topográficos y a las estacas de la línea de gradiente trazada en campo se procedió a trazar la línea de gradiente definitiva, procurando que ésta contenga el mayor número de estacas a fin de lograr un trazo muy próximo al realizado en campo. El compás tradicional ha sido reemplazado por círculos cuyo diámetro es calculado en base a la longitud de compasada, así:

$$D = \frac{100E}{Ki}$$

Dónde:

- D : Diámetro del círculo (cm )
- E : Equidistancia de las curvas de nivel.
- k : Escala del plano a curvas de nivel.
- i : Pendiente del tramo en estudio (%)

**Trazo de la poligonal.** Consiste en formular un polígono cuyos lados procuren contener el mayor número de compasadas de la Línea de gradiente seleccionada. Algunos criterios a tener en cuenta son:

- Debe evitarse el uso de ángulos de deflexión pequeños.
- La geometría debe responder simultáneamente a la acción de la topografía del terreno y a la exigencia de determinados radios en las curvas, especialmente las curvas de volteo, las que deben plantearse en el peor de los casos para el radio mínimo excepcional.
- Se prefiere los cortes antes de los rellenos.

***Determinación de los ángulos de intersección de la poligonal.*** Una vez definida la poligonal haciendo uso de un pequeño programa en AUTOLISP del programa AUTOCAD se procede a editar los valores de las coordenadas de los puntos de intersección.

Conocidas las coordenadas de los PI mediante fórmulas matemáticas se obtiene los valores de los ángulos de intersección, los cuales no necesitan ser corregidos dado la precisión que nos proporciona el programa.

Aplicando la ley de cosenos:  $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta$

$$\theta = \arccos \{(a^2+b^2+c^2)/2ab\}$$

De donde:  $l = 180-\theta$

### ***Determinación de los lados de la poligonal***

Conocidas las coordenadas de los vértices, haciendo uso de fórmulas matemáticas se determina la longitud de cada lado de la poligonal, así:

$$d_{ij} = \sqrt{(X_{PI_j} - X_{PI_i})^2 + (Y_{PI_j} - Y_{PI_i})^2}$$

### ***Diseño de las curvas horizontales.***

Definida la Poligonal y determinados los ángulos de intersección de los lados de la misma, el paso siguiente consiste en diseñar las curvas horizontales, para lo cual es muy usual una plantilla de círculos concéntricos partiendo del menor radio posible.

***Estacado del eje planimétrico.*** Una vez definido el eje planimétrico de la vía se procede a realizar el estacado del mismo, proceso que consiste en dejar marcas cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en tramos curvos.

El proceso seguido se describe a continuación:

- Crear un bloque con el comando BLOCK del programa AUTOCAD que contenga una línea con las dimensiones adecuadas.



- Mediante el comando MEASURE del programa AUTOCAD se escoge el eje planimétrico como elemento a medir y escogiendo el bloque anteriormente creado como elemento a insertar a una determinada distancia (20 metros) se logra el estacado del eje en forma automática.

***Determinación de las coordenadas de los PC y PT.*** Conocidos los valores del azimut de los lados de la poligonal y de las tangentes de las curvas mediante una aplicación matemática se calculan las proyecciones de dichas tangentes, las cuales al ser sumadas algebraicamente a las coordenadas del PI respectivo nos permiten obtener las coordenadas de los PC y PT.

**D) Nivelación del eje longitudinal colocación de puntos de control perfiles longitudinales.**

- Obtención del primer B.M.- Se realizó con la ayuda de un alfiler, calibrándose previamente en base al B.M. ubicado en la Plaza de armas de Cajamarca, correspondiéndole una cota de 2750 m.s.n.m. con lo cual obtenemos para el punto de partida una cota de 3550 m.s.n.m.
- Nivelación de las estaciones y ubicación de los B.M. del proyecto.- Se procedió a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas; las lecturas se han hecho con aproximación al milímetro.

Se ha colocado los B.M. a intervalos de 500 m. aproximadamente los cuales han sido dejados en puntos fijos de terreno, preferentemente en rocas.

Realizado el estacado del eje planimétrico el paso siguiente consiste en determinar las cotas de terreno de las estacas, para luego mediante un archivo SCRIPT ser llevadas al programa AUTOCAD.

Obtenido el perfil del terreno se procede a trazar la línea de subrasante respectiva teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- La pendiente de todo tramo de subrasante no debe ni puede contravenir los lineamientos de diseño dado por las N.P.D.C.; salvo el mejor criterio del ingeniero diseñador.
- Debe procurarse el menor movimiento de tierras, entre plantear corte o relleno es preferible el corte.
- De preferencia los PI verticales han de ubicarse en estacas pares.

La distancia entre PI verticales debe ser apropiada a fin de no tener interacción de curvas verticales.

En terreno plano la subrasante estará sobre el terreno natural salvo casos especiales por razones de drenaje.

En terreno ondulado por economía la subrasante seguirá las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En terreno accidentado será necesario también adaptar la subrasante al terreno evitando los tramos en contrapendiente, sobre todo cuando debe vencerse un desnivel considerable.

Teniendo en cuenta que al momento de la ejecución de la obra es necesario el chequeo de niveles se plasma en los planos en planta y perfil longitudinal los BM respectivos.

### **E) Diseño de las secciones transversales**

Teniendo como base el estacado de eje planimétrico se procede a realizar el seccionamiento transversal a fin de poder obtener el perfil del terreno.

Definido el perfil del terreno y determinados: Ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobre anchos, dimensiones de cunetas, y banquetas de visibilidad (de ser el caso) se procede a dibujar las cajas de la plataforma.

Debemos indicar que el dibujo del perfil del terreno, cotas de rasante y cotas de subrasante se han obtenido mediante archivos SCRIPT.

Dibujadas las secciones transversales se procede a determinar las áreas de corte y/o relleno de cada una de ellas, necesarias para el cálculo del movimiento de tierras. Su determinación se ha realizado mediante el comando AREA del programa AUTOCAD.

## **6.10. HIDROLOGÍA Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**

### **6.10.1. Generalidades**

El flujo de un río está controlado primordialmente por variaciones en la precipitación. Las relaciones entre precipitación y escorrentía y los métodos para distribuir la escorrentía a través del tiempo son la base para una predicción eficaz de la operación de proyectos hidráulicos para la extensión de registros de caudal en ríos con estaciones hidrográficas y para la estimación de caudales en ríos sin estaciones de medida.

La información hidrometeorológica a recopilar depende del tipo de proyecto. Debe entenderse que la totalidad de proyectos relacionados con el recurso hídrico dependen básicamente del estudio hidrológico y el éxito o fracaso de éste está supeditado a la cantidad y calidad de información recopilada.

El objetivo de este capítulo es determinar los caudales de diseño para las estructuras de drenaje vial, como son: cunetas, alcantarillas, aliviaderos, puentes y badenes comprendidos en el presente proyecto.

### **6.10.2. Determinación de la intensidad de diseño**

Las microcuencas tienen las mismas características topográficas, sus descargas son temporales, carecen de caudal líquido, se aproximan a tener la misma pendiente, sus altitudes son casi iguales, sus tipos de suelos y vegetación son parecidas, entonces tienen las mismas características climatológicas, geométricas y dinámicas.

Para los diferentes estudios se utilizan datos de precipitación de la Estación meteorológica de Otoa.

**Tabla 6.11.** Lluvia máxima para diferentes duraciones

<b>Año</b>	<b>24h</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
1969	72,00	24,72	27,35	32,53	38,68	42,81	46,00
1970	78,00	26,78	29,63	35,24	41,91	46,68	49,84
1971	105,00	36,05	39,89	47,44	56,41	62,43	67,09
1972	255,00	87,54	96,88	115,21	137,01	151,62	162,93
1973	134,00	46,00	50,91	60,54	72,00	79,68	85,62
1974	149,00	51,15	56,61	67,32	80,06	88,60	95,20
1975	149,00	51,15	56,61	67,32	80,06	88,60	95,20
1976	147,00	50,46	55,85	66,41	78,98	87,41	93,92
1977	60,00	20,60	22,80	27,11	32,24	35,68	38,34
1978	39,00	13,39	14,82	17,62	20,95	23,19	24,92
1979	31,00	10,64	11,78	14,01	16,66	18,43	19,81
1980	61,00	20,94	23,17	27,56	32,77	36,27	38,98
1981	139,00	47,72	52,81	62,80	74,68	82,85	88,81
1982	115,00	39,48	43,69	51,96	61,79	68,38	73,48
1983	143,00	49,07	54,33	64,61	76,83	85,03	91,37
1984	170,00	58,36	64,59	76,81	91,34	101,08	108,62
1985	152,00	52,16	57,75	68,67	81,67	90,38	97,12
1986	150,00	51,49	56,99	67,77	80,59	89,19	95,84
1987	194,00	66,60	73,70	87,65	104,23	115,35	123,95
1988	176,00	60,42	66,87	79,52	94,56	104,65	112,45
1989	328,00	112,60	124,61	148,19	176,23	195,03	209,57
1990	71,00	24,37	26,97	32,08	38,15	42,22	45,36
1991	81,00	27,81	30,77	36,60	43,52	48,16	51,75
1992	114,00	39,14	43,31	51,51	61,25	67,78	72,84
1993	147,00	50,46	55,86	66,41	78,98	87,41	93,92
1994	88,00	30,21	33,43	39,76	47,28	52,33	56,23
1995	113,00	38,79	42,93	51,05	60,71	67,19	72,20
1996	95,00	32,61	36,09	42,92	51,04	56,49	60,70
1997	78,00	26,78	29,63	35,24	41,91	46,38	49,84
1998	215,00	73,91	81,68	97,14	115,52	127,84	137,37
1999	295,00	101,27	112,08	133,28	158,50	175,41	188,49

Fuente: elaboración propia, 2008

**Tabla 6.12.** Intensidades máximas para diferentes duraciones

	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
1	74,15	54,71	32,53	19,34	14,27	11,50
2	80,33	59,27	35,24	20,95	15,46	12,46
3	108,14	79,78	47,44	28,21	20,81	16,77
4	262,62	193,76	115,21	68,50	50,54	40,73
5	138,00	101,82	60,54	36,00	25,56	21,40
6	153,45	113,22	67,32	40,03	29,53	23,80
7	153,42	113,22	67,32	40,03	29,53	23,80
8	151,39	111,70	66,41	39,49	29,14	23,48
9	61,79	45,59	27,11	16,12	11,89	9,58
10	40,17	29,63	17,62	10,48	7,73	6,23
11	31,93	23,55	14,01	8,33	6,14	4,95
12	62,82	46,35	27,56	16,39	12,09	9,74
13	143,15	105,62	62,80	37,34	27,55	22,20
14	118,44	87,38	51,96	30,89	22,79	18,37
15	147,27	108,66	64,61	38,42	28,34	22,84
16	175,08	129,17	76,81	45,67	33,69	27,16
17	156,54	115,50	68,67	40,83	30,13	24,28
18	154,48	113,98	67,77	40,30	29,73	23,96
19	199,80	147,41	87,65	52,12	38,45	30,99
20	181,26	133,73	79,52	47,28	34,88	28,11
21	337,80	249,23	148,19	88,11	65,01	52,39
22	73,12	53,95	32,08	19,07	14,07	11,34
23	83,42	61,55	36,60	21,76	16,05	12,94
24	117,41	86,62	51,51	30,63	22,59	18,21
25	151,39	111,70	66,41	39,49	29,14	23,48
26	90,63	66,87	39,76	23,64	17,44	14,06
27	116,38	85,86	51,05	30,36	22,40	18,05
28	97,84	72,18	42,92	25,52	18,83	15,17
29	80,33	59,27	35,24	20,95	15,46	12,46
30	221,42	163,36	97,14	57,76	42,61	34,34
31	303,82	224,15	133,28	79,25	58,47	47,12

Fuente: elaboración propia, 2008

**Tabla 6.13.** Intensidad máxima para diferentes duraciones y periodos de retorno

<b>T (años)</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
32,00	337,80	249,23	148,19	88,11	65,01	52,39
16,00	303,82	224,15	133,25	79,25	58,47	47,12
10,67	262,62	193,76	115,21	68,50	50,54	4073,00
8,00	221,42	163,36	97,14	57,76	42,61	34,34
6,40	199,80	147,41	87,65	52,12	38,45	30,99
5,33	181,26	133,73	79,52	47,28	34,88	28,11
4,57	175,08	129,17	76,81	45,67	33,69	27,16
4,00	156,54	115,50	68,67	40,83	30,13	24,28
3,56	154,48	113,98	67,77	40,30	29,73	23,96
3,20	153,45	113,22	67,32	40,03	29,53	23,80
2,91	153,45	113,22	67,32	40,03	29,53	23,80
2,67	151,39	111,70	66,41	39,49	29,14	23,48
2,46	151,39	111,70	66,41	39,49	29,14	23,48
2,29	147,27	108,66	64,61	38,42	28,34	22,84
2,13	143,15	105,62	62,80	37,34	27,55	22,20
2,00	138,00	101,82	60,54	36,00	26,56	21,40
1,88	118,44	87,38	51,96	30,89	22,79	18,37
1,78	117,41	86,62	51,51	30,63	22,59	18,21
1,68	116,38	85,86	51,05	30,36	22,40	18,05
1,60	108,14	79,78	47,44	28,21	20,81	16,77
1,52	67,84	72,18	42,95	25,52	18,83	15,17
1,45	90,63	66,87	39,76	23,64	17,44	14,06
1,39	83,42	61,55	36,60	21,76	16,05	12,94
1,33	80,33	59,27	35,24	20,95	15,46	12,46
1,28	80,33	59,27	35,24	20,95	15,46	12,46
1,23	74,15	54,71	32,53	19,34	14,27	11,50
1,19	73,12	53,95	32,08	19,07	14,07	11,34
1,14	62,82	46,35	27,56	16,39	12,09	9,74
1,10	61,79	45,59	27,11	16,12	11,89	9,58
1,07	40,17	29,63	17,62	10,48	7,73	6,23
1,03	31,93	23,55	14,01	8,33	6,14	4,95

Fuente: elaboración propia, 2008

De este último cuadro se escogen las intensidades máximas y diferentes periodos de retorno; para lo cual es necesario calcular los tiempos de concentración de cada una de las áreas a drenar, el tiempo de lluvia (5' 10' 30' ...) escogido será mayor o igual al tiempo de concentración de cada área. Para escoger el período de vida útil, el riesgo de falla y el tiempo de retorno, se deberá considerar criterios económicos, técnicos, sociales y ambientales.

Ecuación de ajuste para I-D-T

Ecuación:  $I_{\text{máx}} = 665,9500 * T^{(0,5675)} * D^{(-0,7500)}$

R: = 0,9608

R<sup>2</sup>: = 0,9231

Se: 20,1847

### **6.10.3. Evaluación y determinación de los caudales de aporte al sistema de drenaje y subdrenaje**

El objeto es la determinación de los caudales de escurrimiento de las diferentes microcuencas en el recorrido del tramo en estudio, en cada área tributaria determinada para cada estructura de drenaje. El motivo de haber calculado las intensidades en el ítem anterior fue el de emplear el método racional para calcular los caudales de aporte.

Se llama descarga de diseño a la descarga que se considera para el diseño de las diferentes estructuras de drenaje como son: cunetas, alcantarillas, aliviaderos, badenes, puentes, etc.

A toda obra de Ingeniería se asigna una duración aproximada, la que se determina de acuerdo a criterios económicos, técnicos y sociales, lo que se traduce numéricamente con la determinación de la intensidad de la zona, además del área de la misma y de las características topográficas y geológicas de la zona; Esto es lo que hace el método racional, el que es aplicable de preferencia para pequeñas áreas (menores de 1500 Hás), como es el de nuestro caso.

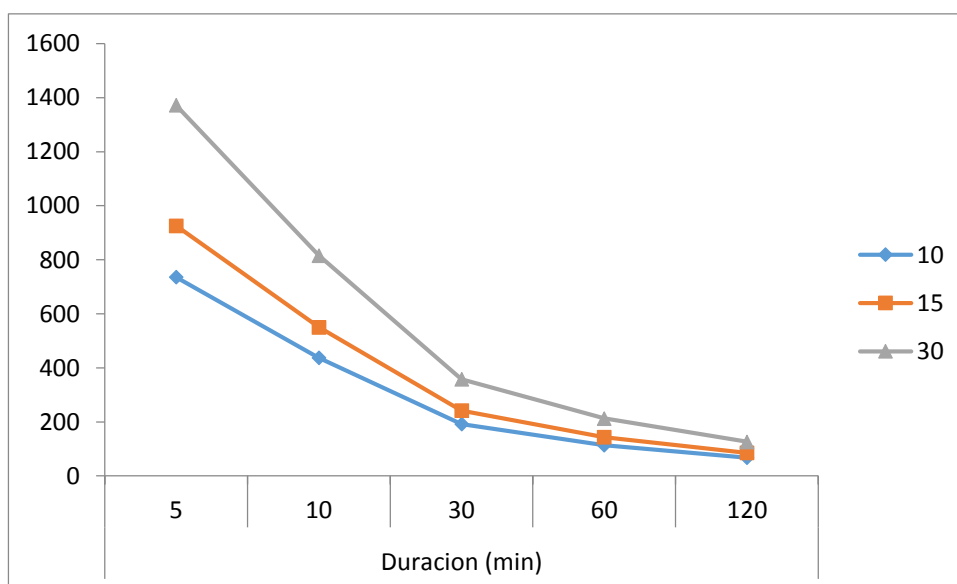
### TIEMPOS DE RETORNO ESTIMADOS

CUNETAS	:	Tr = 07-10 años
ALCANTARILLAS	:	Tr = 10-15 años
PUENTES	:	Tr = 25-50 años

El método asume que va a ocurrir una precipitación uniforme sobre el área en consideración, por un tiempo igual al tiempo de concentración, o sea, el tiempo que le toma a la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta el punto de salida del área. En este punto toda el área contribuirá al flujo y se obtendrá la descarga máxima (Q).

**Tabla 6.14.** Valores calculados de intensidad-duración – frecuencia (IDF) para diferentes periodos de retorno

Vida Útil (Años)	Tiempo de Retorno (Años)	5'	10'	30'	60'	120'
5	10	138.67	101.47	54.09	32.83	20.16
10	15	146.91	106.73	56.98	34.78	21.51
30	30	160.91	115.68	61.88	38.10	23.80



**Figura 6.6.** Curva intensidad - duración – frecuencia para diferentes periodos de retorno



El coeficiente de escorrentía  $C$  es la variable menos precisa del método racional. Una selección apropiada de este coeficiente requiere del conocimiento y la experiencia por parte del hidrólogo. La proporción de la lluvia total que alcanzarán los drenajes de tormenta depende del porcentaje de permeabilidad, de la pendiente y de las características de encharcamiento de la superficie. El coeficiente de escorrentía también depende de las características y condiciones del suelo; es difícil determinar su valor con exactitud ya que varía según la topografía, la vegetación, la permeabilidad y la proporción de agua que el suelo contenga.

**Tabla 6.15.** Coeficientes de escorrentía para ser usados por el método racional

Características de la superficie	Periodo de retorno						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>Áreas no desarrolladas</b>							
<i>Área de cultivo</i>							
Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Hidrología Aplicada. VEN TE CHOW. pág. 511.

Los valores de intensidades se usan para determinar las escorrentías máximas según el método RACIONAL, el cual es uno de los más usados para determinar el caudal máximo para áreas menores a 1500 Has.

**Tabla 6.16.** Caudales de aporte para las obras de arte

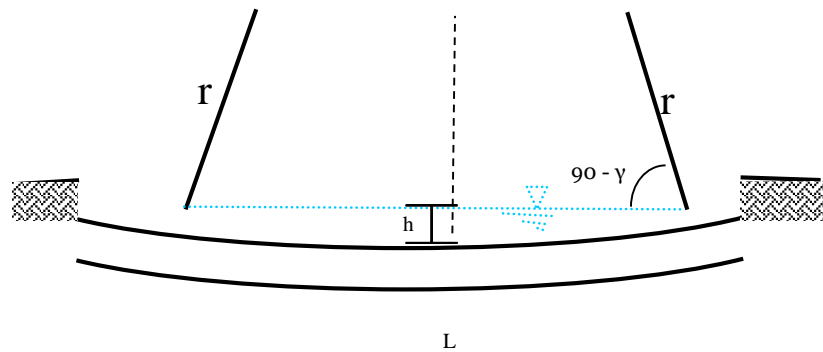
N° Baden	Progresiva	Área		C	I (mm/hr)	Q (m3/s)
		m <sup>2</sup>	Has			
1	01+230	10337.51	1.03	0.5	144	0.163
2	1+404	85955374	8595.54	0.5	144	1360.96
3	2+410	4607688.6	460.77	0.5	144	72.955
4	4+732	32836.9	3.28	0.5	144	0.519
5	5+560	38787.09	3.88	0.5	144	0.614
6	5+936	59136446	5913.64	0.5	144	936.326
7	6+905	254478.2	25.45	0.5	144	4.03
8	7+467	44364.72	4.44	0.5	144	0.703
9	7+928	19033.83	1.90	0.5	144	0.301
10	8+120	1197262.1	119.73	0.5	144	18.957
11	8+728	123727.07	12.37	0.5	144	1.959
12	10+240	3615838.9	361.58	0.5	144	57.25
13	10+518	17444.71	1.74	0.5	144	0.276

#### 6.10.4. Diseño de obras de arte

##### a) Diseño de badenes

#### DISEÑO DE BADEN DE CONCRETO ARMADO

<b>Caudal</b>	<b>Q:</b>	<b>0,163</b>	<i>m<sup>3</sup>/seg</i>
<b>Pendiente</b>	<b>S:</b>	<b>0,030</b>	<i>m/m</i>
<b>Coefficiente de rugosidad</b>	<b>n:</b>	<b>0,017</b>	
<b>Relación</b>	<b>a=h/l:</b>	<b>0,035</b>	<i>m/m</i>



1.- Calculando el caudal de la cuenca (Q) ( ver hoja de cálculo de caudal )

$$Q: \quad 0,163 \quad m^3/seg \quad Q = \frac{CLA}{360}$$

2.- Calculando las dimensiones de la sección del badén

$$\gamma = 2 * \arcsen \left[ \frac{4a}{1 + 4a^2} \right] \quad a = h / L$$

$$\gamma: \quad 0,27954 \text{ rad} \quad 16,02^\circ$$

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

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

$$Q = \frac{r^{8/3} (\gamma - \text{sen} \gamma)^{5/3} S^{1/2}}{n * 2^{5/3} \gamma^{2/3}}$$

$$A = \frac{r^2}{2} (\gamma - \text{sen} \gamma)$$

$$P = r \gamma$$

$$r = \left[ \frac{Q * n * 2^{5/3} \gamma^{2/3}}{(\gamma - \text{sen} \gamma)^{5/3} S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Por tanto tenemos:

$$r = 7,97 \text{ m} \quad h = r * \left(1 - \cos \frac{\gamma}{2}\right)$$

$$L = 2r \text{sen} \left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

Por consiguiente se tiene:

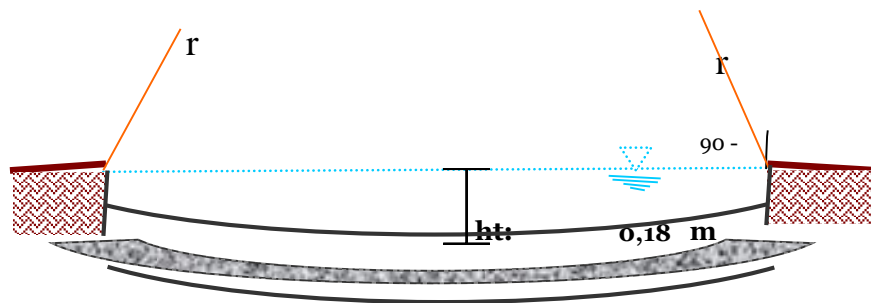
h [m]:	0,08
L [m]:	2,22

Dimensiones considerando el bordo libre (b)

$$b: \quad 0,10 \text{ m}$$

$$\gamma_1 = 2 * \arccos \left[ 1 - \frac{h+b}{r} \right]$$

$$\gamma: \quad 0,42 \text{ rad} \quad 24,24^\circ$$



$$Lt: \quad 3,35 \text{ m}$$

Por consiguiente se tiene:

ht [m]:	0,18
Lt [m]:	3,35

Debido a las ventajas de diseño e instalación se ha optado por alcantarillas circulares tipo *ARMCO*; aunque el precio de compra del producto sea aparentemente alto, el costo de la instalación puede resultar menor que el de las estructuras totalmente construidas en obra.

En los tramos en los que el caudal a evacuar sea mayor que el caudal de la cuneta, existe la posibilidad de evacuar el exceso por medio de alcantarillas o aliviaderos de cunetas; pero también puede hacerse a través de zanjas de coronación, las que a su vez controlan el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte.

**Tabla 6.17.** Calculo de la longitud final de los badenes

<b>Obra de arte</b>	<b>Prog</b>	<b>Caudal (Estudio Hidrológico)</b>	<b>Y (rad)</b>	<b>r (m)</b>	<b>h (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Yt (rad)</b>	<b>ht (m)</b>	<b>Lt (m)</b>	<b>Ltf (m)</b>
Badén 01	01+230	0,163	0,280	7,97	0,08	2,22	0,42	0,18	3,35	<b>8,5</b>
Baden 02	1+404	1361	0,280	235,62	2,30	65,65	0,29	2,40	67,06	*
Baden 03	2+410	72,96	0,280	78,65	0,77	21,91	0,30	0,87	23,29	*
Baden 04	4+732	0,519	0,280	12,31	0,12	3,43	0,38	0,22	4,63	<b>8,5</b>
Baden 05	5+560	0,614	0,280	13,11	0,13	3,65	0,37	0,23	4,87	<b>8,5</b>
Baden 06	5+936	936,3	0,280	204,79	2,00	57,06	0,29	2,10	58,47	*
Baden 07	6+905	4,03	0,280	26,55	0,26	7,40	0,33	0,36	8,70	<b>10,5</b>
Baden 08	7+467	0,703	0,280	13,79	0,13	3,84	0,37	0,23	5,46	<b>8,5</b>
Baden 09	7+928	0,301	0,280	10,03	0,10	2,80	0,40	0,20	4,27	<b>8,5</b>
Baden 10	8+120	18,96	0,280	47,44	0,46	13,22	0,31	0,56	14,57	*
Baden 11	8+728	1,959	0,280	20,26	0,20	5,64	0,34	0,30	6,92	<b>8,5</b>
Baden 12	10+240	57,25	0,280	71,81	0,70	20,01	0,30	0,80	21,38	*
Baden 13	10+518	0,276	0,280	9,71	0,09	2,71	0,40	0,19	3,87	<b>8,5</b>

BADENES DE 8.5 m = 7

BADENES DE 10.5m = 1

TOTAL BADENES = 8

La construcción de los badenes 02,03,06,10 y 12 propuestos inicialmente se proponen la construcción de puentes por cuanto los caudales máximos en la cuenca son relativamente altos y necesitan obras que presentan seguridad estructuralmente.

**Tabla 6.18.** Muros de piedra

Muros	Progresiva	Área m <sup>2</sup>
1	1+300	3,62
2	1+320	3,62
3	1+340	3,62
4	1+360	3,62
5	1+380	3,19
6	1+400	2,31
7	1+500	2,58
8	1+520	3,16
9	1+560	2,58
10	1+580	2,42
11	1+600	3,67
12	1+900	2,58
13	1+940	3,77
14	4+760	3,78
15	4+780	2,35
16	4+800	5,47
17	4+820	5,55
18	4+840	3,78
19	4+860	4,86
20	4+880	4,82
21	4+900	3,78
22	4+920	1,84
23	4+960	3,11
24	4+980	3,18
25	5+320	3,78
26	5+340	3,78
27	5+780	3,78
28	5+800	3,47
29	5+820	2,63
30	5+920	2,81
31	6+920	3,53
32	10+300	2,78
33	10+320	6,71
34	10+340	4,04
35	10+360	6,71

### 6.11. ESTUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO

El Estudio geológico-Geotécnico tiene por objetivo realizar las Investigaciones del terreno de fundación y/o roca, seleccionar el material de remplazo (Afirmado) que se

utilizara en el Proyecto de “Construcción de Trocha Carrozable Palco-Echoca-Tinco-Capilla”, mediante las Inspecciones de Campo, ensayos de campo, ensayos de laboratorio y procesamiento de resultados, determinara sus propiedades físico mecánicas de resistencia a partir de la Progresiva km 0+00 hasta el KM 10+740 (Tarapata)

Cabe mencionar que los distintos ensayos tienen como base técnica el Reglamento de Construcciones de la Norma Técnica de Edificaciones E-050 de suelos y Cimentaciones. Normas ASTM.AASTHO y Normas MTC-2000

**a) Ubicación**

La zona en estudio se encuentra ubicada en el Distrito de San Pedro de Palco, Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho a una altitud de 2,539 m.s.n.m.

**b) Topografía**

El relieve topográfico predomina desniveles empinados entre 10 - 20% en zonas rocosas de formación volcánica y rocas intrusivas de tipo granito blanco.

**c) Geología**

La formación rocosa existente en los tramos del proyecto pertenece a rocas intrusivas de granitos blancos a rosados en el final del tramo carretero, pero predominan las de tipo volcánico como andesitas de color gris y tobas volcánicas de color blanco a beige, lo cual constituye un buen material para la subrasante de la carretera.

**d) Drenaje**

Existen zonas con una Precipitación Promedio Anual que varía entre 485 a 1076 mm para cada piso altitudinal.

**e) Estudio de campo**

El estudio de Campo comprende la Inspección Visual de Terreno y el Muestreo respectivo de los materiales de subrasante para el Proyecto de "Construcción Trocha Carrozable Echoca - Tinco - Capilla" Km. 0+000 al Km. 10+740



Las excavaciones se realizaron aprovechando los taludes de corte del camino de herradura, utilizando herramientas manuales hasta una profundidad de 1.00 m.

Excepcionalmente en donde se harán obras de arte se ha profundizado a más de 1.20 m.

En total se han prospectado 17 trincheras identificadas como T-1 al T-15 a 01 Km. de distancia promedio.

### Registro de trincheras de exploración

Progresiva.	Lado	Trincheras	Observaciones
+000	Talud.	T-1	Roca Granito e/rosado
1+000	Talud	T-2	Roca Granito e/rosado
1+460	Talud	T-3	Río Palco
2+000	Talud	T-4	Suelo
2+600	Talud	T-5	Poblado de Echoca
3+150 3+180	Talud	T-6	ZONA CRÍTICA: Roca Lajada
4+000	Talud	T-7	Andesitas
4+580	Talud	T-8	Toba Volcánica
5+000	Talud	T-9	Cruce Camino de Herradura - Trazo
6+000	Talud	T-10	Trocha
7+000	Talud	T-11	Suelo
8+000	Talud	T-12	Poblado de Tinco - Río Sonconche
9+000	Talud	T-13	Suelo Alterados
10+000	Talud	T-14	Suelo
10+740	Talud	T-15	Suelo Suelos Alterados Final del Trazo Tarapata

La prospección de trincheras a 01 Km. promedio, ha permitido determinar las características geotécnicas del subsuelo de fundación principalmente se ha tenido muy en cuenta las condiciones geológicas y geodinámicas a fin de evitar zonas de

eventuales de peligro o a zonas inestables que puedan comprometer la seguridad de la futura carretera.

Se ha tenido cuidado en el muestreo, para ser analizadas posteriormente en el Laboratorio de Mecánica de Suelos; de acuerdo a la observación de campo, podemos afirmar que existe primeramente una capa superficial de suelo orgánico de poco espesor, color beige y con presencia de raicillas, subyacen mayormente la roca alterada considerable espesor, que de acuerdo a Clasificación de Suelos Sistema ASSHO para Sub-Base de Carreteras es de buena a regular.

## **6.12. ESTUDIOS DE LABORATORIO**

Los Estudios de Laboratorio complementan la información de campo, los cuales se realizan utilizando ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y materiales los mismo que se rigen según las Normas ASTM, AASTHO, NTP y MTC2000.

### **a) Ensayo de mecánica de suelos Ensayos de Campo**

- Inspección Visual ASTMD2488

### **b) Ensayos de mecánica de rocas**

- Ensayo de Propiedades Físicas
- Evaluación Geomecánica

### **c) Perfil estratigráfico**

Es la representación vertical de los estratos del suelo en cada exploración y que consiste en considerar los aspectos de Formación Geológica, Tipo de Suelo, Humedad, Condición natural, color, textura presencia e nivel freático y otros.

En el proyecto de "Construcción Trocha Carrozable Palco - Echoca - Tinco - Capilla", se ha considerado un perfil Estratigráfico del Tipo Regular a Bueno.

(Ver Anexo de Perfil Estratigráfico)

### 6.12.1. Características geotécnicas de la sub-rasante (km. 0+000 al km. 10+740)

Con los resultados de los diferentes estudios se propone los Parámetros Geotécnicos para la capa subrasante y la ampliación de la plataforma de rodadura:

#### a) Km. 0+000 al Km. 1+000

INICIO	: Buzón de Desagüe
TRINCHERA	: T-1
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos
NOMBRE	: Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

#### b) Km. 1+000 al Km. 1+460

INICIO	: Margen Derecha Río Palco
TRINCHERA	: T-2
ESTRUCTURA	: Suelos Granulares Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Gravas gruesa mal gradadas, matriz areno gravosa
CONSISTENCIA	: Semi Compacta
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

#### c) Km. 1+460 al Km. 2+000

INICIO	: Margen Izquierda Río Palco
TRINCHERA	: T-3
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos
NOMBRE	: Conglomerados compactos en matriz arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios a Altos

**e) Km. 2+000 al Km. 2+600**

INICIO	: Km. 2+000
TRINCHERA	: T-4
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta a sueltos
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**f) Km. 2+600 al Km. 3+000**

INICIO	: Poblado Echoca Km. 2+500
TRINCHERA	: T-5
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos
NOMBRE	: Coluviales Antiguos en matriz arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta a sueltos
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**ZONA CRÍTICA KM. 3+150 AL KM. 3+180**

INICIO	: Km. 3+ 150, Inicio de tramo en roca lajada
TRINCHERA	: T-6 CORTE NATURAL DE ROCA LAJADA
TRATAMIENTO	: REALIZAR CORTES CON BANQUETAS DE DESCANSO H A C I A MEDIA LADERA
ESTRUCTURA	: MATERIAL ROCA LAJADA, BUZAMIENTO FUERTE > 30°
NOMBRE	: ANDESITAS DE COLOR GRIS
CONSISTENCIA	: Compacta
SUB RASANTE	: Buena
AMPLIACIÓN DE LA VIA	: CON BANQUETA DE DESCANSO
TALUDES DE CORTE	: ALTOS

**g) Km. 3+ 180 al 4+000**

INICIO	: Final del Tramo de Roca Lajada
TRINCHERA	: T-7
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Rocas muy alteradas
CONSISTENCIA	: Compacta a suelto
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios a Altos

**h) Km. 4+000 al 4+580**

INICIO	: Km. 4+000
TRINCHERA	: T-8
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta a sueltos
SUB RASANTE	: Regular
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**i) Km. 4+580 al 5+000**

INICIO	: Km. 4+580, cruce camino de herradura
TRINCHERA	: T-9
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Suelos gravo arcillosos, engloban a bloques de rocas duras
CONSISTENCIA	: Compacta a sueltos
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**j) Km. 5+000 al 6+000**

INICIO	: Km. 5+000
--------	-------------

TRINCHERA	: T-10
ESTRUCTURA	: Aflojamientos de rocas duras
NOMBRE	: Andesitas grises y areniscas de color granate
CONSISTENCIA	: Compacta
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios y construcción de banquetas

**k) Km. 6+000 al 7+000**

INICIO	: Km. 6+000, Puente Río Sonconche
TRINCHERA	: T-11
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Suelos gravo arcillosos a gravo limosos
CONSISTENCIA	: Compacta a semi compactos
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**l) Km. 7+000 al 8+000**

INICIO	: Km. 7+000
TRINCHERA	: T-12
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos
NOMBRE	: Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa
CONSISTENCIA	: Compacta a sueltos
SUB RASANTE	: Buena
ANCHO DE LA VIA	: De 5 a 6 m.
TALUDES DE CORTE	: Medios

**m) Km. 8+000 al 9+000**

INICIO	: Km. 8+000
TRINCHERA	: T-13
ESTRUCTURA	: Suelos Compactos a Semi Compactos

NOMBRE : Gravo limosos a gravo arcillosos  
 CONSISTENCIA : Compactos a semi compactos  
 SUB RASANTE : Buena  
 ANCHO DE LA VIA : De 5 a 6 m.  
 TALUDES DE CORTE : Medios

**n) Km. 9+000 al 10+000**

INICIO : Km. 4+000  
 TRINCHERA : T-14  
 ESTRUCTURA : Suelos Compactos  
 NOMBRE : Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa  
 CONSISTENCIA : Compacta  
 SUB RASANTE : Buena  
 ANCHO DE LA VIA : De 5 a 6 m.  
 TALUDES DE CORTE : Medios

**o) Km. 10+000 al 10+740**

INICIO : Km. 10+000  
 TRINCHERA : T-15  
 ESTRUCTURA : Suelos Compactos  
 NOMBRE : Coluviales Antiguos en matriz limo arcillosa  
 CONSISTENCIA : Compactos a semi Compactos  
 SUB RASANTE : Buena  
 ANCHO DE LA VIA : De 5 a 6 m.  
 TALUDES DE CORTE : Medios

**6.12.2. Clasificación del material de corte**

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente desarrollados y de un análisis del comportamiento de los diversos materiales encontrados a lo largo de la trocha carrozable actual se ha elaborado la siguiente relación:

Proyecto: Construcción de Trocha Carrozable Placo - Echoca- Tinco - Capilla  
 Km. : 0+000 -10+765

PROGRESIVA		CLASIFICACION (%)		
DE	A	MS	RS/	RF/
0+000	- 1+000	90	10	00
1+000	- 1+460	100	10	00
1+460	- 2+000	100	00	00
2+000	- 2+600	80	10	10
2+600	- 3+150	90	10	00
3+150	- 3+180	50	30	20
3+180	- 4+000	60	30	10
4+580	- 5+000	70	30	00
5+000	- 5+500	70	20	10
5+500	- 6+000	60	20	20
6+000	- 6+500	80	10	10
6+500	- 7+000	80	20	00
7+000	- 7+500	90	10	00
7+500	- 8+000	90	00	10
8+000	- 8+500	80	10	10
8+500	- 9+000	90	10	00
9+000	- 9+500	80	10	10
9+500	- 10+000	90	10	00
10+00	- 10+740	100	00	00
PROMEDIO %		63	23	13

### **6.13. RECOMENDACION PARA LA VOLADURA DE ROCA EN LOS TRAMOS DE ROCA SUELTA Y ROCA FIJA DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DE LA TROCHA CARROZABLE**

De acuerdo al Cuadro anterior, se tiene porcentajes de Roca Suelta (25%) y Roca Fija (13%), donde necesariamente se tendrá que hacer el uso de explosivos.

De acuerdo a los Ensayos Especiales de Roca y la Evaluación Geo mecánica, las Tobas Volcánicas presentan una alta Resistencia a la compresión, regulares propiedades físicas y un RQD de más del 60%, por lo que se recomienda tener en cuenta lo siguiente en el momento de la perforación y voladura:



PROF. TALADRO PIES	CANT. ANFO KLS.	CANT. DINAMITA 60% CARTUCHOS	TIPO MECHA	TIPO FULM.
04	0.8	½	Lenta	Común
06	1.0	1	Lenta	Común

Por otra parte las rocas de tipo intrusivo (granitos color blanco) dentro del Km. 4+580 a 6+000 (Tinco), presentan por su naturaleza mejor propiedades geo mecánicas como su alta resistencia a la comprensión y un RQD mayor del 80% y es necesario un mayor poder explosivo, se recomienda lo siguiente:

PROF. TALADRO PIES	CANT. ANFO KLS.	CANT. DINAMITA 60% CARTUCHOS	TIPO MECHA	TIPO FULM.
04	0.8	½	Lenta	Común
06	1.0	1	Lenta	Común

#### 6.14. EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Para determinar los taludes de corte se tiene en cuenta los siguientes factores:

- \* Geomorfología, climatología, geología estructural, geo mecánica del terreno es estudio.
- \* Registros RMR (Rock Mass Rating)
- \* Origen de los materiales
- \* Propiedades Físicas de las rocas
- \* Normas Peruanas de Diseño de Carreteras

Dentro del Trazo para la Trocha Carrozable: San Pedro de Palco- Echoca - Tinco - Capilla Km. 0+000 - Km. 10+740, analizando el trazo con respecto al buzamiento de los estratos y de acuerdo a los parámetros en cuanto a la influencia de la estratificación de las rocas, se considera favorable. Esta condición es porque se ejecutará el trazo perpendicular al buzamiento de las rocas, con ángulos que varían entre 20° a 30°.

Desde el punto de vista de la estabilidad, esta zona tiene la consideración de semi estable a estable, observándose además que en el tramo Km. 3+150 - Km. 3+ 180, las rocas volcánicas de tipo andesita, se encuentran bien fracturadas e inciden en la formación de los taludes naturales.

Se ha podido comprobar que gran parte del trazo de la carretera atraviesan los suelos coluviales antiguos compactos, el comportamiento de este material durante el proceso de construcción de la trocha, se le considera de regular a buena, debido al endurecimiento de los suelos.

Se recomienda lo siguiente:

\* Para Material Suelto o Roca Suelta de tipo conglomerado,  
Talud 0.33:1 (H:V)

El tramo mencionado "CRITICO" Km. 3+150 al Km. 3+180, por la presencia de rocas inestables y pendiente pronunciada, se recomienda la construcción de banquetas de descanso en caso de producirse deslizamiento del material del material rocoso, con las siguientes características:

Talud: 1/2: 1 (H: V)

Ancho de Banqueta: 1.5 m.

#### **6.15. ESTUDIO DE CANTERAS**

Se ha realizado la ubicación preliminar Canteras para determinar y seleccionar los materiales de reemplazo que satisfagan características Físico-Mecánicas Granulométricas y de Resistencia, para ello una inspección de campo a las distintas zonas (Canteras) para la obtención de las respectivas muestras las cuales proporcionarán los resultados esperados.

CANTERA "A" (Km.4+000)

UBICACIÓN : Km. 4+000

ACCESO : Inmediato al trazo del talud

POTENCIA : 10,000 m<sup>3</sup>

RENDIMIENTO : 80%

ORIGEN : Alteración de las rocas de tipo toba y suelos de Tipo gravo limoso

USO Y TRATAMIENTO : Para ser usado se tendrá que mezclar con el material de la Rasante (Ligante) y podrá usarse como material de relleno o base, el material deberá ser zarandeado según Especificaciones Técnicas.

CANTERA "B" (Km. 8+500)

UBICACIÓN : Km. 8+500

ACCESO : TALUD

POTENCIA : 10,000 m<sup>3</sup>

RENDIMIENTO : 85%

USO Y TRATAMIENTO : Se usará como material de Afirmado para relleno o base, zarandeado según Especificaciones Técnicas.

## **6.16. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **6.16.1. Generalidades:**

Se produce un impacto cuando existe una acción del hombre a través de un proyecto que causa una alteración significativa en el medio ambiente. Dado que el medio ambiente se compone de partes biótica y humana, el impacto será mayor cuando más completo sea el medio.

La construcción de una infraestructura lineal produce distintos impactos ambientales, que pueden ser fundamentalmente positivo o benéficos y negativos o perjudiciales. Estos últimos tratan de corregirse mediante acciones preventivas, eligiendo convenientemente la alternativa de su solución con las disposiciones correctoras en el Proyecto y en la Construcción, para minorarlos cuando se explote la carretera.

### **6.16.2. Evaluación de impacto ambiental**

Es el análisis del proyecto para estimar la incidencia ambiental que éste representa en magnitud y alcances de sus efectos, y estudiar las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, para disminuir los impactos.

La evaluación comprende los siguientes procesos:

- Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A).
- Información pública.
- Declaración de impacto Ambiental (D.I.A).

El estudio de Impacto Ambiental es desarrollado por el titular o el promotor del proyecto, quien lo encarga al consultor que realiza el proyecto.

La información pública da lugar a recoger las opiniones de usuarios y asociados.

La D.I.A es formulada por la Autoridad Medioambiental correspondiente, quien, a la vista de los informes anteriores, ante su dictamen con las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

### **6.16.3. Estudio de impacto ambiental**

Es lo desarrollado a nivel general en cada una de las fases del Estudio Informativo, y a nivel de detalle, posteriormente, en el proyecto de construcción.

El reglamento de E.I.A. específica que debe comprender los siguientes capítulos:

- Descripción técnica del proyecto.
- Alternativas viables y justificación de la solución elegida.
- Descripción del entorno del proyecto: Inventario ambiental, examinando el medio físico, biológico, socioeconómico y cultural.
- Identificación y valoración de los impactos de las distintas alternativas.
- Determinación y propuesta de las medidas correctoras y compensatorias.
- Programa de Vigilancia Ambiental.

### **6.16.4. Clasificación y descripción de los impactos ambientales más frecuentes**

Comprende los impactos sobre los siguientes puntos:

#### **1. Efecto Barrera**

Es el que ocasiona la infraestructura lineal (carretera) por la disminución de la permeabilidad de paso en el territorio. Suele producirse:

- Sobre el medio urbano, cuando separa áreas.
- Sobre la fauna: con alteración del hábitat y biología reproductora. Presenta mayor importancia en la Sierra, zonas arboladas y riberas.
- Sobre la hidrología superficial y subterránea, causando un efecto como si fuese una presa.

## **2. Ocupación Espacial**

Se origina:

- Sobre el medio físico, con efectos sobre la vegetación y suelos, en especial por la impermeabilización.
- Sobre el medio social con la destrucción de zonas productivas.

## **3. Medio Acústico**

Por las emisiones sonoras que afectan a poblaciones humanas colindantes, también a la fauna y a las aves.

## **4. Medio Atmosférico**

Es la contaminación atmosférica producida por los gases de escape de los vehículos y el polvo de las obras. Hay que distinguir entre la emisión producida por los distintos contaminantes, de los que el CO<sub>2</sub> es el principal, y la inmisión o concentración. La mayor importancia está en los medios urbanos y hay que tener presente qué valores considerados como admitidos pueden ser peligrosos para determinados grupos como ancianos, enfermos respiratorios, etc.

## **5. Medio Hídrico**

El trazo produce una alteración hídrica de los flujos o corrientes superficiales y de los acuíferos.

## **6. Vegetación**

En este caso, la infraestructura ocasiona la destrucción del sistema edáfico y vegetativo en la superficie ocupada, desmontes y préstamos, y en algunos puntos del entorno próximo, como graveras, canteras, pistas de obra e instalaciones.

## 7. Paisajístico

Es la alteración del paisaje ocasionada en el fondo escénico.

## 8. Geomorfología

Manifestado en el movimiento de tierras, desmontes y terraplenes.

Los efectos importantes en los taludes que deben ser estudiados en el proyecto son:

- Inestabilidad.
- Erosionalidad.

## 9. Medio Socioeconómico

Sector de población afectado en una actividad. Uso del suelo, actividades agro-frutícolas-silvo-ganaderas-mineras-servicios.

Modificación de la estructura económica, con las siguientes afecciones:

### - Sector Primario (agricultura)

Ocupación física

Expropiación de parcelas (terrenos residuales)

Una carretera en terraplén que presente fallos en su drenaje transversal puede causar graves daños en los terrenos de cultivos próximos.

### - Sector Secundario

Para el caso de una variante, su construcción supone reservar un espacio para un polígono industrial u otras actividades económicas propias de dicho sector (construcción).

Unidos a temas de construcción se generan espacios urbanizabais, que permitirán el aumento, a medio y largo plazo, de la población del núcleo.

En una travesía de un pequeño núcleo pueden existir servicios especializados en el transporte, como pueden ser: gasolineras, hostales, etc. que son muy frágiles a los cambios de trazado de la carretera.

### - Sector Terciario

Favorece y potencia la atracción del turismo ante la mejora de las comunicaciones.

## **10. Patrimonio Cultural**

Patrimonio cultural: histórico-monumental-arqueológico; según los informes de los especialistas científicos.

### **6.17.5 Aspectos significativos del estudio de impacto ambiental**

Cada organismo da a conocer un texto donde figuran los aspectos generales a estudiar:

La Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid tiene los siguientes títulos en sus capítulos:

- Calidad del Aire.
- Ruidos.
- Procesos y riegos.
- Hidrología.
- Suelos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Paisaje.
- Aspectos socioculturales.
- Valores culturales.
- Aspectos socioeconómicos.
- Condiciones de seguridad.
- Otros aspectos.

### **6.17.6. Cumplimiento del condicionado de la declaración de impacto ambiental**

#### **1. Proposición de medidas correctoras y protectoras del proyecto**

Es el proyecto de construcción, donde se estudian punto por punto los apartados correspondientes de impacto ambiental del tramo de la carretera.

Estas complementaciones constituyen lo que se denomina como medidas correctoras, y aplicables en las distintas fases de la vida de la carretera.

- **Fase de proyecto**

Son medidas de tipo de diseño, y las más importantes, han debido contemplarse fundamentalmente en el Proyecto de Trazado, y en segundo lugar, en el Proyecto de Construcción.

- **Fase de construcción**

Aparecen reflejadas en los planos del Proyecto de Construcción y son de acabado, es decir, detallan como hay que terminar la construcción para corregir el impacto.

Aquí también se producen unas alteraciones temporales originadas en la fase de obra, que pueden ser importantes, y sus correcciones no están reflejadas en los planos.

- **Fase de explotación**

Se refieren, fundamentalmente a la conservación y mantenimiento de dichas medidas, así como la garantía que debe dar el constructor.

**2. Principios generales de las medidas correctoras**

- **Viabilidad**

- Disponibilidad de recursos.
- Seguimiento y control por la Dirección de Obra, aunque haya una Asistencia Técnica a dicha Dirección, de su criterio depende mucho la calidad de las medidas.

- **Costo económico**

El impacto ambiental y sus medidas correctoras no son un adorno, sino un requerimiento de la obra; forman parte del nivel de servicio que requiere el entorno. Se debe hacer siempre pensando en el futuro y fijando las condiciones de uso en la fase de explotación. Tiene que prever las condiciones negativas de lo que hace.

El presupuesto de la inversión de las medidas correctoras del impacto ambiental comprende básicamente implantación de la vegetación, la protección acústica, y otras actividades de la obra proyectadas específicamente por criterios ambientales como muros ecológicos, etc. Con un valor estimado del 2% del Presupuesto.



Si aparecen impactos en la fase de explotación, su corrección supone una inversión económica importante y posiblemente trastornos al tráfico de la carretera. Las medidas correctoras aplicadas en la fase de explotación, puede tener un costo varias veces superior que si se hubiera aplicado en la fase de Proyecto.

#### - **Eficiencia**

No siempre consiguen el efecto perseguido, pero hay que tratar de conseguir:

- Minimizar el daño a los ecosistemas.
- Integrar la carretera en su entorno.

Todo esfuerzo porque la carretera no perjudique al paisaje que atraviesa, repercute en su beneficio, en el sentido de mayor utilización de la misma y aumento del turismo hacia la zona, con la consiguiente mejora del medio socioeconómico.

El marco de las medidas abarca no sólo la traza, sino todo el corredor, es decir, intersecciones, accesos, etc.

### **3. Análisis de las medidas correctoras**

Se van a agrupar en:

- Permeabilidad territorial.
- Ocupación espacial.
- Prevención del ruido.
- Protección del medio atmosférico.
- Protección del sistema hidrológico.
- Protección a las alteraciones geomorfológicas.
- Estabilización de taludes rocosos alterados inestables.
- Defensa contra la erosión en taludes de tierra.
- Muros vegetalizados de contención.
- Restitución del sistema edáfico.
- Integración paisajista.
- Protección del patrimonio arqueológico.

## CONCLUSIONES

1. El presente estudio constituye una alternativa técnico-económica para la construcción de la carretera en estudio, la vía se encuentra dentro de la categoría de tercera clase con una longitud de 10,740 metros.
2. En la actualidad el Método Racional sigue siendo el más usado para el diseño de obras de drenaje en carreteras cuando se tiene datos de precipitación (intensidad, duración y frecuencia), topografía y geomorfología (área y longitud de ríos) y los llamados coeficientes de escorrentía.
3. El diseño hidráulico de badenes, con un suficiente ancho de acuerdo a la hidrología de la zona, permite un eficiente funcionamiento hidráulico y suficiente margen de dimensionamiento para garantizar las fluctuaciones de caudales en épocas de máximas avenidas.
4. Al finalizar el presente estudio, se han cumplido los objetivos propuestos inicialmente, y la ejecución de ésta servirá para elevar el nivel de vida de los pobladores, satisfacer las necesidades del transportista y contribuir al desarrollo del país.

## RECOMENDACIONES

1. La ejecución de la carretera, deberá efectuarse de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas correspondientes, bajo la dirección de un Ingeniero Residente.
2. La ejecución deberá realizarse en época de verano de lo contrario el contratista tendrá serias dificultades debido a las condiciones climáticas y a la naturaleza de los suelos que presenta la zona.
3. Para suelos cohesivos se recomienda hacer la compactación de la subrasante usando rodillo pata de cabra.
4. La compactación de la subrasante se hará con el óptimo contenido de humedad y a no menos del 95% de la densidad Máxima obtenida en el laboratorio.
5. Realizar operaciones continuas de conservación y mantenimiento de la geometría de la carretera, que permitan el transito fluido de los vehículos, así mismo de las obras de arte y drenaje, para garantizar su normal funcionamiento hidráulico.
6. Para la disminución significativa en el costo de la mano de obra no calificada, se buscará la participación activa de las comunidades beneficiarias en la ejecución de la carretera.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. MTC. Manual para el Diseño de Caminos de bajo Volumen de Tránsito. 2008. Lima
2. MTC. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - DG 2001. Lima Perú, 2001.
3. MTC. Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras - EG 2001. Lima - Perú 2000.
4. BEJAR, M.V.; Hidrología, Editorial Max soft., Lima.
5. CÉSPEDES, J; Diseño Geométrico de Carreteras, Primera Edición, enero 2001, Cajamarca.
6. CÉSPEDES, J; Los Pavimentos en las Vías Terrestres, Calles, Carreteras y Aeropistas. Primera Edición, 2002. Cajamarca.
7. CONESA, V; Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Editorial Mundi Prensa, 3ra. Edición, 1997, Madrid.
8. DAS, B. M.; Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. California.
9. GARAYAR J., REYES L, WILSON J., Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Lima 1995.
10. GARCÍA, F; Técnicas de Levantamiento Topográfico, 1990, Cajamarca.
11. HUAMÁN, F; Diseño de Obras Hidráulicas, UNC. 2005., Estudio Hidrológico, Cajamarca
12. IBAÑEZ, W., Costos y Tiempos en Carreteras, 2da Edición, Editorial Macro, Lima 2011.
13. INGEMMET; Riesgo Geológico en la Región La Libertad; Lima - Perú, 2012.
14. INGEMMET; Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari; Lima- Perú, 1995.
15. JUÁREZ, B; Mecánica de Suelos Tomos 1, 11, 111; Editorial Limusa, México, 1986.
16. LLIQUE, R. H.; Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos; Editorial Universitaria UNC. 2003
17. RICHARD, F; Hidráulica de Canales Abiertos. Editorial McGraw Hill, México 1988.
18. SALINAS, M. Costos y Presupuestos de Obras, Editorial Miano, 2004.

19. VEN TE CHOW, David; Hidráulica de Canales Abiertos, 3ra Edición, Editorial Me Graw- Hill, México, febrero 1983.
20. VERA, O. O.; Hidrología de Superficie. Cajamarca.

## ANEXOS

## ANEXO 1

### A. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### PROYECTO

#### CONSTRUCCION TROCHA CARROSABLE PALCO-ECHOCA-TINCO

#### CAPILLA (TRAMO Km. 1+000-10+740)

#### 01.00.0

#### 01.01.0 Descripción Programático del Proyecto

<b>SECTOR</b>	: 25 Presidencia de Consejo de Ministros
<b>PLIEGO</b>	: 444 Gobierno Regional de Ayacucho
<b>FUNCION</b>	: 16 Transportes
<b>PROGRAMA</b>	: 052 Transportes Terrestre
<b>SUBPROGRAMA</b>	: 0142 Const. Y Mejoramiento de Carreteras
<b>PROYECTO</b>	: 2-00130 Const. Y Mejoramientos de carreteras
<b>COMPONENTE</b>	: 2-0399 Const. Y Mejoramiento de carreteras
<b>META</b>	: 00001 Const. Carretera Palco-Echoca-Tinco-Capilla.

#### 02.00.0 Antecedentes

El proyecto Construcción Carretera Palco-Capilla-Chavincha, surge de la necesidad de interconectar mediante una vía de tránsito las localidades antes mencionadas dado que no existe una ruta directa de acceso.

Siendo las vías de comunicación el eje fundamental para el desarrollo socioeconómico de los pueblos, se dispuso la realización del estudio de la carretera.

#### 03.00.00.- Modalidad de Ejecución

El presente proyecto será ejecutado por **GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO** en la modalidad de administración directa., supervisada directamente.

#### 03.02.00.- Modalidad de Financiamiento

El financiamiento será mediante Fondo de Compensación Regional del Gobierno Regional de Ayacucho la administración será directa.

### **02.02.03 Fecha de Ejecución**

La fecha de ejecución será de acuerdo al desembolso por parte de Gobierno Regional de Ayacucho.

### **03.03.00 Localización**

#### **UBICACIÓN**

##### **POLITICA:**

REGION : Ayacucho  
 DEPARTAMENTO : Ayacucho  
 PROVINCIA : Lucanas  
 DISTRITO : San Pedro de Palco y Otopa  
 LUGAR : Palco, Capilla y Chavincha

##### **GEOGRAFIA:**

LATITUD SUR : 14° 29' 08"  
 LONGITUD W : 74° 41' 08"  
 ALTITUD : (2 539 m.s.n.m.)

El proyecto se localiza en la Región Alto Andina y está constituida principalmente por quebradas profundas y elevaciones, con un relieve geográfico inhóspito, topografía ondulada y accidentado con vegetación diversificada propia de la zona.

### **05.00.00 Vías de Acceso**

El acceso a la zona del proyecto es como a continuación se detalla;

#### **RUTA 01**

Palpa-Saramarca-Ocaña-Cañacaña-Sonconche-Palco;constituye una trocha carrozable de 98 Kilómetros.

#### **RUTA 02**

Palpa – desvío Ingenio (Km. 416 Panamericana Sur), Carretera asfaltada de 20 Km. Desvío Ingenio-Tulín, carretera asfaltada de 9 Km. Esta ruta acumula un total de 114 km.



**ruta 03**

Palpa Llauta- Laramate-Ocaña-Cañacaña-Sonconche-Palco-Trocha Carrozable de 149 Km., En épocas de lluvia cuando no hay acceso se realiza la ruta por las dos rutas anteriores.

**06.00.00 Objetivos y Fines**

Permitir un sistema de transporte que contribuya eficientemente en el desarrollo socio-económico de los pueblos beneficiarios, mejorando el sistema de comercialización e intercambio de los productos, abaratando los costos de producción como de transporte y consecuentemente mejorando el nivel cultural de los pobladores de la zona así como reduciendo las conducciones de extrema pobreza.

Integrar a los centros poblados que se encuentra a lo largo del proyecto en condiciones inhóspitas y deprimidas.

Brindar ocupación de la mano de obra temporal a los habitantes de la zona durante la ejecución y evitar la migración a las diferentes ciudades más desarrolladas como Ica, Nazca, Puquio y Lima.

**07.00.00 Aspectos Generales****a) Aspectos Físicos****Climatología**

El área de influencia del proyecto está tipificada como una zona lluviosa por su ubicación altitudinal, la temperatura en esta zona fluctúa entre los 12° C hasta los 25° C, registrándose temperaturas más bajas en los meses de junio, julio y agosto.

**b) Aspectos Económicos**

Las comunidades de Palco, Capilla y Chavincha (ámbito de las Cabezadas) se ubica al sur de la ciudad de Ayacucho dentro de la cual está comprendido, que cuenta con una población beneficiaria directa 2,200 habitantes y la zona del proyecto se caracteriza por una topografía con pendientes variadas con partes accidentados, limitando este la llegada de muchos servicios públicos y otras organizaciones de bien social.

### **Actividad Principal de la Población**

Las Actividades principales a las que se dedican las familias de la zona del proyecto están básicamente referidas a las actividades pecuarias y agrícolas: La Producción se destina en gran parte al autoconsumo por otro la población económicamente activa que varía entre el 20 al 30 % sale a ofertar su fuerza de trabajo fuera del predio, como fuente del sustento de los pobladores.

### **Comercio**

Aquí predominan las costumbres antiguas que es el trueque que llevan sus productos agrícolas y pecuarios a las ferias e intercambiar con productos que no producen en la zona y algunas necesidades secundarias.

En el sistema existente, los productores campesinos están en condiciones desventajoso para acceder y competir con grandes agricultores, dado que sus productos son de baja calidad, por la estacionalidad de su producción y altos costos que significa conducir una campaña agrícola y centros ganaderos, finalmente la presencia de intermediarios particularmente para el caso de fibras que distorsiona el mercado y los precios, siendo ellos los que obtiene mayores ganancias.

### **c) Aspectos Sociales de la Población**

La Población de la zona de influencia del proyecto, es relativamente joven, encontrándose el 20% en la zona urbana, mientras que el 80% se encuentra en el área rural.

### **Mano de Obra**

La mano de Obra en estas comunidades existe en su mayor parte no calificada por tal razón casi toda la población se dedica al ofrecimiento de la mano de obra en las obras que construye el estado principalmente por medio de las municipalidades, sierra Centro Sur y otros, mientras que una gran parte de la población se dedica a la actividad de la agricultura y ganadería tratando de sobre salir frente a las dificultades que se encuentra, como es la falta de trabajo para la mano de obra calificada, se retiran a la ciudad de Huamanga, Pisco y Lima en busca de trabajo, se hacen presente cuando las oportunidades de trabajo se presentan en la zona.

La mano de obra en la zona del proyecto generalmente es no calificada y suficiente para participar en la ejecución del proyecto.

### **Infraestructura Social en educación**

En el campo de la educación podemos decir que existen centros educativos tanto inicial, primaria y Colegio y existiendo de igual modo PRONOI,

#### **08.00.00 Problemática que resolverá el Proyecto**

La carretera, tiene como finalidad principal la integración de centros poblados que se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto Vial. Como parte de la carretera Longitudinal de Interconexión para así lograr una integración vial y económica. Entre otros logros de esta vía, será la de brindar un fácil acceso entre el mercado de consumo, que es la ciudad de Ayacucho, acortando y facilitando el tiempo de viaje y economizando en el flete de los productores.

Asimismo, como una alternativa frente al olvido del Gobierno Central a esta parte del país.

#### **09.00.00 Descripción del Proyecto**

El presente Proyecto consiste en la construcción de una trocha carrozable de 4.50 metros de ancho de rodadura, incluido cunetas de 0.50 m. De ancho a lo largo del eje proyectado, iniciándose a partir de la progresiva Km. 0+00 al km. 10+740 con excavación en superficie libre, peinado de talud y relleno con material granular en la base para la formación de plataforma, de acuerdo a los diseños y planos correspondientes;

#### **10.00.00 Costo y Duración del Proyecto**

##### **a).- Costo del Proyecto**

Costo directo	: 894,247.13
Gastos Generales (13.0 %)	: 116,252.13
<b>Costo Total (S/.)</b>	<b>: 1'010,499.26</b>

**b).- Duración del Proyecto**

El proyecto tendrá una duración de 4.0 mes desde el primer día de ejecución de la obra, siendo la época recomendable para su ejecución los meses de Mayo a Noviembre.

**META FISICA**

Meta Total del Proyecto: Construcción de Trocha-Echoca-Tinco-Capilla = 0+00-9+740 Km.

**META FINANCIERA**

Presupuestal Total : **1'010,499.26**

**Son UN Millón Diez Mil Cuatrocientos Noventa y Nueve con 26/100 Nuevos soles**

**INGENIERIA DEL PROYECTO**

El diseño de la Vía se ha realizado según las Especificaciones Técnicas referente a sobrecanchos, plazoletas de estacionamiento, tramos de descanso, alcantarillas, bermas y ancho de la plataforma para carreteras vecinales de 3er orden.

**Características de Diseño**

Según la jurisdicción está considerado dentro del sistema de vías vecinales.

Las características de diseño son:

Veloc. Direc., en tang	30.00 Km./hr.
Veloc. Direc., en curvas de volteo	10.00 Km./hr.
Ancho de explanación	5.00 m.
Calzada	4.00 m.
Radio Mínimo de Curva Horizontal	25.00 m.
Radio Mínimo de curva de volteo	15.00 m.
Pendiente Mínima	-9.00%
Pendiente Máxima excepcional	4.188%
Peralte máximo	6.0%
Peralte mínimo	3.0%
Sobre ancho máximo	2.31 m
Sobre ancho mínimo	0.33 m

Cunetas Triangulares	30 cm. x 50 cm.
Talud de Corte	Variable según tipo de terreno
Talud de relleno	1: 1 y 1:2
Plazoleta de cruce máximo cada 400 m.	3 m. x 30 m.

### **Secciones Transversales**

Se hicieron mediciones necesarias en cada estaca del eje, con cuyos datos se dibujó las secciones transversales, abarcando una amplitud de 15 m. a ambos lados del eje.

### **Cunetas**

Se indican en los planos de construcción de cunetas de 0.30 m de profundidad por 0.50 m de ancho de forma triangular, conforme se indican en las normas peruanas para el diseño de carreteras para zona lluviosa.

### **Plazoletas de Cruce**

Dado que la carretera únicamente tendrá una faja de rodadura de 4.00 m. de acuerdo a las Normas de Diseño para caminos Vecinales se han proyectado plazoletas de cruce ubicados a una distancia aproximada de 400 m. con las dimensiones de 3.m x 30m.

La Ubicación de estas ampliaciones de sección se indica en los planos de secciones transversales, sin embargo el lugar específico de emplazamiento puede ser variado en el proceso constructivo de acuerdo a la topografía del terreno y las facilidades de las mismas.

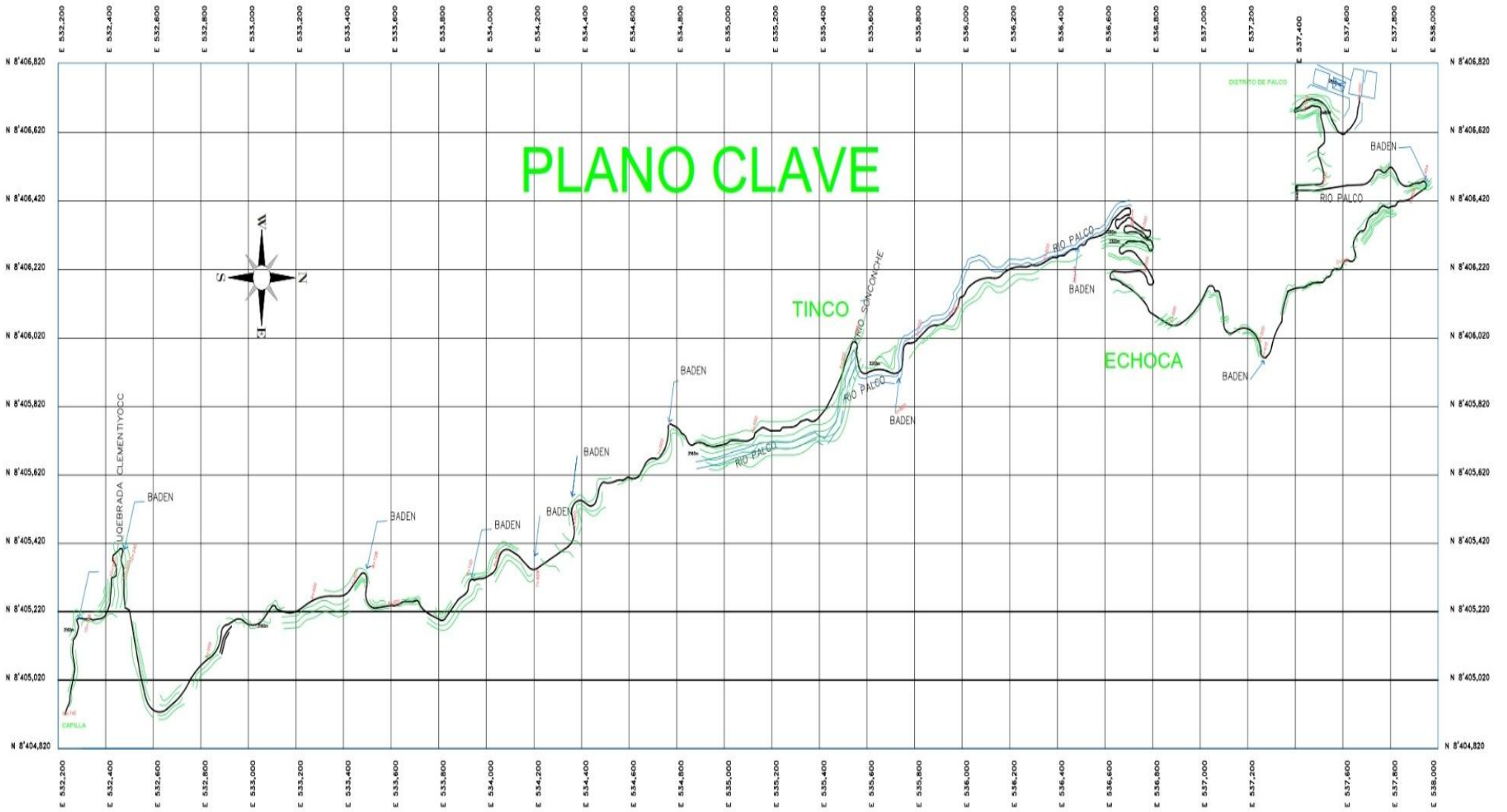
### **OBSERVACIONES**

Los materiales y herramientas requeridos, serán adquiridos en la ciudad de Ayacucho, traslados por las rutas 01 o 02 descrita anteriormente.

		<b>Presupuesto</b>		Fecha : 14/09/2006 9:26:33					
Obra	0491002	CONSTRUCCION CARRETERA PALCO-ECHOCA-TINCO-CAPILLA							
Fórmula	01	CONSTRUCCION CARRETERA PALCO							
Cliente		GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO							
Departamento	AYACUCHO	Provincia	LUCANAS	Tarjeta	0001	Costo al	17/01/2006		
				Distrito	SAN PEDRO DE PALCO				
Item	Descripción	Unida	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total		
01.00.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					24.484,16			
01.01.00	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3,60 X 2,40 M	UND	1,00	485,86	485,86				
01.02.00	CAMPAMENTO DE ADOBE TECHO CALAMINA	M2	80,00	57,85	4.628,00				
01.03.00	MIVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	2,00	2.853,00	5.706,00				
01.04.00	LIMPIEZA DE ARBUSTOS	KM	9,74	391,65	3.814,67				
01.05.00	TRAZO Y REPLANTEO DE EJE	KM	9,74	441,44	4.299,63				
01.06.00	TRASLADO DE MATERIAL EXPLOSIVO	VJE	1,00	5.550,00	5.550,00				
02.00.00	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS (EXPLANACION)</b>								
02.01.00	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	73.631,94	3,56	262.129,71				
02.02.00	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	14.659,04	7,92	116.099,60				
02.03.00	CORTE EN ROCA FIJA C/MAQUINARIA	M3	21.075,30	9,90	208.645,47				
02.04.00	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	12.798,43	5,29	67.703,69				
02.06.00	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	43.830,00	1,15	50.404,50				
03.00.00	<b>CUNETAS LATERALES</b>					704.982,97			
03.01.00	EXCAVACION PARA CUNETAS EN TIERRA COMPACTA	M3	517,05	6,00	3.102,30				
03.02.00	EXCAVACION PARA CUNETA EN ROCA SUELTA (PERF. Y DISP)	M3	187,50	9,15	1.715,63				
03.03.00	EXCAVACION PARA CUNETA EN ROCA FIJA (PERF. Y DIPS)	M3	163,95	27,98	4.587,32				
04.00.00	<b>MURO DE SOSTENIMIENTO EN MAMPOSTERIA DE PIEDRA</b>					9.405,25	738.872,38		
04.01.00	TRAZO Y REPLANTEO	M2	864,00	1,44	1.244,16				
04.02.00	EXCAVACION PARA MUROS DE SOSTENIMIENTO	M3	702,00	9,66	6.781,32				
04.03.00	CONCRETO CICLOPEO (70% PG.)	M3	702,00	134,62	94.503,24				
04.04.00	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	M3	2.175,14	12,71	27.646,03		130.174,75		
05.00.00	<b>FLETE MATERIALES</b>								
05.00.01	FLETE TERRESTRE	KG	140.000,00	0,18	25.200,00		25.200,00		
	COSTO DIRECTO						894.247,13		
	GASTOS GENERALES (13,0% CD)						116.252,13		
	PRESUPUESTO TOTAL						1.010.499,26		
<b>SON: UN MILLON DIEZ MIL CUATROCIENTOS NOVENTINUEVE Y 26/100 NUEVOS SOLES</b>									

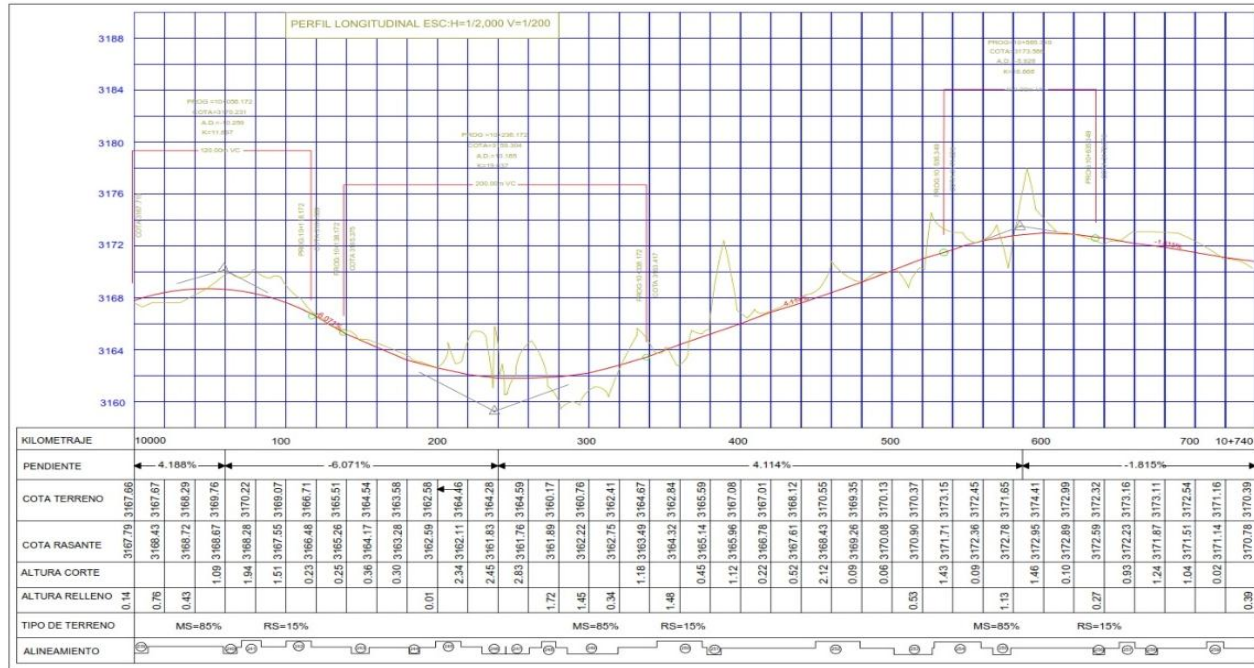
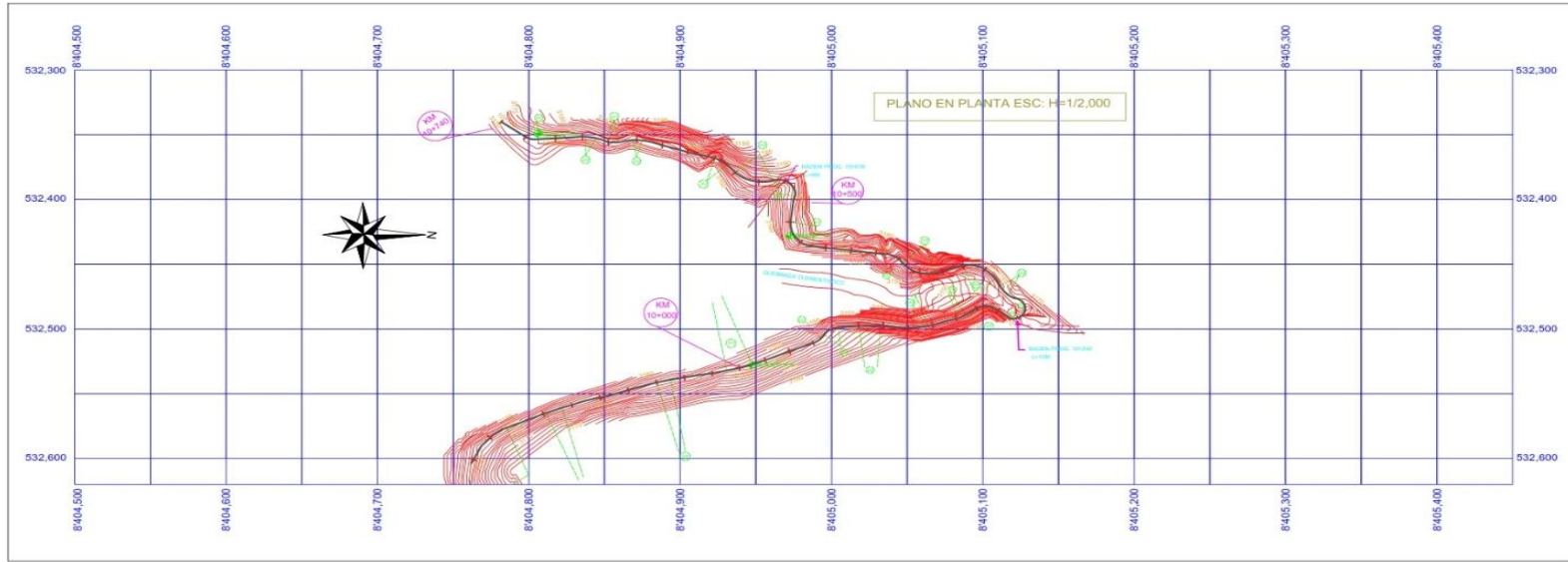
## PLANOS

# PLANO CLAVE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
PROYECTO: PLANO CLAVE	FECHA: 2024
ELABORADO POR: [Nombre]	REVISADO POR: [Nombre]
PROFESOR: [Nombre]	ESTUDIANTE: [Nombre]





N°	S	PI	COORDENADAS	EXT.	GRADIENTE	ANGULO	ELEMENTO DE CURVA	3	PC	PT
(M)	ESTE	NORTE	(M)	GRADOS	GRA	MIN	R (TANG)	(E-C)	(M)	(M)
239	I	10.000.249	53946.97	9801509.33	62.76	S 68-06-34 W	10	4	13	105
240	I	10.082.957	53949.97	9801495.58	14.36	S 37-45-49 W	31	-	45	16
241	D	10.070.099	53939.15	9801471.11	31.70	S 82-36-56 W	45	33	7	14
242	D	10.109.004	53937.71	9801470.03	40.57	N 86-45-55 W	10	37	9	30
243	I	10.149.606	53937.21	9801472.32	36.65	S 79-25-06 W	22	48	59	30
244	I	10.185.499	53927.24	9801460.24	23.68	S 57-45-21 W	13	19	45	38
245	D	10.209.149	53925.36	9801447.37	33.11	N 58-04-12 W	64	80	27	15
246	I	10.240.178	53925.36	9801464.08	20.80	S 31-55-48 W	90	-	-	12
247	I	10.255.807	53924.68	9801447.91	23.13	S 59-04-42 E	90	-	-	12
248	D	10.274.706	53924.29	9801435.68	32.35	S 30-56-63 E	27	8	9	20
249	I	10.306.870	53920.92	9801407.94	62.37	N 72-12-43 E	76	51	15	25
250	D	10.363.106	53910.31	9801426.99	24.72	S 41-54-21 E	85	52	56	26
251	I	10.384.024	53926.02	9801409.60	66.60	S 36-24-14 E	44	30	3	12
252	D	10.470.130	53943.25	9801463.17	43.33	S 08-12-34 W	94	36	58	18
253	I	10.524.138	53949.21	9801449.49	49.38	N 66-56-24 E	121	16	11	12
254	D	10.547.201	53944.36	9801356.31	32.85	S 41-54-08 E	71	9	28	25
255	I	10.574.614	53942.77	9801322.45	64.86	S 75-30-39 E	33	22	30	20
256	I	10.603.338	53924.72	9801314.17	19.41	S 76-35-54 E	28	7	27	15
257	D	10.627.594	53943.60	9801320.67	16.11	S 69-43-34 E	33	48	31	18
258	I	10.673.377	53958.71	9801315.09	42.88	N 63-39-10 E	26	37	15	16
259	D	10.716.122	53960.33	9801319.83	24.37	S 55-10-40 E	41	10	2	15

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

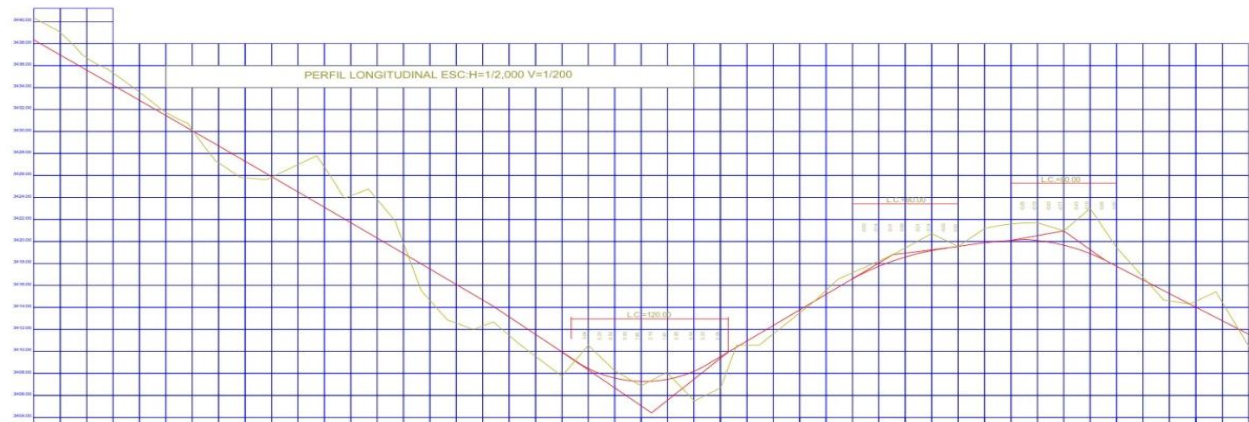
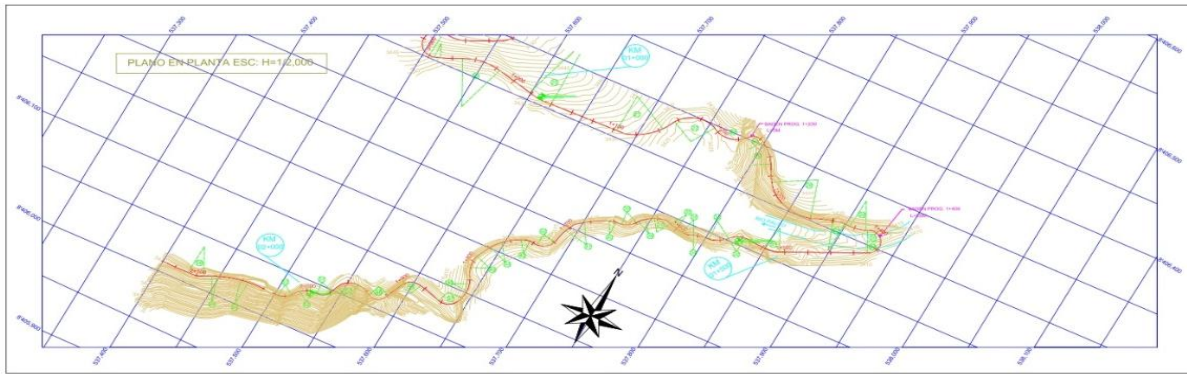
PROYECTO: CONST. TROCHA CARROZABLE PALCO-ECHOCA-TIRICO-CAPILLA

PLANO FINAL: PLANTA (KM 10+000 AL KM 10+740)

UBICACION: Lugar: Palco-Capilla, Prov.: Luzerna

FECHA: 10/07/2014

REVISADO: [Signature]



ELEMENTO DE CURVAS HORIZONTALES													
ST	PC	COORDENADAS	GRU	ABRUE	ANGULO	ELEMENTO DE CURVAS				PC	PT		
(M)	(M)	(E, N)	(M)	(M)	(GR)	RA	MM	MS	(K)	(M)	(M)		
10	1370.193	138000.00	138000.00	138000.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.193	1370.193		
11	1370.276	138077.00	138077.00	138077.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.276	1370.276		
12	1370.297	138164.00	138164.00	138164.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.297	1370.297		
13	1370.287	138251.00	138251.00	138251.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
14	1370.287	138338.00	138338.00	138338.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
15	1370.287	138425.00	138425.00	138425.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
16	1370.287	138512.00	138512.00	138512.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
17	1370.287	138599.00	138599.00	138599.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
18	1370.287	138686.00	138686.00	138686.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		
19	1370.287	138773.00	138773.00	138773.00	90.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1370.287	1370.287		

KILOMETRAJE	PENDIENTE	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE (m)	ALTURA DE RELLENO	TIPO DE TERRENO	ALINEAMIENTO
1400+00	S = -7.00 % en 1470.00 Mts.	2416.32	2416.32	0.00	0.00	MS=55%	09
1402+00		2416.95	2416.95	0.00	0.00		
1404+00		2416.55	2416.55	0.00	0.00		
1406+00		2416.15	2416.15	0.00	0.00		
1408+00		2415.75	2415.75	0.00	0.00		
1410+00		2415.35	2415.35	0.00	0.00		
1412+00		2414.95	2414.95	0.00	0.00		
1414+00		2414.55	2414.55	0.00	0.00		
1416+00		2414.15	2414.15	0.00	0.00		
1418+00		2413.75	2413.75	0.00	0.00		
1420+00	S = -2.00 % en 190.00 Mts.	2413.35	2413.35	0.00	0.00		
1422+00		2412.95	2412.95	0.00	0.00		
1424+00		2412.55	2412.55	0.00	0.00		
1426+00		2412.15	2412.15	0.00	0.00		
1428+00		2411.75	2411.75	0.00	0.00		
1430+00		2411.35	2411.35	0.00	0.00		
1432+00		2410.95	2410.95	0.00	0.00		
1434+00		2410.55	2410.55	0.00	0.00		
1436+00		2410.15	2410.15	0.00	0.00		
1438+00		2409.75	2409.75	0.00	0.00		
1440+00		2409.35	2409.35	0.00	0.00		
1442+00		2408.95	2408.95	0.00	0.00		
1444+00		2408.55	2408.55	0.00	0.00		
1446+00		2408.15	2408.15	0.00	0.00		
1448+00		2407.75	2407.75	0.00	0.00		
1450+00		2407.35	2407.35	0.00	0.00		
1452+00		2406.95	2406.95	0.00	0.00		
1454+00		2406.55	2406.55	0.00	0.00		
1456+00		2406.15	2406.15	0.00	0.00		
1458+00		2405.75	2405.75	0.00	0.00		
1460+00		2405.35	2405.35	0.00	0.00		
1462+00		2404.95	2404.95	0.00	0.00		
1464+00		2404.55	2404.55	0.00	0.00		
1466+00		2404.15	2404.15	0.00	0.00		
1468+00		2403.75	2403.75	0.00	0.00		
1470+00		2403.35	2403.35	0.00	0.00		
1472+00		2402.95	2402.95	0.00	0.00		
1474+00		2402.55	2402.55	0.00	0.00		
1476+00		2402.15	2402.15	0.00	0.00		
1478+00		2401.75	2401.75	0.00	0.00		
1480+00		2401.35	2401.35	0.00	0.00		
1482+00		2400.95	2400.95	0.00	0.00		
1484+00		2400.55	2400.55	0.00	0.00		
1486+00		2400.15	2400.15	0.00	0.00		
1488+00		2399.75	2399.75	0.00	0.00		
1490+00		2399.35	2399.35	0.00	0.00		
1492+00		2398.95	2398.95	0.00	0.00		
1494+00		2398.55	2398.55	0.00	0.00		
1496+00		2398.15	2398.15	0.00	0.00		
1498+00		2397.75	2397.75	0.00	0.00		
1500+00	S = -4.30 % en 198.17 Mts.	2397.35	2397.35	0.00	0.00		
1502+00		2396.95	2396.95	0.00	0.00		
1504+00		2396.55	2396.55	0.00	0.00		
1506+00		2396.15	2396.15	0.00	0.00		
1508+00		2395.75	2395.75	0.00	0.00		
1510+00		2395.35	2395.35	0.00	0.00		
1512+00		2394.95	2394.95	0.00	0.00		
1514+00		2394.55	2394.55	0.00	0.00		
1516+00		2394.15	2394.15	0.00	0.00		
1518+00		2393.75	2393.75	0.00	0.00		
1520+00	S = -4.81 % en 21.83 Mts.	2393.35	2393.35	0.00	0.00		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

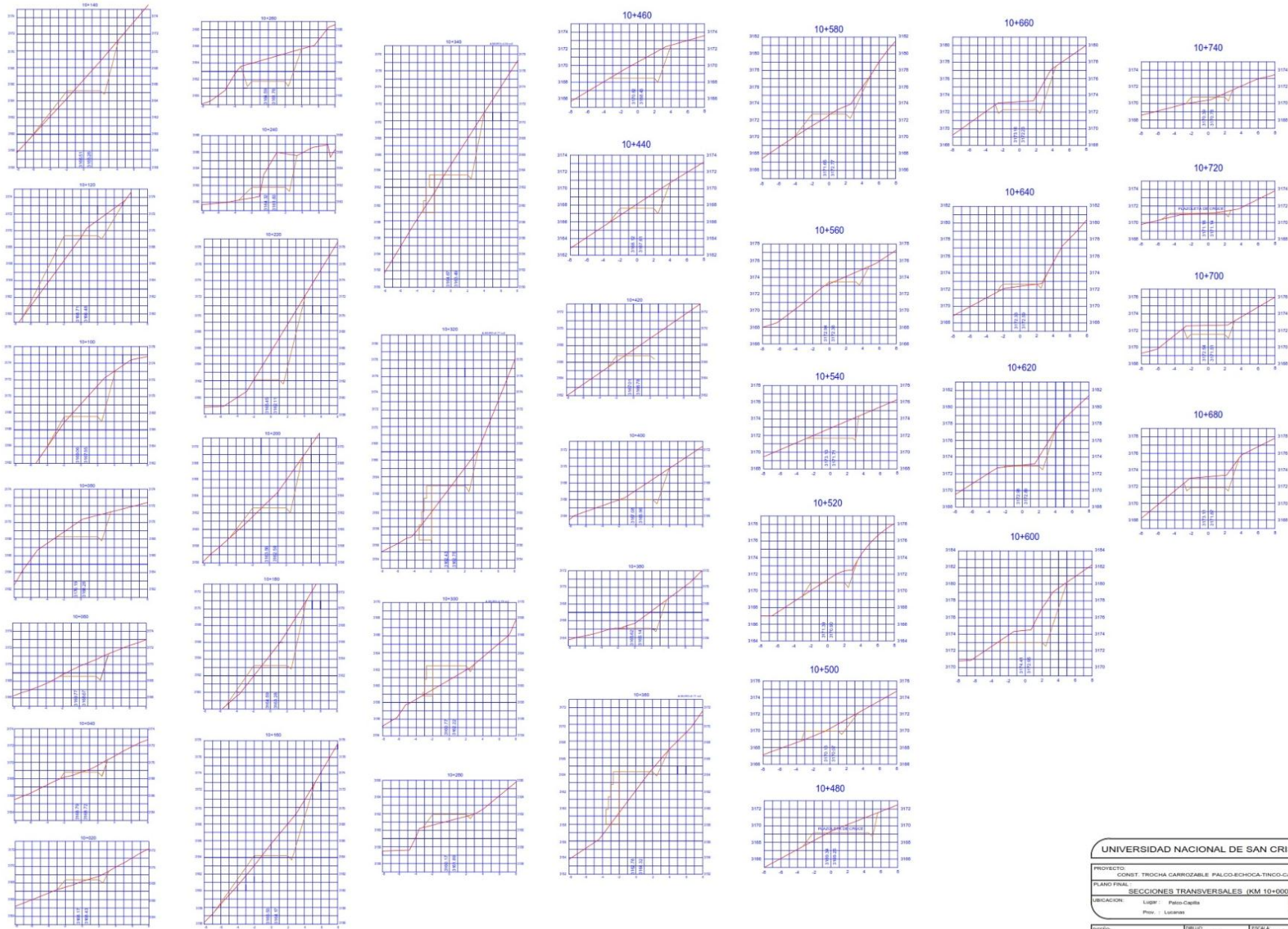
PROYECTO: CONIST. TRONCA CARRIZABLE PALCO-ECHOCA-TINCO-CAPILLA

PLANO FINAL: PLANTA (KM 1+000 AL KM 2+000)

ELABORACION: Legui, Palco Capilla, Dini, San Pedro de Palco, Pineda, Apurimac

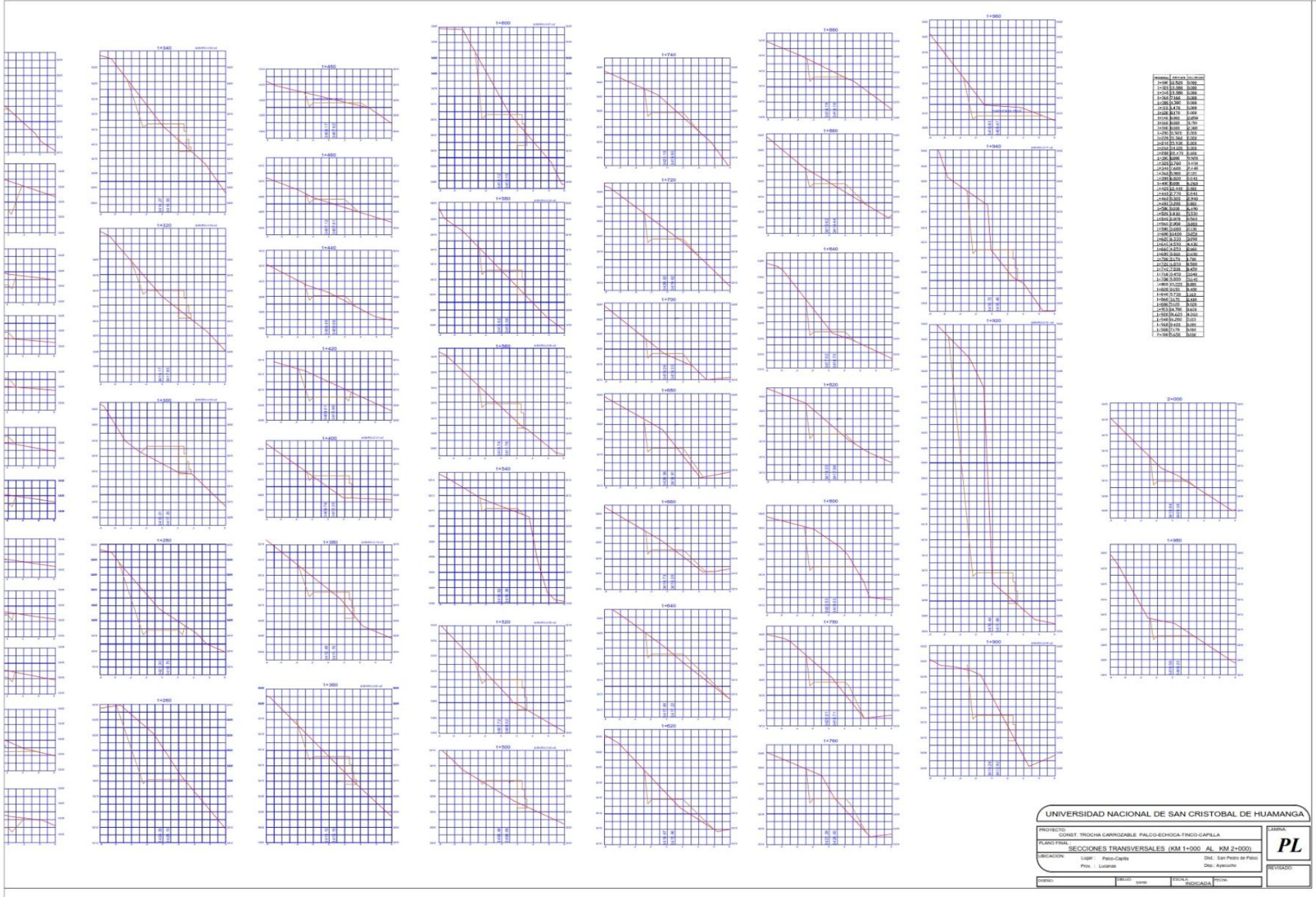
REVISADO:

INDICADA



Estación	Altura	Observaciones
10+180	3150	
10+190	3150	
10+200	3150	
10+210	3150	
10+220	3150	
10+230	3150	
10+240	3150	
10+250	3150	
10+260	3150	
10+270	3150	
10+280	3150	
10+290	3150	
10+300	3150	
10+310	3150	
10+320	3150	
10+330	3150	
10+340	3150	
10+350	3150	
10+360	3150	
10+370	3150	
10+380	3150	
10+390	3150	
10+400	3150	
10+410	3150	
10+420	3150	
10+430	3150	
10+440	3150	
10+450	3150	
10+460	3150	
10+470	3150	
10+480	3150	
10+490	3150	
10+500	3150	
10+510	3150	
10+520	3150	
10+530	3150	
10+540	3150	
10+550	3150	
10+560	3150	
10+570	3150	
10+580	3150	
10+590	3150	
10+600	3150	
10+610	3150	
10+620	3150	
10+630	3150	
10+640	3150	
10+650	3150	
10+660	3150	
10+670	3150	
10+680	3150	
10+690	3150	
10+700	3150	
10+710	3150	
10+720	3150	
10+730	3150	
10+740	3150	
10+750	3150	
10+760	3150	
10+770	3150	
10+780	3150	
10+790	3150	
10+800	3150	
10+810	3150	
10+820	3150	
10+830	3150	
10+840	3150	
10+850	3150	
10+860	3150	
10+870	3150	
10+880	3150	
10+890	3150	
10+900	3150	
10+910	3150	
10+920	3150	
10+930	3150	
10+940	3150	
10+950	3150	
10+960	3150	
10+970	3150	
10+980	3150	
10+990	3150	
10+1000	3150	

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>			
PROYECTO: CONST. TROCHA CARROZABLE PALCO-ECHOCA-TINCO-CAPILLA			
PLANO FINAL: SECCIONES TRANSVERSALES (KM 10+000 AL KM 10+740)			
UBICACION: Lugar : Palco-Capilla		Dist.: San Pedro de Palco	
Prov.: Llanos		Dep.: Ayacucho	
DISEÑO	REVISADO	ESCALA	FECHA
	delv	1:500	ENE/2014
			<b>PL</b>
			REVISADO:



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA**

PROYECTO: CONSEY. TRONCA CARROZABLE PALCO-ECHOCA-TRIGO-CAPILLA	<b>PL</b>
PLANO FINAL SECCIONES TRANSVERSALES (KM 1+000 AL KM 2+000)	
LIBRACION: Lugar: Palco-Cajitas Prov.: Lucanas Dpt.: Ayacucho	REVISADO:
ELABORADO: DISEÑO: REVISADO:	ESCALA: INDICADA