

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**" ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE LA  
CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA Km. 0+000 -  
Km. 12+277.2"**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

**BACH. LUIS DELGADO HIDALGO  
BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS**

**ASESOR**

**ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ**

**MORALES - PERÚ**

**2011**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE LA  
CARRETERA MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA Km.  
0+000 – Km. 12+277.2

## TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

POR:

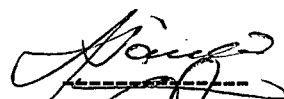
BACH. LUIS DELGADO HIDALGO  
BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

Ing. RUBEN DEL AGUILA PANDURO  
Presidente:



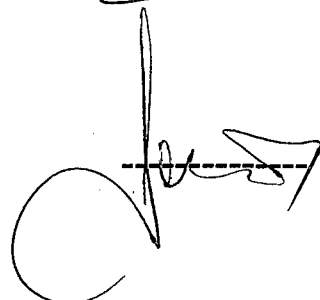
Ing. VICTOR HUGO SANCHEZ MERCADO  
Secretario:



Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP  
Miembro:



Ing. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ  
Asesor:



## DEDICATORIA

*A nuestros padres por el apoyo y confianza que pusieron en nosotros, para ahora ver realizado nuestro más grande anhelo.*

*A mis hermanos que supieron atenderme en todo momento durante esta etapa de mi vida.*

*A Piero razón fundamental para seguir adelante, hasta conseguir lo que me propuse y llegar a cumplir mi objetivo*

## AGRADECIMIENTO

***A nuestros padres por impulsarnos en todo momento en nuestra carrera, y salir adelante para llegar a nuestra meta, y de esa manera ver realizado nuestro deseo más grande.***

***A nuestro asesor y docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, por la formación impartida en las aulas.***



## ÍNDICE GENERAL

		<b>Pág.</b>
	Aprobación de Texto	ii
	Dedicatoria	iii
	Agradecimiento	iv
	Índice	v
	Resumen	xiii
<b>I.</b>	<b>Introducción</b>	
	1.1 Generalidades	1
	1.2 Exploración preliminar orientando la investigación	1
	1.3 Aspectos Generales del Estudio	2
<b>II.</b>	<b>Marco Teórico</b>	
	2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver	10
	2.1.1 Antecedentes del problema	10
	2.1.2 Planteamiento y formulación del Problema	11
	2.2 Objetivos: General y Específico	12
	2.3 Justificación de la Investigación	13
	2.4 Delimitación de la investigación	13
	2.4.1 Alcances	13
	2.4.2 Limitaciones	14
	2.5 Marco Teórico	14
	2.5.1 Antecedentes de la Investigación	14
	2.5.2 Fundamentación Teórica de la Investigación	15
	2.5.2.1 Aspecto Socioeconómico	15
	2.5.2.2 Aspectos Topográficos	15

2.5.2.3	Aspectos Sobre el Diseño Geométrico	18
2.5.2.4	Aspectos Sobre Mecánica de Suelos	43
2.5.2.5	Aspectos Hidrológicos	56
2.5.2.6	Aspectos sobre el Diseño del Drenaje Vial – Obras de Arte	63
2.5.2.7	Aspectos Sobre el Diseño de Pavimentos	73
2.5.2.8	Aspectos Sobre Señalización	77
2.5.2.9	Aspectos Sobre el Impacto Ambiental	77
2.5.3	Marco Conceptual: Terminología básica	84
2.5.4	Marco Histórico	86
2.6	Hipótesis	86

### **III. Materiales y Métodos**

3.1	Materiales	87
3.1.1	Recursos Humanos	87
3.1.2	Equipos	87
3.1.3	Materiales	87
3.2	Metodología	88
3.2.1	Universo, Muestra y Población	88
3.2.2	Sistema de Variables	88
3.2.3	Diseño del Método de la Investigación	89
3.2.4	Diseño de Instrumentos	89
3.2.5	Procesamiento de Información	90
3.2.5.1	Metodología Utilizada en el Diagnostico Socio – Económico	90
3.2.5.2	Metodología Utilizada en el Reconocimiento de Rutas	91
3.2.5.3	Determinación de los Parámetros de Diseño de la Vía	91
3.2.5.4	Estudio de Suelos y análisis de Laboratorio de Suelos	92
3.2.5.5	Estudio de Canteras	93

3.2.5.6	Estudio de tráfico	93
3.2.5.7	Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado	94
3.2.5.8	Sobre el Análisis de Tormentas	96
3.2.5.9	Determinación de los Elementos de Curva Horizontal y Estacados de los PI, PC y PT	98
3.2.5.10	Comprobación de Visibilidad en una Curva Horizontal	100
3.2.5.11	Caudal de Cunetas y Alcantarillas	101
3.2.5.12	Evaluación ambiental	103

#### **IV. Resultados**

4.1	Estudio Socio Económico	113
4.2	Estudios de Ingeniería	113
4.2.1	Estudios Topográficos	114
4.2.2	Estudio de Mecánica de Suelos	117
4.2.3	Estudio de Cantera	119
4.2.4	Estudio Hidrológico	120
4.2.5	Diseño de las Obras de Arte	126
4.2.6	Estudio de Trafico	128
4.2.7	Diseño de Pavimento	129
4.3	Resultados del Estudio de Impacto Ambiental	129
4.3.1	Línea base	129
4.3.2	Fuentes de Impacto Ambiental	131
4.3.3	Ficha de Evaluación Ambiental	132
4.3.4	Resumen de Evaluación ambiental	135
4.3.4.1	Diagnóstico	135
4.3.4.2	Principales Impactos Identificados	135
4.3.4.3	Principales Medidas Ambientales a ser Consideradas en el Proyecto (Plan de Manejo Ambiental)	136
4.3.4.4	Plan de Monitoreo	137

#### **V. Análisis y discusión de los Resultados**

5.1	Estudio Socioeconómico	138
5.2	Estudios de Ingeniería	138
5.2.1	Mecánica de Suelos	138
5.2.2	Diseño del Pavimento	139
5.2.3	Parámetros Hidrológicos	139
5.2.3.1	De las intensidades	139
5.2.3.2	De los caudales	140
5.2.3.3	De las alcantarillas	140
5.2.3.4	De las cunetas	140
5.2.4	Diseño Geométrico de la Carretera	141
5.2.5	Diseño de Obras de Arte	141
5.3	Estudio de Impacto Ambiental	142
5.4	Contrastación de Hipótesis	142
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	
6.1	Conclusiones	143
6.2	Recomendaciones	143
<b>VII.</b>	<b>Bibliografía</b>	145
<b>VIII.</b>	<b>Anexos:</b>	
Anexo N° 01:	Análisis Granulométrico por Tamizado	148
Anexo N° 02:	Contenido de Humedad	149
Anexo N° 03:	Determinación del Límite Líquido y Limite Plástico	150
Anexo N° 04:	Relaciones Humedad Densidad	151
Anexo N° 05:	Gráficos C.B.R.	152
Anexo N° 06:	Abrasión	153
Anexo N° 07:	Estudio de Canteras	154
Anexo N° 08:	Radios Mínimos para curvas de volteo	155
Anexo N° 09:	Valores de Sobre ancho	156

Anexo N° 10: Longitudes mínimas de transición de peraltes	157
Anexo N° 11: Cálculo de los elementos de Curvas	158
Anexo N° 12: Fórmula de Manning en conductos cerrados	159
Anexo N° 13: Diseño Hidráulico de las obras de arte	160
Anexo N° 14: Planos	161

### ÍNDICE DE TABLAS:

NÚMERO		PÁG.
1.	Valores de la velocidad directriz	24
2.	Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar	25
3.	Coefficientes de fricción lateral	30
4.	Pendientes para carreteras	32
5.	Longitudes máximas de pendiente máximas	32
6.	Distancia de visibilidad de parada	34
7.	Longitud de curva recomendables	35
8.	Ancho de calzada en tangente	40
9.	Taludes de corte	42
10.	Taludes de relleno	42
11.	Juego de mallas para la prueba granulométrica	43
12.	Nombre de los granos según su tamaño	44
13.	Estados de un suelo remoldeado haciendo variar su contenido de agua	45
14.	Valores de la presión del pistón en el ensayo de CBR	47
15.	CBR de acuerdo a la clasificación de suelos	47
16.	Valores del coeficiente de escurrimiento	62
17.	Velocidades máximas recomendadas en función de las características del suelo	67
18.	Comparación de las velocidades limitadoras para el agua y los valores de la fuerza de tracción para el proyecto de cauces estables	69
19.	Espesor de la capa de afirmado para carreteras rurales nuevas o rehabilitadas.	76
20.	Valores relativos de soporte	95
21.	Cuestionario para obtener la Línea Base	104
22.	Fuentes de Impacto Ambiental	107
23.	Ficha de Evaluación Ambiental	108
24.	Grado de los impactos ambientales	111

25.	Proyección de la población	113
26.	Coordenadas de los PIS de la ruta	114
27.	Resultados de las pruebas obtenidas en el laboratorio de mecánica de suelo	118
28.	Resultados obtenidos pruebas CBR	119
29.	Resultados del estudio de canteras	119
30.	Precipitación máxima en 24 horas (mm) - Estación Tocache	120
31.	Precipitación máxima en 24 horas (mm) - Estación Uchiza	121
32.	Precipitación máxima en 24 horas (mm) corregida - Estación Uchiza	121
33.	Precipitación máxima por año caída en 24 horas	122
34.	Prueba de ajuste de los datos observados mediante Log Pearson tipo III - Estación: Uchiza corregido	123
35.	Prueba de ajuste de los datos observados mediante Gumbel – Estación: Uchiza corregido	124
36.	Valores probables de precipitación máxima en 24 horas según el ajuste de los datos a distintas funciones de probabilidad	125
37.	Distribución porcentual de la Pmax.	125
38.	Distribución porcentual de la lmax.	126
39.	Resultados del cálculo de diámetro de las alcantarillas tipo ARMCO mediante la fórmula racional	127
40.	Resultados del cálculo de dimensiones de alcantarillas tipo cajón mediante la fórmula racional	127
41.	Resultados del cálculo de dimensiones de badenes mediante la fórmula racional	128
42.	Proyección de tráfico	129
43.	Resultado de la línea base	129
44.	Fuentes de impacto ambiental	131
45.	Ficha de evaluación ambiental	132

**ÍNDICE DE CUADROS:**

<b>NÚMERO</b>		<b>PÁG.</b>
1.	Población	3
2.	Población total por área urbana y rural y sexo del Departamento de San Martín- Provincia Tocache- Distrito Nuevo Progreso	4
3.	Crecimiento poblacional departamento	4
4.	Crecimiento poblacional provincial	5
5.	Crecimiento poblacional distrital	5
6.	Crecimiento poblacional proyectado distrital	6
7.	Población total por grupos de edad por distrito	6
8.	Población económicamente activa (pea) de 15 a más años por actividad económica	7
9.	Indicadores básicos nivel socioeconómico	9
10.	Población por sexo según localidad	113
11.	Principales impactos identificados	135
12.	Plan de manejo ambiental	136
13.	Plan de monitoreo	137

**ÍNDICE DE GRÁFICOS:**

<b>NÚMERO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Derecho de vía en zonas urbanas	22
2.	Derecho de vía en zonas de cultivo	23
3.	Derecho de vía en zonas de montaña o terrenos eriazos	23
4.	Elementos geométricos de una curva circular simple	29
5.	Idealización de curva vertical	33
6.	Parábola de eje vertical, perfectamente simétrica	37
7.	Elementos de la sección transversal	38
8.	Dimensiones mínimas para cunetas	65
9.	Elementos de las curvas horizontales	99
10.	Población por sexo según localidad	113

**ÍNDICE DE PLANOS:**

- 1 Plano Clave
- 2 Plano de Ubicación de calicatas, canteras y puntos de Agua
- 3 Planos de Planta y Perfil Longitudinal del Km. 0+000 al Km. 12+277
- 4 Planos de Secciones Transversales del Km. 0+000 al Km. 12+277
- 5 Plano de Detalles



## **RESUMEN**

El presente trabajo de Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, se ha desarrollado con la finalidad de efectuar un aporte técnico para contribuir a resolver un problema de variedad local, que al ser ejecutado permitirá contar con un apoyo al desarrollo socioeconómico de la población beneficiada.

La investigación es de tipo aplicada y se ha llevado a cabo por la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollando el proyecto en la Provincia de Tocache, en la Región San Martín. Este trabajo se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, mecánica de suelos, impacto ambiental, hidrología, drenaje vial, concreto y afines, y que han permitido contar con el estudio definitivo del tramo carretero ya nombrado.

Los resultados evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y resultados alternativos contundentes, que luego de un sesudo análisis pueden ser presentados en forma de proyecto definitivo, evaluando la factibilidad en todo el contexto, optimizando la vialidad.

## **RESUME**

The current Thesis was chosen for Professional Title of Civil Engineer, has been developed with the purpose of carrying out a contribution technical-scientist to contribute to solve a problem of local variety that to the executed being will allow to tell on a wagon section that it will help to the socioeconomic development of the benefited population.

The investigation type is applied and it has been carried by the Faculty of Civil Engineering, of the National University of San Martín, developing the project in the Province of Mariscal Cáceres, Region of San Martín. This work has been developed applying on the land the theories and existing norms of topography, ground mechanics, environmental impact, hydrology, road, concrete drainage and other relatives by marriage, and that have allowed to count on the definitive study of the highway already named.

The results demonstrate evidently that it is possible to achieve, from the proper application of the theories, studies and alternative results convincing, that after a judicious analysis can be presented in final draft form, evaluating the feasibility of the whole context, optimizing the road. This, actually means that the elaborated project had an evaluation of alternative routes having itself determined but the optimal one and settling down the most advisable budget, which gives a feasible project us to execute, putting it to disposition of which it corresponds, to transact its financing and execution, doing possible that the National University of San Martín executes it's contribution in favor of the Sanmartinense society.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 GENERALIDADES**

En nuestro país el sistema vial se encuentra todavía con muchas carencias, por lo que no se llega a cubrir las necesidades de los pueblos, especialmente en los lugares más alejados; esto conlleva a que la producción anual de dichas zonas se vea afectado, motivo por el cual los productos no pueden llegar a los principales mercados de la zona.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social.

## **1.2 EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de la vialidad y de los transportes es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos, en la región San Martín se tienen dificultades para superar los obstáculos naturales y para mejorar su accesibilidad entre ellos, en razón de las particulares características de nuestra topografía y climas propios de nuestra región. La integración es una necesidad no satisfecha desde el punto de vista social, económico y geopolítico; y como medio de transporte a las carreteras les toca cubrir ese anhelo de las poblaciones que una las infraestructuras viales para atender las necesidades de movilizar personas y mercaderías, en capacidad y condiciones idóneas, aspectos mediante los cuales inciden en su progreso social y económico.

La región San Martín, necesita de un plan de desarrollo de la red vial nacional, departamental y vecinal; para integrarse como una unidad al país, y logrando mediante la interconexión satisfacer necesidades del comercio, salud y recreación, generando condiciones para conseguir elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

Al interior de nuestra región se puede apreciar que aún existen caseríos, centros poblados, comunidades y distritos, que no cuentan con carreteras adecuadas y

siendo en la mayoría de los casos la existencia de trochas carrozables que no cumplen con el nivel de servicio mínimo para considerarse adecuadas.

Tomando nota de la importación que enviste contar con redes viales y frente a la necesidad no satisfecha de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado la presente tesis con el nombre “ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA Km. 0+000 – Km. 12+277.2”

## **1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO**

### **1.3.1 CARACTERISTICAS GENERALES**

#### **1.3.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA Y POLITICA**

Desde un punto de vista político la zona a tratar en el estudio se encuentra ubicado en la jurisdicción del distrito de Nuevo Progreso, Provincia de Tocache, siendo beneficiarios las localidades de Manteca, La Florida y Alto Uchiza. Geográficamente ubicado en las Coordenadas UTM 9069292 Norte, 354096 Este y una elevación de 550 msnmm.

#### **1.3.1.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y TOPOGRAFICAS**

Por su ubicación Geográfica, la temperatura en la zona alcanza en promedio los 22.5° C, y precipitaciones en todo el año, siendo máximas en los meses de Noviembre a Mayo, no existe estación meteorológica alguna en la zona, por lo que se ha tomado como referencia los datos obtenidos en la oficina del SENAMHI para la estación meteorológica Naranjillo, situado cerca de la zona del proyecto, estos datos registran precipitaciones que varían desde 3.00 mm (Meses Abril, Junio y Agosto) hasta 2500 mm (Mes de Noviembre) para la Serie Histórica 1975 – 2010.

La topografía en que se desarrolla el proyecto de tesis pertenece a la característica de la zona selva, con variaciones del terreno de ondulado a accidentada.

La vegetación en la zona es abundante y variada.

### 1.3.1.3 CENTROS POBLADOS Y ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia es el corredor a lo largo de la vía dentro del cual la población utiliza el camino para su desplazamiento y la realización de actividades económicas y sociales, considerándose en áreas de influencia Directa e Indirecta. El Área de Influencia Directa (AID), es una faja de 100 m de ancho (50 m a cada lado del eje) a lo largo de la vía en estudio; en tanto que el Área de Influencia Indirecta, 2.5 Km a cada lado de la vía.

### POBLACIÓN TOTAL

La Población del distrito del área de influencia del proyecto, según el INEI al año 2007, asciende a 11,170 habitantes, distribuidas o ubicadas espacialmente en una área de 860.98 Km<sup>2</sup>, con una densidad poblacional de 12.97 Habitantes/Km<sup>2</sup>. (Cuadro N° 01).

CUADRO N° 01: POBLACIÓN

DPTO.	PROVINCIA	DISTRITO	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	POBLACION TOTAL A 2005	POBLACION TOTAL A 2007	DENSIDAD POBLACIONAL AL 2007
SAN MARTIN			51,253.31	669,973	728,808	14.22
	TOCACHE		5,865.44	64,723	72,346	12.33
		NUEVO PROGRESO	860.98	9,569	11,170	12.97

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2005 - 2007

La población total del departamento de San Martín, según el censo realizado por INEI el 2007, alcanzo a 728,808 habitantes.

En la Provincia de Tocache se registra una población al 2007, de 72,346 habitantes.

La población total del distrito de Nuevo Progreso al año 2007, representa el 15.44% de la población provincial.

En el distrito, donde se ubica el área de influencia del proyecto, el 26.6 % de la población total se ubica en el ámbito Urbano y el 73.4 % se encuentra

especialmente en el ámbito Rural (Cuadro No. 02) de la población total el 44.60 % son mujeres, y el 55.40 % son hombres.

**CUADRO N° 02 POBLACIÓN TOTAL POR AREA URBANA Y RURAL Y SEXO  
DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN- PROVINCIA TOCACHE- DISTRITO NUEVO  
PROGRESO**

POBLACION TOTAL	POBLACION			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
DPTO. SAN MARTIN	728,808	382,517	346,291	472,755	242,171	230,584	256,053	140,346	115,707
%	100	52.5	47.5	100	51.2	48.8	100	54.8	45.2
PROV. TOCACHE	72,346	40,508	31,838	36,510	19,730	16,780	35,836	20,778	15,058
%	100	56.0	44.0	100	54.0	46.0	100	58.0	42.0
DISTRITO NUEVO PROGRESO	11,170	6,184	4,986	2,972	1,587	1,385	8,198	4,597	3,601
%	100	55.4	44.6	100	53.4	46.6	100	56.1	43.9

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

## **CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN**

### **A NIVEL REGIONAL**

A nivel del departamento de San Martín, se observa que de acuerdo a los Censos de Población efectuados en los años 1961, 1972, 1981, 1993, 2005 y 2007, muestra que la evolución de la población, ha tenido una tendencia histórica variada en sus tasas de crecimiento, es decir, para el periodo de 1961-1972 (3.0 %), para el periodo 1972-1981 (4.0 %), para el periodo 1981-1993 (4.6 %), para el periodo 1993 – 2005 (1.8 %) y para el periodo 2005 – 2007 (4.4 %), observándose una tendencia creciente en las tasas de crecimiento poblacional.

**CUADRO N° 03 CRECIMIENTO POBLACIONAL DEPARTAMENTO**

DPTO. SAN MARTÍN	CENSO 2005	CENSO 2007
Población Total	669,973	728,808
Tasa de Crecimiento		4.39 %

### A NIVEL PROVINCIAL

En relación a la Provincia de Tocache, esta se crea con Ley No. 24016 del 06.12.1984, contando con información censal histórica a partir del censo de 1993.

CUADRO N° 04 CRECIMIENTO POBLACIONAL PROVINCIAL

PROVINCIA	POBLACION TOTAL CENSO 2005	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	POBLACION TOTAL CENSO 2007
Tocache	64,723	5.89 %	72,346

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2005-2007

### A NIVEL DISTRITAL

El distrito Nuevo Progreso es de creación en el año de 1984, posterior al Censo de Población y Vivienda de 1981, por lo que el histórico de población se tiene registrado desde el censo de 1993.

El distrito se crea mediante Ley No. 24016 del 06 de diciembre de 1984.

CUADRO N° 05 CRECIMIENTO POBLACIONAL DISTRITAL

DISTRITO	POBLACION TOTAL CENSO 2005	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	POBLACION TOTAL CENSO 2007
Nuevo Progreso	9,569	8.37 %	11,170

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2005-2007

### PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el siguiente cuadro se observa que a partir del año 1993, la tasa de crecimiento poblacional de la zona ha experimentado un crecimiento positivo, es decir las cifras de crecimiento poblacional se han ido incrementando paulatinamente durante los últimos años, de acuerdo al cálculo de acuerdo a los resultados del censo de 2007 del INEI la tasa de crecimiento Poblacional observada en esta zona es del 2.90 %; en consecuencia el crecimiento demográfico experimentado se explicaría por factores como : el crecimiento

natural y el retorno de la población al distrito en el contexto de su desarrollo, además el repoblamiento de esta zona, es decir, el retorno de la población, que por razones del conflicto armado que se vivió en el País en los años 80 y parte de los años 90, que afectó de manera muy particular esta zona, los pobladores se vieron obligados a abandonar sus tierras, pero esta población está retornando y posesionándose de sus tierras. Todos estos son factores de carácter económico, Social, demográfico y cultural, que han contribuido al crecimiento poblacional presente de la zona.

CUADRO N° 06 CRECIMIENTO POBLACIONAL PROYECTADO DISTRITAL

DISTRITO	POBLACION AL 2007	TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL	POBLACION AL 2020
Nuevo Progreso	11,170 Hab.	2.90 %	15,594 Hab.

FUENTE: INEI – CENSOS NACIONALES DE POBLACION Y VIVIENDA 1993 – 2007

ELABORACION PROPIA

### POBLACION DISTRITAL SEGUN ESTRUCTURA DE EDADES

En el distrito de la zona de influencia del proyecto la estructura de edades está caracterizada por el predominio de la población joven (en promedio, el 84.1% de la población total es menor de 44 años), lo que determina que la población económicamente activa (PEA) de 15 años y más es significativamente baja respecto de la población total

CUADRO N° 07 POBLACIÓN TOTAL POR GRUPOS DE EDAD POR DISTRITO

GRANDES GRUPOS DE EDAD	NUEVO PROGRESO	%
0 - 14 años	4,023	36.0
15 -29 años	3,034	27.2
30 -44 años	2,339	20.9
45 –64 años	1,383	12.4
65 a mas	391	3.5
Total	11,170	100.0

FUENTE: INEI - CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007



## POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR ACTIVIDAD ECONÓMICA

De acuerdo al Cuadro N° 08, muestra que la actividad agropecuaria es la actividad económica más importante, del distrito de la zona de influencia del proyecto donde se concentra la mayor parte de la PEA de 15 años más. Concentran en actividades Agropecuarias el 60.0% de la PEA distrital. Es decir 1693 personas ocupadas en actividades agropecuarias.

Las actividades de Servicios ocupan a 381 personas (13.0%).

Las actividades comerciales ocupan a 273 personas (10.0%).

La PEA del distrito de Nuevo Progreso, representan el 10.0 % de la PEA de la provincia de Tocache (27,877).

La PEA distrital representa el 1.45% de la PEA del Departamento (195,139), lo cual evidencia la mínima fuerza laboral ocupada en el contexto Provincial y Distrital.

CUADRO N° 08 POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA) DE 15 A MÁS AÑOS - POR ACTIVIDAD ECONOMICA

DPTO. / PROV. / DISTRITO	NIVEL DE ACTIVIDAD ECONOMICA								
	SECTOR PRIMARIO			SECTOR SECUNDARIO	SECTOR TERCIARIO				
	ACTIVIDADES ECONOMICAS								
	AGROPECUARIO	NO ESPECIFICADO	MINERIA	PESQUERIA	INDUSTRIA	CONSTRUCCION	COMERCIO	SERVICIO	TOTAL
DPTO. SAN MARTIN	147,798	57,966	115	194	10,064	9,924	31,509	17,290	274,860
%	53.8	21.1	0.0	0.0	3.7	3.6	11.5	6.3	100.00
PROV. TOCACHE	16,717	5,996	9	16	1,133	775	2,644	1,552	28,842
%	58.0	20.8	0.0	0.0	3.9	2.7	9.2	5.4	100.00
DIST. NUEVO PROGRESO	3,021	276	1	1	65	44	285	292	3,985
%	75.8	6.9	0.1	0.1	1.6	1.1	7.1	7.3	100.0

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

## **INDICADORES DE EDUCACIÓN, ALFABETISMO, Y SERVICIOS BÁSICOS A NIVEL DISTRITAL EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

En términos generales existe, una inadecuada, insuficiente y casi nula dotación de servicios básicos (agua y desagüe). De acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2007-INEI, a nivel del distrito los indicadores muestran que en el distrito de Nuevo Progreso, solo el 1.4 % de las viviendas disponen de agua de la red pública; el 91.3 % de las viviendas usan agua de acequia o manantial; el 28.6 % de las viviendas no dispone de servicios higiénicos; el 47.5 % de las viviendas no dispone de electricidad. El 15.6 % de la población es analfabeta. (Ver Cuadro No. 09)

CUADRO N° 09 INDICADORES BASICOS NIVEL SOCIOECONOMICO

CARACTERISTICAS	DISTRITO NUEVO PROGRESO	%
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN MAS IMPORTANTES</b>	Población Total 11,170	100.00
*Dialecto materno aprendido en la niñez		
Castellano	9.471	84.8
Quechua	875	7.8
Idioma extranjero	3	0.0
*Educación alcanzada		
Primaria	5.061	45.3
Secundaria	2.966	26.6
Superior No Universitaria	211	1.9
Superior Universitaria	120	1.1
*Condición de Alfabetismo		
Sabe leer y escribir	8.620	77.2
No sabe leer ni escribir	1.741	15.6
*Religión		
Católica	4.865	43.6
Evangélica	2.407	21.5
Otra Religión	157	1.4
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA</b>		
*Abastecimiento de Agua (Viviendas)	<b>2836</b>	<b>100.0</b>
Red publica	40	1.4
Pilón de uso publico	3	0.1
Pozo	115	4.1
Camión cisterna u otro	89	3.1
Río, acequia, manantial	2589	91.3
*Servicio Higiénico de viviendas conectado a :	<b>2836</b>	<b>100.0</b>
Red publica	32	1.1
Pozo negro o ciego	1.440	50.8
Sobre acequia o canal	553	19.5
No tiene	811	28.6
*Dispone de alumbrado eléctrico(Hogares)	<b>2836</b>	<b>100.0</b>
Si dispone	1.489	52.5
No dispone	1.347	47.5

FUENTE: INEI- CENSOS NACIONALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

#### **2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Para encarar la solución de los problemas sociales y económicos del País, y en particular para incrementar la calidad de vida de la población rural, así como para mejorar el desarrollo tanto económico como social entre las localidades próximas y estableciendo una vía de comunicación a vías principales lo cual demandara un intercambio de los productos de la zona con los mercados que se encuentran más próximos además de originar el retorno de la población campesina a sus comunidades de origen, es por eso que el Gobierno Central a través de los Gobiernos Regionales y Locales se ha fijado metas concretas. Una de estas políticas consiste en incrementar la inversión prioritaria en el mejoramiento de la infraestructura rural de transporte que haga posible la reactivación económica del país.

El desarrollo se genera y sustenta en las actitudes y compromisos de la población para mejorar sus condiciones de producción, residencia e interacción sostenible con los recursos de su entorno y con otras poblaciones. Sin embargo, la población se ve limitada y condicionada por la falta de articulación en su territorio y por la insatisfacción de necesidades básicas en los centros urbanos en los cuales se establecen, principalmente en las zonas rurales y las comunidades nativas no contando con el acceso de información y sin encontrar, las condiciones para ejercer sus capacidades y convertirse en agentes y sujetos del desarrollo.

En una perspectiva de desarrollo, la sola existencia de infraestructura económica (accesibilidad, energía y comunicaciones) favorece las decisiones de los inversionistas privados; ya que con similares factores de producción, la disponibilidad de infraestructura es determinante para asegurar la rentabilidad de la inversión.

Las limitantes principales para el desarrollo equilibrado de los asentamientos de la región es la falta de inversiones en infraestructura económica, lo que se asocia a

una baja productividad y escasa competitividad para la atracción de inversiones, uso inadecuado de los recursos naturales y limitada presencia del Estado. Deben cubrirse tales limitantes generando las condiciones necesarias y articulando los espacios con potencial productivo y de servicios, especialmente turísticos, dotando del equipamiento básico y a la vez incorporando zonas marginadas.

Se tiene la convicción que la no existencia de una infraestructura vial es una limitante para el desarrollo regional, por provocar el aislamiento estacional o permanente de muchos lugares de la región que permanecen sin articulación con mercados internos. La comercialización de los productos resulta condicionada por los mayores costos del transporte, dificultándose los intercambios y encarecimiento por lo tanto la remisión de la producción dirigida a los mercados.

En los últimos años, el Perú atravesó un período de recesión que impactó prácticamente toda la actividad económica del País. Las condiciones sociales y de producción en general y particularmente de las Zonas Rurales, se han visto sumamente afectadas por motivos del deterioro de los accesos a zonas productoras y poblaciones rurales, que dependen fundamentalmente de las Carreteras y Caminos Vecinales del ámbito rural; pues por efecto multiplicador va deteriorando la calidad de vida de las Poblaciones Rurales, con el alza incontrolable de tarifas y fletes, pérdidas de la producción agropecuaria, reducción de ingreso y empleo rural, incremento de la pobreza, etc., las que son generadas por el deterioro de los caminos rurales.

### **2.1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

El Gobierno Central siguiendo su política de gobierno, en el marco de la lucha contra la pobreza, ha creado y fortalecido los Proyectos Especiales de Infraestructura de Transporte, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las Zonas Rurales, a través de la Rehabilitación y Mejoramiento de las Vías Vecinales, dando acceso a los grandes y medianos centros de producción y consumo; busca asimismo crear las condiciones para la Reactivación de la Economía Rural y el retorno de los campesinos a sus lugares de origen, en mejores condiciones de transitabilidad.

Los pobladores de las localidades de Manteca, La Florida y Alto Uchiza, tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida y funcional, que pueda integrarse a la Red Vial Departamental y Nacional con la Carretera Fernando Belaunde Terry, y por tanto con los principales mercados para comercializar sus productos e incrementar el volumen de comercio en la zona y a la vez que genera movimiento económico incentiva el retorno de la población desplazada a retornar a generar productividad a sus comunidades. Razón por la cual, es necesario efectuar un Estudio Definitivo para la ejecución de la Carretera MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA, de una longitud aproximada de 12.27 Km. Es por eso que en base a la situación planteada nos formulamos la siguiente interrogante:

**¿De Qué manera el Estudio Definitivo para la Construcción de la carretera MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA reducirá los altos costo de transporte de productos agropecuarios y de Pasajeros?**

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el Estudio Definitivo para la construcción de la Carretera MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA , a nivel de afirmado, dotando a este distrito de una vía segura, rápida y eficaz, reduciendo los altos costos de transporte de carga y pasajeros que actualmente soportan

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Efectuar el estudio topográfico de la carretera.
- Efectuar el Estudio de Trafico
- Realizar el estudio Geológico y Geotécnico
- Realizar el estudio de Canteras y Diseño de Mezclas
- Realizar el Estudio Hidrológico
- Elaborar el diseño Geométrico.
- Elaborar el Diseño de Obras de Arte Menores.

- Diseñar la Señalización Vial
- Elaborar el diseño del pavimento.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Elaborar el Expediente Técnico completo.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se encuentra justificado por lo siguiente:

Porque sabemos que el desarrollo del transporte es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos y logran su desarrollo Socio - Económico cumpliendo principalmente los siguientes roles:

- a) **Proceso Productivo.**- Integran los centros de producción con los principales mercados de abasto. Haciendo posible el comercio interno y externo.
- b) **Servicios a la Población.**- Facilitando a las personas moverse de forma masiva y acceder a los servicios sociales y centros de comercialización.
- c) **Integración Interna.**- Tomando como eje la infraestructura vial implementada como la red de interconexión a los diferentes zonas sociales motivando el intercambio comercial y cultural, generando desarrollo que se refleja en la mejora de calidad de vida en la población, generando un impulso económico que afianza el crecimiento sostenido de la nación.

Entendiendo la importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio – económicas actuales de las localidades de Manteca, La Florida y Alto Uchiza, debido a que entre otros factores no cuenta con una carretera de acceso rápida que le permita lograr su desarrollo integral, está debidamente justificado la materialización del presente proyecto.

## 2.4 DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.4.1 ALCANCES

El desarrollo del trabajo de Tesis pretende desarrollar el Estudio Definitivo a nivel de ejecución de la Carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, en base a los trabajos de campo y gabinete respaldados por los correspondientes fundamentos teóricos intervinientes de Ingeniería tales como: Topografía, Mecánica de Suelos, Hidrología, Impacto Ambiental, Diseño del pavimento y Drenaje vial, debidamente optimizado.

#### **2.4.2 LIMITACIONES**

Existe carencia de información y aspectos que deben anotarse así:

- No se cuenta con Cartas Nacionales en escala 1/ 2000 y con curvas a nivel cada 1 metro, que nos ilustre en forma clara el relieve del terreno.
- Las abundantes lluvias presentes en la zona.

### **2.5 MARCO TEÓRICO**

#### **2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

En las aulas universitarias fue donde gracias a los docentes Ing. Juvenal Díaz Agip, Ing. Rubén del Águila Panduro, Ing. Víctor Hugo Sánchez Mercado, así como también el Ing. Jorge Isaac Rioja Díaz; se inculcó en los tesisistas una cultura de Carreteras, lo cual despertó una motivación especial por estos temas, y razón por la cual se inclinaron a desarrollar el presente proyecto de tesis.

Rubina Perdomo<sup>1</sup>, en el año 2008, ha efectuado el estudio definitivo a nivel de ejecución de la Carretera Chambira – Cunchuhuillo de 12.0Km, ubicado en la Provincia de Mariscal Cáceres, Región San Martín, habiendo obtenido como resultado la ejecución de 34,768.56M<sup>3</sup> de explanación, 65,311.55M<sup>2</sup> de pavimento al nivel de afirmado, 183.84 MI de alcantarilla, 10,720 MI de cunetas, que le da un costo promedio de S/ 146,403.96 por Km.

---

<sup>1</sup> RUBINA PERDOMO, Tony, TESIS, Pág. 127



En el año 2008 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones saca a la luz el “MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO”<sup>2</sup>, el cual sirvió como guía en el proceso de formación del proyecto.

## **2.5.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del trabajo implica respaldar el sustento científico y tecnológico, por tanto es necesario abordar ciertas categorías, como son el aspecto social, económico, estadísticos y de ingeniería. Así tenemos:

### **2.5.2.1 ASPECTO SOCIO - ECONÓMICO**

El diagnóstico socio-económico del Estudio Definitivo de Construcción de la Carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, se basa en datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de los censos poblacionales de los años 1993, 2005 y 2007, la utilización de la información actualizada nos permitirá normar y proponer el desarrollo del sector, decidir sobre las inversiones de corto, mediano y largo plazo que se requieran hacer en la zona para obtener el desarrollo sostenible de las localidades del distrito de Nuevo Progreso.

La rehabilitación y mejoramiento del tramo constituye una inversión primordial dentro del marco de desarrollo de los centros poblados hacia el mercado Local, Regional y Nacional.

### **2.5.2.2 ASPECTOS TOPOGRAFICOS**

Cuando hablamos de topografía, nos encontramos ante una disciplina de vital importancia en todos los procesos relacionados con la Ingeniería Civil. A nadie pasará desapercibido que en todo tipo de proyecto o estudio de carretera, será indispensable disponer de un modelo a escala reducida, del terreno en la cual plasmar nuestras ideas, es decir a construir. Posteriormente, la topografía será

---

<sup>2</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO, Pág. 3

también nuestra fiel aliada para materializar en el terreno todo aquello que hemos proyectado.

Queda claro, por tanto, que el conocimiento de las técnicas y métodos disponibles para modelar el terreno es necesario e imprescindible para todos los futuros ingenieros, sea cual fuere la especialidad en la que estos vayan a desarrollar su labor profesional.

Entonces podemos definir la topografía como “el conjunto de métodos e instrumentos necesarios para representar el terreno con todos sus detalles naturales y artificiales”.<sup>3</sup>

En Carreteras con vehículos de transporte Interprovincial y pesado se requiere vencer la naturaleza (cerros, ríos, desiertos, pantanos, etc.) con un buen trazo topográfico, pavimentación, estructura y estética, sin contrastar con la geografía, vistas panorámicas y turísticas; sin atentar a los principios técnicos al trazar carreteras.

Para el desarrollo de nuestro Proyecto de Tesis utilizaremos el método topográfico, el mismo que es usado generalmente para el trazado de las principales carreteras del mundo y especialmente para proyectos costosos y difíciles, tales como súper carreteras de accesos ilimitados o limitado; así mismo los reconocimientos en el terreno, son hechos actualmente mejor y con mayor rapidez mediante procedimientos aéreos y fotogramétricos, pero el método en si se mantiene esencialmente sin cambios y requiere de tres etapas que son las siguientes:<sup>4</sup>

- Reconocimiento de ruta.
- Estudios preliminares.
- Estudios definitivos.

## RECONOCIMIENTO DE RUTA<sup>5</sup>

Se entiende por ruta aquella franja de terreno, de ancho variable, comprendida entre dos puntos obligados extremos y que pasa a lo largo de puntos obligados

---

<sup>3</sup> FRANCO REY, Jorge , Nociones de Topografía , Cartografía y Geodesia , pág.2

<sup>4</sup> GUERRA BUSTAMANTE, César, Carreteras- ferrocarriles – canales , pág. 184

<sup>5</sup> CARDENAS GRISALES, James, Diseño Geométrico de Carreteras, pág. 15

intermedios, dentro de la cual es factible realizar la localización del trazado de una vía. Los puntos obligados son aquellos sitios extremos o intermedios por los que necesariamente deberá pasar la vía, ya sea por razones técnicas, económicas, sociales o políticas; como por ejemplo: poblaciones, áreas productivas, puertos, puntos geográficos como valles y depresiones, etc.

La identificación de una ruta a través de estos puntos obligados o de control primario y su paso por otros puntos intermedios de menor importancia o de control secundario, hace que aparezcan varias rutas alternas. Son ejemplos de puntos de control secundario: caseríos, cruces de ríos y cañadas, cruces con otras vías, zonas estables, bosques, etc.

Para todas las rutas alternas, es necesario llevar a cabo la actividad denominada selección de ruta, la cual comprende una serie de trabajos preliminares que tienen que ver con acopio de datos, estudio de planos, reconocimientos aéreos y terrestres, poligonales de estudio, etc.

El acopio de datos se refiere a la obtención de la información básica en la zona de estudio, relacionada con la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y los usos de la tierra. Estos factores constituyen los mayores controles en el diseño, localización y construcción de la futura vía. Igualmente, deberá obtenerse información sobre la actividad económica y social de la región. Las principales fuentes de información para la obtención de estos datos, son entre otras: el Ministerio de Transporte, Provias Rural, SENAMHI, Ministerio de agricultura, etc.

El estudio de planos forma parte del llamado análisis de la información existente, Básicamente consiste en la elaboración de los croquis de las rutas sobre planos, cartas geográficas o fotografías aéreas, a escalas muy comunes como 1:100000, 1:50000, 1:25000, identificando sobre ellos la información obtenida anteriormente, especialmente los puntos obligados de control primario, ya que estos guían la dirección general a seguir de una ruta específica. De esta manera y con la identificación también de los puntos de control secundario, es posible señalar sobre los planos varias rutas alternas o franjas de estudio.

Mediante los reconocimientos aéreos y terrestres se realiza un examen general de las rutas o franjas de terreno que han quedado previamente determinadas y marcadas en los croquis. Su finalidad es la de identificar aquellas características

que hacen una ruta mejor a las otras, cuantificar los costos posibles de construcción de la futura vía por cada ruta, determinar los efectos que tendrá la vía en el desarrollo económico de la región y estimar los efectos destructivos que puedan producirse en el paisaje natural. Igualmente, se aprovecha el reconocimiento, para obtener datos complementarios de la zona en estudio.

Las poligonales de estudio permiten recoger todos aquellos detalles necesarios que dan a conocer cual ruta es la que ofrece un mejor trazado. Estas poligonales deben levantarse en forma rápida y con una precisión no muy alta. Es así como, sus lados se pueden medir a cinta o a taquimetría, los rumbos se determinan con brújula, las alturas con barómetro y las pendientes con niveles de mano.

La mejor ruta entre varias alternas, que permita enlazar dos puntos extremos o terminales, será aquella que de acuerdo a las condiciones topográficas, geológicas, hidrológicas y de drenaje, ofrezca el menor costo con el mayor índice de utilidad económica, social y estética. Por lo tanto, para cada ruta será necesario determinar, en forma aproximada, los costos de construcción, operación y conservación de la futura vía a proyectar, para así compararlos con los beneficios probables esperados.

Existen diversos métodos de evaluación de rutas y trazados alternos, con los cuales se podrá hacer la mejor selección.

### **2.5.2.3 ASPECTOS SOBRE EL DISEÑO GEOMÉTRICO**

#### **A. DEFINICIÓN DE CARRETERAS DE BAJO VOLÚMEN DE TRÁNSITO**

La American Association of State Highway and Transportation Officials<sup>6</sup>, define una carretera de bajo volumen de tránsito como una carretera que es funcionalmente clasificada como una carretera local y tiene un diseño para un tráfico de diseño promedio de 400 vehículos por día o menos.

Siendo de manera aclarativa que una carretera de bajo volumen de tránsito es una carretera local cuya función primaria es de proveer una vía de entrada para residencias, zonas agrícolas, negocios, otra propiedad lindante, etc.

---

<sup>6</sup> AASHTO, Geometric Design of Very Low-Volume Local Roads (ADT < 400), page 1.

## B. CLASIFICACIONES FUNCIONALES.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito<sup>7</sup> nos da algunas definiciones que deben tenerse en cuenta, tales como:

a) Camino Vecinal.- Es el elemento básico del Sistema Vecinal que constituye la red alimentadora del Sistema Departamental y/o Nacional, y esencialmente son aquellos que unen pequeños poblados entre sí, o los vinculan a carreteras más importantes, por lo cual el tráfico de diseño está clasificado como de bajo volumen, y en consecuencia sus características están comprendido entre las que corresponden a una trocha carrozable y las de una Carretera de 3ra. Clase.

b) Tráfico de Diseño.- Es aquel que se utiliza para determina las características geométricas, así como el tipo de pavimento del camino. El volumen considerado será el Índice Medio Diario (IMD).

c) Bajo Volumen.- Tráfico de Bajo Volumen es aquel cuyo IMD es inferior a 200 vehículos/día, y cuya distribución horaria es aproximadamente uniforme, sin mostrar horas punta definida.

Trocha Carrozable.- Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores, constituido con un mínimo movimiento de tierra suficiente únicamente para proveer una superficie de sección transversal que permita el paso de un vehículo, y cuyos alineamientos horizontal y vertical se ajustan a las inflexiones del terreno. Este tipo de camino es el que se utiliza en la primera etapa de la construcción de una obra para tener acceso a determinados frentes de trabajo, para la explotación de minas, de producción, reducida o canteras de materiales, para la explotación forestal en pequeña escala, etc.

---

<sup>7</sup> NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), pág. 8

Carretera de 3ra. Clase.- Son aquellas cuyas características deben satisfacer un tráfico de diseño hasta de 400 vehículos/día y en las cuales la necesidad de observar determinados valores de la velocidad directriz obligan a la ejecución de un estudio técnico-económico detallado, para elegir sus características más convenientes.

## CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) clasifican las carreteras según los conceptos siguientes:

### a) Clasificación de las Carreteras según su Función

- Sistema Nacional.- Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.
- Sistema Departamental.- Constituyen la Red Vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.
- Sistema Vecinal.- Compuesta por Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones y Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblacionales.

### b) Clasificación de Acuerdo a la demanda

- AUTOPISTAS.- Carretera de IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas) que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla A.P.
- CARRETERAS DUALES O MULTICARRIL.- De IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos. Se le denominará con la sigla MC (Multicarril).

- CARRETERAS DE 1RA. CLASE.- Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día de una calzada de dos carriles (DC).
- CARRETERAS DE 2DA. CLASE.- Son aquellas de una calzada de dos carriles (DC) que soportan entre 2000-400 veh/día.
- CARRETERAS DE 3RA. CLASE.- Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh/día. El diseño de caminos del sistema vecinal < 200 veh/día se rigen por las Normas emitidas por el MTC.
- TROCHAS CARROZABLES.- Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido con un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

#### c) Sub-clasificación de Caminos Vecinales<sup>8</sup>

Las siguientes clasificaciones no se presentan dentro de las Normas Peruanas para Diseños de Carreteras (DG-2001) y Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (2008), sin embargo se juzga indispensable introducirla para cubrir la gama de necesidades que existe para tráficos de bajo volumen.

- Caminos CV-1.- Tráfico de diseño con IMD entre 100 y 200 vehículos/día.
- Caminos CV-2.- Tráfico de diseño con IMD entre 30 y 100 vehículos /día.
- Caminos CV-3.- Tráfico de diseño con IMD hasta 30 vehículos/día.
- Trochas Carrozables. - Sin IMD definido.

#### DERECHO DE VIA

Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario<sup>9</sup>, cuya propiedad corresponde al Estado.

<sup>8</sup> NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), pág. 3

<sup>9</sup> REGLAMENTO NACIONAL DE GESTION DE INFRAESTRUCTURA, Pág. 4

- Ancho del Derecho de Vía

En Zona Urbana: El ancho necesario no será menor de 10.0 metros, es decir 5.0 metros a cada lado del eje de la carretera.

En zonas de Cultivo: El ancho requerido no será menor de 15.00 metros, es decir 7.50 metros a cada lado del eje de la carretera.

En Terrenos Eriazos o Zona de Montaña: El ancho requerido será de 20.00 metros, es decir 10.00 metros a cada lado del eje de la carretera.

Mayor Ancho: En cualquier caso, el Derecho de Vía se extenderá hasta 5.00 metros más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes, o del borde más alejado de las obras de protección o de drenaje que sea necesario construir.

- Zona de Propiedad Restringida

A cada lado de la franja que constituye el Derecho de Vía se delimitará una Zona de Propiedad Restringida, de 10.0 metros de ancho, la cual podrá ser utilizada por sus propietarios, bajo condición de que no ejecuten construcciones de carácter permanente en ellas.

En las Zonas Urbanas no será necesario establecer estas áreas de propiedad restringida.

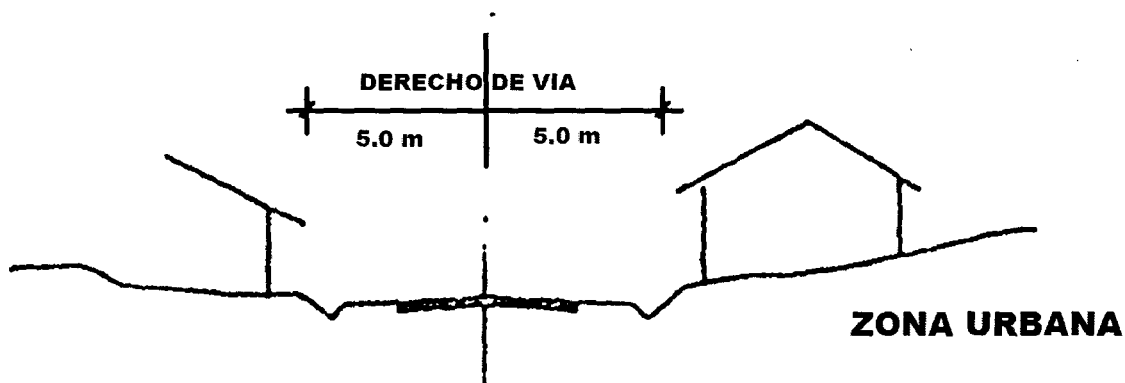


Gráfico N° 1: Derecho de vía en zonas urbanas



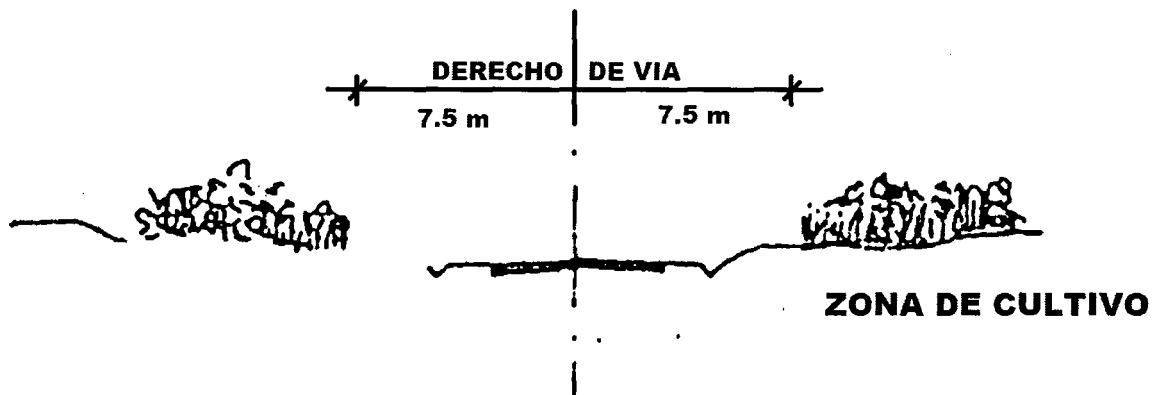


Gráfico N° 2 Derecho de vía en zonas de cultivo

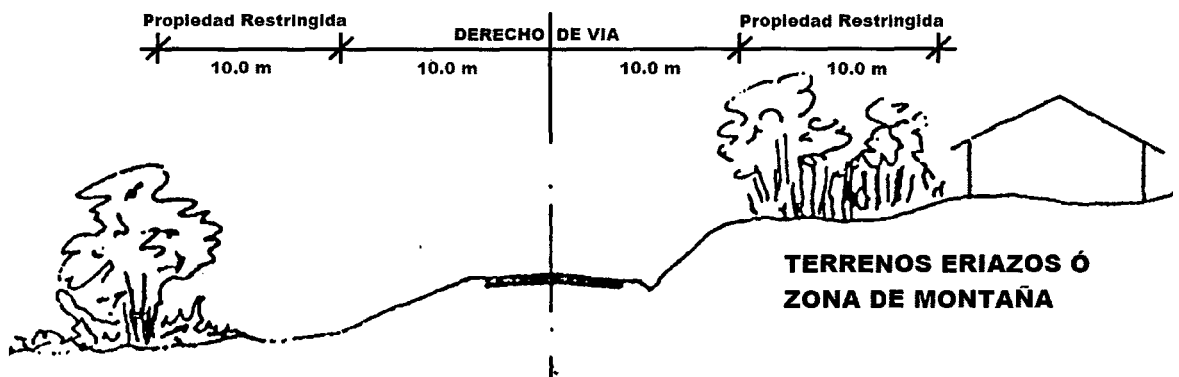


Gráfico N° 3 Derecho de vía en zonas de montaña o terrenos eriazos

### VELOCIDAD DIRECTRIZ

La Velocidad Directriz, es la escogida para el diseño en un tramo determinado de la carretera de acuerdo a las características topográficas del terreno sobre el cual se desarrolla ésta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservándose las condiciones de seguridad.

### VARIACIONES DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ

Las variaciones de la velocidad Directriz dependerán fundamentalmente de las condiciones del terreno, sin embargo, deberá procurarse que estas variaciones sean graduales, evitándose cambios repentinos que atenten contra la seguridad de los usuarios. En general estos cambios se harán en incrementos o decrementos de 5 KPH.

## VALORES RECOMENDABLES

De acuerdo a los volúmenes y composición del tráfico predominantes en este tipo de caminos, se adoptan los siguientes valores:

TABLA N° 01: VALORES DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ <sup>10</sup>

	CV-1	CV-2	CV-3	CV-4
Tramos de Topografía Plana	45 – 60	40 – 50	35 – 45	30 – 40
Tramos de Topografía Ondulada	30 – 45	30 – 40	25 – 35	20 – 30
Tramos de Topografía Accidentada	20 – 30	20 – 30	15 – 25	10 – 20
Tramos de Topografía Muy Accidentada	15 – 20	15 – 20	10 – 15	5 – 10

El proyectista elegirá los valores más apropiados, teniendo cuidado de no adoptar velocidades bajas en aquellos tramos donde la configuración del terreno sea tal que propicie en forma natural el desarrollo de altas velocidades.

## LIMITACIÓN DE VELOCIDAD

En este tipo de caminos existirá una limitación absoluta de velocidad de 60 kilómetros por hora, por lo tanto las características máximas del diseño estarán restringidas a aquel valor.

## VISIBILIDAD

Distancia de Visibilidad, es la longitud continua hacia adelante del Camino que es visible al conductor del vehículo, por lo tanto constituye un factor de seguridad para éste, ya que de esta distancia depende la oportunidad de reacción para realizar la maniobra que sirva para evitar un obstáculo al alcance de su vista o realizar la acción de adelantar un vehículo.

## VISIBILIDAD DE PARADA

Distancia de Visibilidad de Parada, es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que impacte un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria, desde el instante en que tal objeto es divisado por el conductor.

<sup>10</sup> MTC, NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), pág. 13

Si en una sección de carretera o camino resulta impracticable tanto en costo o técnicamente lograr la Distancia Mínima de Visibilidad de Parada correspondiente a la Velocidad de Diseño, se deberá realizar una señalización adecuada en dicho sector con la velocidad máxima admisible, siendo éste un recurso extremo a utilizar sólo en casos muy calificados.

#### VISIBILIDAD DE PASO

Distancia de Visibilidad de Paso, es la mínima longitud de camino que debe ser capaz de ver libremente el conductor de un vehículo, a fin de poder sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, sin poner en peligro la seguridad de un tercer vehículo que se aproxima en sentido opuesto y/o la de aquel que pretende adelantar.

De acuerdo con las Normas Peruanas para Diseño de Carreteras (DG-2001), los sectores con Visibilidad Adecuada para adelantar deberán distribuirse lo más homogéneamente posible a lo largo del trazado. En un tramo de carretera de longitud superior 5 Km., emplazado en una topografía dada, se procurará que los sectores con visibilidad adecuada para adelantar, respecto del largo total del tramo, se mantengan dentro de los porcentajes que se indican en la siguiente tabla:

TABLA 02: PORCENTAJE DE LA CARRETERA CON VISIBILIDAD ADECUADA PARA ADELANTAR<sup>11</sup>

Condiciones Orográficas	% Mínimo	% Deseable
Llana	50	>70
Ondulada	33	>50
Accidentada	25	>35
Muy Accidentada	15	>25

#### C. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

##### CRITERIOS BÁSICOS DE APLICACIÓN

<sup>11</sup> MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001), Pág. 49

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, y así mismo están influenciadas por los volúmenes y composición del tránsito según esto el trazado y dimensionamiento de la vía quedará definido de acuerdo con las velocidades de diseño elegidas, debiendo también satisfacer las condiciones mínimas para permitir circular un determinado tipo de vehículo.

Los valores mínimos que se fijan en las Normas siguientes representan las exigencias límite del diseño, por lo tanto los proyectistas procurarán en lo posible superar estos valores a fin de mejorar los índices de seguridad del usuario, pero teniendo cuidado de no exceder los criterios de economía en que debe encuadrarse el proyecto, ni de propiciar indiscriminadamente el desarrollo de velocidades mayores de 60 KPH

En todo lugar donde se empleen características inferiores a las fijadas para la velocidad directriz adoptada, los vehículos deberán reducir su velocidad de circulación para poder conservar los mismos niveles de seguridad, en consecuencia las otras características de la vía deberán guardar relación con la nueva velocidad adoptada.

## ALINEAMIENTO HORIZONTAL

### a) CONDICIONES GENERALES.

La configuración del terreno es el elemento principal en la elección del alineamiento horizontal.

En superficies planas con escasos resaltos del terreno, podrán usarse alineamientos rectos de gran longitud debiendo sin embargo romper tales alineamientos toda vez que sea necesario evitar zonas pantanosas, áreas cultivadas, edificaciones permanentes o cualquier tipo de obstáculos, interferencias o resaltos pronunciados del terreno que redunden en un mayor costo de las obras. Los alineamientos rectos serán enlazados por curvas circulares cuyos radios serán compatibles con las velocidades que puedan alcanzar los vehículos en los tramos rectos.

En terreno ondulado se adoptará preferentemente un alineamiento con curvas amplias que se adapte a la superficie natural de aquél, tratando de minimizar el movimiento de tierras, pero sin incurrir en rodeos exagerados que alarguen excesivamente el recorrido.

El trazado del alineamiento en terreno accidentado evitará las tangentes largas, prefiriéndose los alineamientos curvilíneos, que pudieran detenerse por el enlace de una sucesión de tangentes cortas o la utilización de curvas compuestas que sigan lo más ajustadamente posible los contornos topográficos.

Entre el término de un alineamiento curvilíneo y el inicio de otro de sentido contrario, se procurará disponer de una tangente de longitud suficiente para permitir la inversión del peralte.

El alineamiento horizontal deberá evitar la introducción de elementos de curvas que demanden cambios bruscos en la velocidad de circulación y cuando esto fuera inevitable, deberá proyectarse la señalización preventiva necesaria.

## b) ELECCIÓN DEL ALINEAMIENTO

Para la elección del alineamiento horizontal de una Trocha Carrozable bastará efectuar un reconocimiento del terreno, en el cual se colocará, directamente las referencias indispensables para definir el eje aproximado de la trocha. Eventualmente se harán controles de gradiente para verificar que no se exceda la pendiente máxima fijada por estas Normas en cuyo caso se modificará el alineamiento introduciendo los desarrollos necesarios.

## CURVAS HORIZONTALES

Cuando se requiera que el enlace de los alineamientos rectos se haga por medio de curvas, se utilizarán curvas circulares simples o compuestas de manera general. Opcionalmente podrán utilizarse otros tipos de curvas

parabólicas, espirales, etc., con las cuales se pueda lograr una mejor adaptación al terreno natural por donde se desarrolla el trazo.

## CURVAS CIRCULARES SIMPLES <sup>12</sup>

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas del espacio no necesariamente son circulares.

Elementos geométricos que caracterizan una curva circular simple:

En el gráfico N° 4 aparecen los diferentes elementos geométricos de una curva circular simple. Tomando el sentido de avance de izquierda a derecha, dichos elementos son:

PI = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC= Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT= Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O = Centro de la curva circular.

$\Delta$  = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC.PT.

R = Radio de la curva circular simple.

T = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

L = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.

CL= Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.

E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

---

<sup>12</sup> CÁRDENAS GRISALES, James, DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, Pág. 34

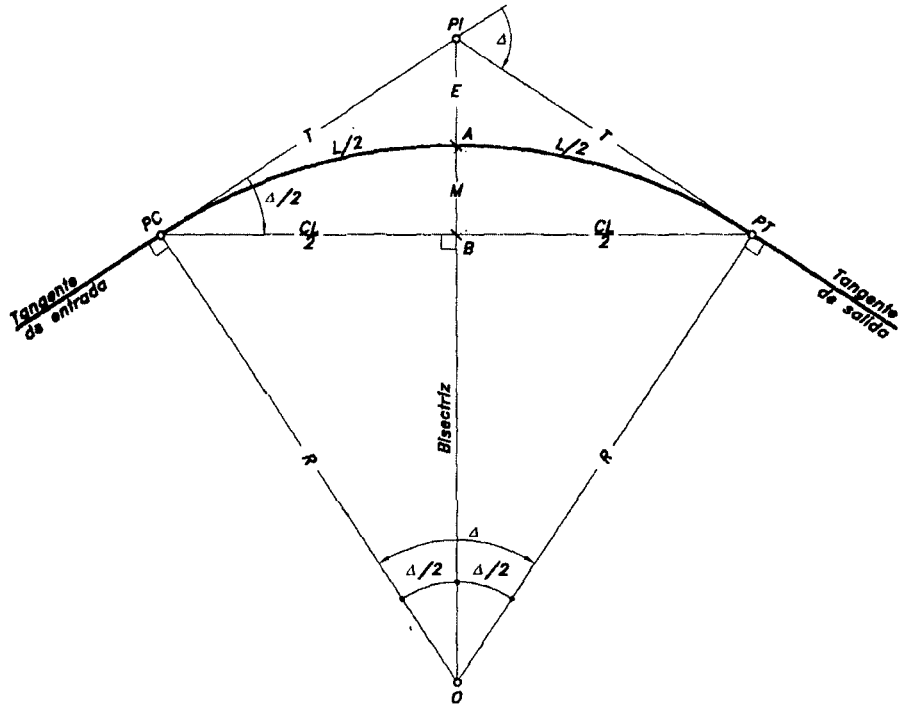


Gráfico N° 4 Elementos geométricos de una curva circular simple

## RADIOS MÍNIMOS

Los radios mínimos que se adoptarán para las curvas circulares estarán en función de la velocidad directriz ( $V_d$ ), del Peralte ( $p$ ) y del coeficiente de fricción lateral entre la llanta y el pavimento ( $f$ ), de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{V_d^2}{128(p + f)}$$

## CURVAS DE VOLTEO

En las curvas de volteo o aquellas en que el ángulo de deflexión es mayor de  $90^\circ$  se podrá considerar reducciones de velocidades por debajo de las mínimas establecidas y por consiguiente se usarán radios menores a los indicados anteriormente.

En el diseño de estas curvas se verificarán de acuerdo al anexo 8 y de acuerdo con el vehículo tipo adoptado para el camino.

## COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Este es un valor variable que indica la resistencia que ofrece la superficie del pavimento, evitando que las llantas del vehículo se deslicen por efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre aquel al ingresar a la curva. Depende principalmente del área y de la rugosidad de las superficies en contacto y sufre variaciones por efecto de la velocidad del vehículo, del estado de las llantas, de la presión de inflado de aquellas y de las condiciones de humedad del pavimento.

En la tabla siguiente se muestran los valores de (f) recomendables.

TABLA N° 03: COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL <sup>13</sup>

Velocidad (KPH)	Carpeta Asfáltica	Tratamiento Superficial Asfáltico	Afirmado
Vd. 50	0.15	0.18	0.20
35 – 45	0.18	0.20	0.23
Vd. 25	0.21	0.23	0.28

## GRADO DE CURVATURA

Es el ángulo en el centro que corresponde a un arco de 100 metros en una curva de radio R. La relación que liga la velocidad directriz con el Grado de Curvatura (G) está dada por la formula.

$$D = \frac{128(p + f)}{V^2}$$

## ALINEAMIENTO VERTICAL

<sup>13</sup> MTC, NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), pág. 16



- a) Pendiente Media: Es la relación porcentual entre la diferencia de niveles de dos puntos del terreno y la longitud del camino proyectado que los unirá.
- b) Rasante del Camino: Es la representación gráfica de los niveles del eje de la explanación terminada, que se obtiene al haber elegido la combinación de pendientes más adecuada para unir dos puntos obligados de paso, siguiendo el alineamiento horizontal elegido previamente.
- c) Pendiente Ponderada: Es la relación porcentual que se obtiene al dividir el producto de las pendientes elegidas por sus respectivas longitudes, entre la longitud total de un camino.

## ELECCIÓN DE LAS PENDIENTES

El Proyectista analizará la topografía del terreno y diseñará la rasante que mejor se ajusta al relieve natural y cuya pendiente ponderada se aproxime más a la pendiente media del tramo estudiado, sin imponer costos de operación vehicular excesivos.

En general, para los Caminos clasificados como CV-1 y CV-2 se procurará mantener pendientes de ascenso o descenso continuos evitando en lo posible las subidas y bajadas innecesarias a excepción de los tramos en topografía plana, en donde éstas pueden ser convenientes para favorecer el drenaje.

- Pendientes mínimas: Deberá procurarse evitar el empleo de pendientes inferiores a 0.5% haciéndose uso de rasantes horizontales solamente en los casos que sea posible dotar a las cunetas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje.
- Pendientes máximas: Los límites máximos de las pendientes se establecerán teniendo en cuenta la seguridad y la capacidad de ascenso de los vehículos más pesados que circularán por el camino, y considerando además que por encima de los 3000 m.s.n.m. estos experimentan una pérdida de potencia significativa. Los límites fijados serán los siguientes:

TABLA N° 04: PENDIENTES PARA CARRETERAS

Pendientes Máximas	Clasificación del Camino			
	CV - 1	CV - 2	CV - 3	CV - 4
Sobre los 3000 m.s.n.m.	6%	7%	8.5%	11%
Debajo de los 3000 m.s.n.m.	7%	8%	10%	12%

Otras limitaciones a las pendientes:

Para curvas con un radio inferior a 100 metros se reducirá la pendiente a razón de 0.5% por cada 15 metro de radio menor de 100 metros que tenga la curva.

En el caso de proyectarse tramos de ascenso continuo con una pendiente mayor de 4%, deberán intercalarse tramos de descanso con no más de 2.5% de pendiente de aproximadamente 500 metros de longitud, cada 3 kilómetros.

La pendiente máxima deberá emplearse solamente en tramos que no excedan las longitudes siguientes:

TABLA N° 05: LONGITUDES MÁXIMAS DE PENDIENTE MÁXIMAS

CLASIFICACIÓN DEL CAMINO	TOPOGRAFIA			
	PLANA	ONDULADA	ACCIDENTADA	MUY ACCIDENTADA
CV - 1	700	700	400	400
CV - 2	600	500	300	300
CV - 3	500	400	300	200
TROCHA CARROZABLE	400	400	300	200

La distancia mínima entre dos cambios de pendiente positiva a negativa y viceversa, sería de 200 metros en los Caminos CV-1, y de 160 metros en Caminos CV-2. En caminos de clasificación inferior podrá omitirse este requisito.

#### CURVAS VERTICALES <sup>14</sup>

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se

<sup>14</sup> CÁRDENAS GRISALES, James, DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, Pág. 268

efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical.

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 de tipo superior y de 2% para las demás.<sup>15</sup>

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan obtener, cuando menos, la distancia mínima de Visibilidad de Parada.

En el Gráfico 5 y las Tablas correspondientes se puede hallar las longitudes de Curva Vertical Convexa recomendables.

Las Curvas Verticales cóncavas serán proyectadas en forma de evitar la construcción de rellenos elevados. La longitud mínima que podrá adoptarse será de 80 metros.

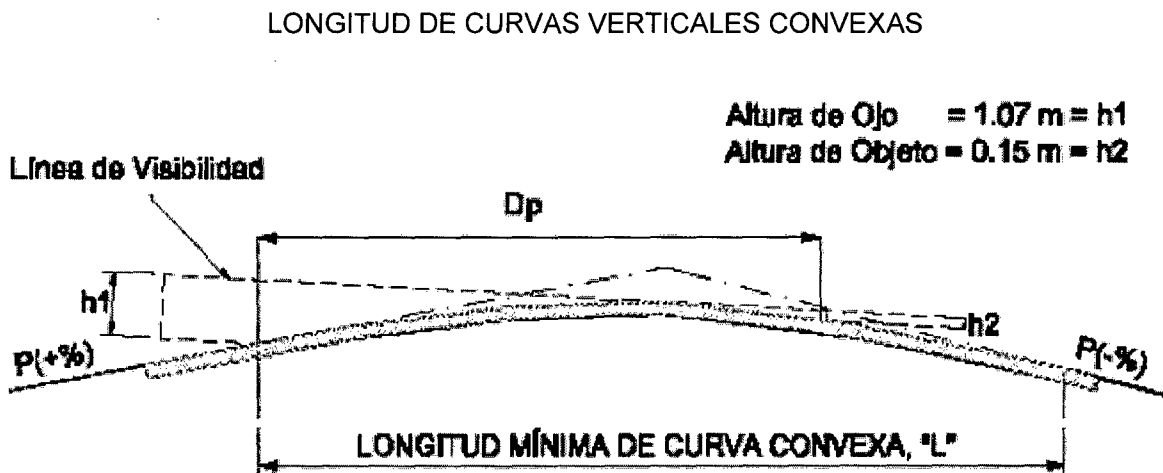


Gráfico N° 5: Idealización de curva vertical

<sup>15</sup> MTC, MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS (DG-2001), Pág. 139

FORMULA DE LA LONGITUD DE CURVA <sup>16</sup>

$L_c = \frac{A \cdot Dp^2}{444}$
<p>Lc= Longitud de curva (metros)                  A= Diferencia algebraica de pendientes                  Dp= Distancia de parada (metros)</p>

TABLA N° 6: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA<sup>17</sup>

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/H)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA RECOMENDABLE (metros)
20	55
25	65
30	75
35	90
40	105
45	120
50	145
55	170
60	200

<sup>16</sup> MTC, NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), Pág. 25

<sup>17</sup> Ídem, Pág. 25

TABLA N° 7: LONGITUD DE CURVA RECOMENDABLES <sup>18</sup>

		VELOCIDAD DIRECTRIZ (KPH)								
		20	25	30	35	40	45	50	55	60
		LONGITUD DE CURVA VERTICAL RECOMENDABLE (metros)								
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES (A)	2					80	80	100	140	180
	3				60	80	100	140	200	280
	4			60	80	100	120	180	260	360
	5			80	80	120	160	240	320	460
	6		60	80	100	140	200	280	400	540
	7		60	80	120	180	220	340	460	620
	8	60	80	100	140	200	260	380	520	720
	9	60	80	120	160	220	300	420	580	800
	10	80	100	120	180	250	320	480	660	900
	11	80	100	140	200	280	360	520	720	1000
	12	80	120	160	220	300	380	560	780	1100

## GEOMETRIA DE LAS CURVAS VERTICALES PARABÓLICAS

### CURVAS VERTICALES SIMÉTRICAS<sup>19</sup>

La parábola utilizada para el enlace de dos tangentes verticales consecutivas debe poseer las siguientes propiedades:

La razón de variación de su pendiente a lo largo de su longitud es constante.

La proyección horizontal del punto de intersección de las tangentes verticales está en la mitad de la línea que une las proyecciones horizontales de los puntos de tangencia extremos, donde empieza y termina la curva.

Los elementos verticales de la curva (cotas) varían proporcionalmente con el cuadrado de los elementos horizontales (abscisas).

La pendiente de cualquier cuerda de la parábola, es el promedio de las pendientes de las líneas tangentes a ella en sus respectivos extremos.

<sup>18</sup> MTC, NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES (1978), Pág. 25

<sup>19</sup> CARDENAS GRISALES, James, DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, Pág. 125

En el Gráfico N° 6, se presenta la parábola de eje vertical, perfectamente simétrica. Los principales elementos que caracterizan esta parábola son:

- A = PIV = Punto de intersección vertical. Es el punto donde se interceptan
- B = PCV = las dos tangentes verticales.
- C = PTV = Principio de curva vertical. Donde empieza la curva.
- BC =  $L_v$  = Principio de tangente vertical. Donde termina la curva.
- VA =  $E_v$  = Longitud de la curva vertical, medida en proyección horizontal.
- VD =  $f$  = Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.
- $P(x_1, y_1)$  = Flecha vertical.
- $Q(x_1, y_2)$  = Punto sobre la curva de coordenadas  $(x_1, y_1)$ .
- QP =  $y$  = Punto sobre la tangente de coordenadas  $(x_1, y_2)$ , situado sobre la misma vertical de P.
- BE = X = Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la
- $\alpha$  = tangente de un punto de la curva P. Valor a calcular.
- $\beta$  = Distancia horizontal entre el PCV y el punto P de la curva.
- $\gamma$  = Ángulo de pendiente de la tangente de entrada.
- $m = \tan \alpha$  = Ángulo de pendiente de la tangente de salida.
- $n = \tan \beta$  = Ángulo entre las dos tangentes. Ángulo de deflexión vertical.
- $i = \tan \gamma$  = Pendiente de la tangente de entrada  
Pendiente de la tangente de salida.  
Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y de salida.

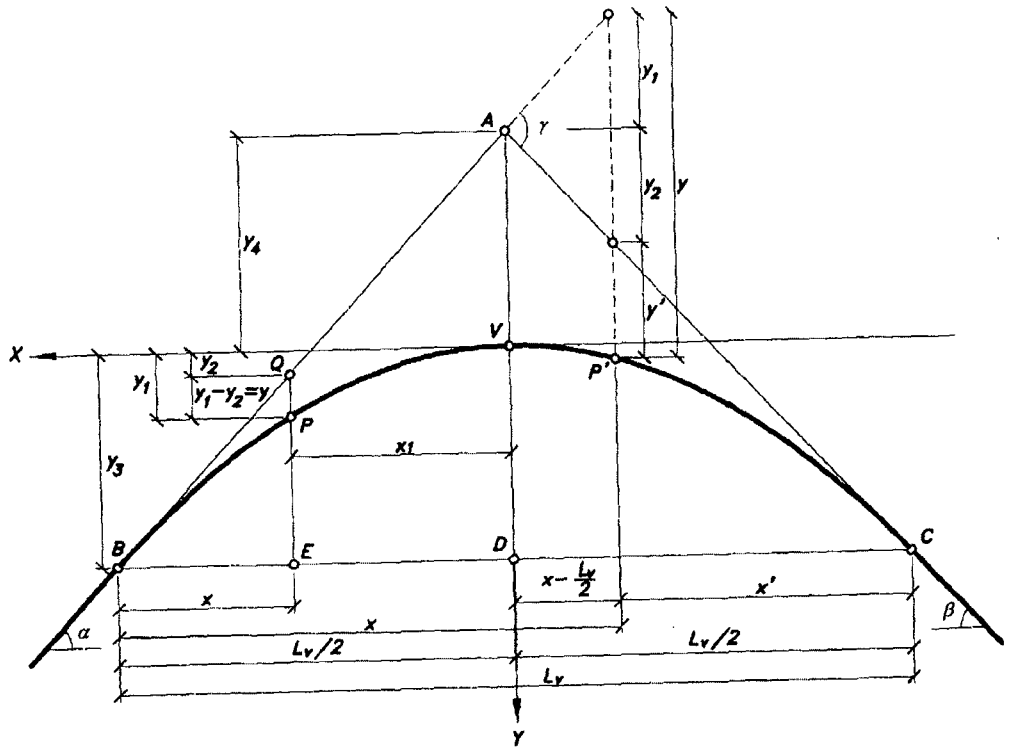


Gráfico N° 6: Parábola de eje vertical, perfectamente simétrica

Se tiene entonces una parábola de eje vertical coincidiendo con el eje Y y el vértice V en el origen (0, 0), según el sistema de coordenadas X versus Y. La ecuación general para esta parábola es:  $y = kx^2$

### SECCIÓN TRANSVERSAL <sup>20</sup>

El diseño geométrico de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera, se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupa la futura carretera, y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover.

### ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Geométricamente, la sección transversal de una carretera está compuesta por el ancho de zona o derecho de vía, el ancho de explanación, el ancho de banca o

<sup>20</sup> CÁRDENAS GRISALES, James, DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, Pág. 349

plataforma, la corona, la calzada, los carriles, las bermas, las cunetas, los taludes laterales y otros elementos complementarios. En el gráfico N° 8 se detallan estos elementos, para el caso de una sección pavimentada de sección transversal mixta, corte y terraplén, ubicada en recta o tangente:

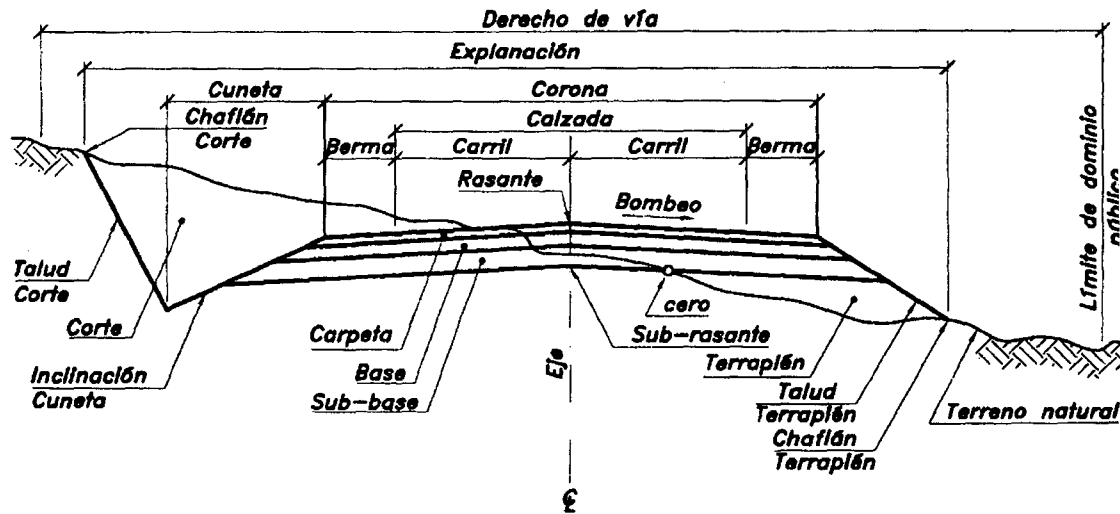


Gráfico N° 7: Elementos de la sección transversal

- a) Subrasante: Es la superficie de las explanaciones terminadas o lecho del camino sobre el cual se colocará el pavimento, y cuyos niveles corresponden al perfil longitudinal del proyecto.
- b) Pavimento: Es la estructura compuesta por diferentes capas de materiales colocados sobre la subrasante para resistir y distribuir los esfuerzos originados por el paso de los vehículos y para mejorar las condiciones de comodidad y seguridad del tránsito.
- c) Superficie de Rodadura: Es la faja de pavimento destinada a la circulación permanente de los vehículos.
- d) Bermas: Son las franjas situadas a ambos lados de una superficie de rodadura de tipo superior que contribuyan a resistir lateralmente las cargas que recibe aquella y que eventualmente pueden ser utilizadas por los vehículos en emergencia para estacionarse temporalmente o para dar paso a otros vehículos.



e) Bombeo: Es la inclinación transversal de la superficie de rodadura en los tramos en tangente.

f) Peralte: Es la sobreelevación que se da al borde exterior de la superficie de rodadura con relación al borde interior en los tramos en curva, para contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos al cambiar de dirección.

g) Sobreancho: Es el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

h) Calzada: Es la superficie terminada del camino cuyo ancho total incluye la superficie de rodadura, el sobreancho y las bermas.

i) Ancho de la Superficie de Rodadura: Está en función de los volúmenes de tráfico, de las dimensiones de los vehículos que circularán por el camino y de la velocidad directriz adoptada.

j) Ancho de Bermas: Las bermas en este tipo de caminos cumplirán una función complementaria de la superficie de rodadura, para permitir el cruce o el sobrepaso de vehículos en algunas circunstancias, siendo por lo tanto su ancho variable pero condicionado a los mínimos que se fijan en la Tabla N° 8.

k) Ancho de Calzada en Tangente: Se observarán los siguientes valores

TABLA N° 8: ANCHO DE CALZADA EN TANGENTE <sup>21</sup>

Velocidad Directriz (KPH)	TIPO DE CAMINO									
	CV – 1			CV – 2			CV – 3			Trocha
	S.R.	Berma	Total	S.R.	Berma	Total	S.R.	Berma	Total	Total
Vd 20	6.00	-	6.00	5.50	-	5.50	4.50	-	4.50	3.60
20 – 30	6.00	0.30	6.60	5.50	-	5.50	4.50	-	4.50	4.00
30 – 45	6.00	0.30	6.60	5.50	0.30	6.10	5.00	-	5.00	4.00
45 – 60	6.00	0.75	7.50	5.50	0.75	7.00	5.00	-	5.00	---

l) Sobreancho: El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, el radio de cada curva y la velocidad directriz, de acuerdo a la fórmula siguiente. <sup>22</sup>

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

Donde:

S = Sobreancho en metros

n = Número de carriles

R = Radio de la curva en metros

L = Distancia entre ejes del vehículo considerado.

V = Velocidad Directriz en KPH

Los valores que se obtiene del Anexo 09 se colocarán íntegramente en el lado interior de la curva complementando la superficie de rodadura. La transición correspondiente se hará en forma gradual en las longitudes mínimas establecidas para la transición del peralte. La mitad de dicha longitud será colocada fuera de la curva y la otra mitad dentro de ella.

m) Bombeo: El bombeo transversal de la superficie de rodadura será de 2%. La inclinación transversal las bermas cuando existan, será de 3%, pudiendo aumentarse hasta 4% cuando no existan posibilidades de erosión superficial.

n) Peralte: Todas las curvas horizontales deberán ser peraltadas para contrarrestar en parte la acción de la fuerza centrífuga. El valor del peralte estará

<sup>21</sup> MTC, PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, Pág. 32

<sup>22</sup> Ídem, Pág. 32

en función de la Velocidad Directriz y del Radio de la Curva y se obtendrá del Anexo 8 que se acompaña. En general, se utilizará un valor máximo de 6%, sin embargo en casos excepcionales podrá adoptarse hasta 12%.

ñ) Transición del Peralte: Las longitudes mínimas en las cuales se desarrollará la transición del peralte serán las indicadas en el Anexo 10

La mitad de la longitud, de transición será colocada fuera de la curva y la otra mitad dentro de ella.

o) Giro del Peralte: El giro de la mitad exterior de la superficie de rodadura se hará sobre el eje del camino hasta igualar el peralte de la mitad interior de dicha superficie (2%).

A partir de este punto el eje de giro se trasladará al borde interior de la superficie de rodadura y continuará hasta alcanzar el valor del peralte asignado a la curva.

p) Peralte de las Bermas: La berma situada en la parte interior de la curva seguirá el peralte de la superficie de rodadura.

La berma situada en la parte exterior de la curva mantendrá una inclinación de 1% en sentido contrario al peralte de la curva.

q) Casos Especiales: En los casos de Curvas compuestas, se elegirá el peralte correspondiente a la curva de menor radio, desarrollándose la transición de manera normal.

En las curvas reversas entre las cuales la tangente intermedia no sea suficiente para desarrollar las transiciones de peralte independientemente, el proyectista podrá traslapar éstas, coordinando los giros sobre los bordes internos solamente.

En curvas contiguas de igual sentido, cuya tangente intermedia sea muy corta, podrá mantenerse el borde externo superelevado en el tramo en tangente para evitar el efecto de ondulamiento.

r) Taludes: Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, pudiendo utilizarse como referencia los siguientes valores:

TABLA N° 9: TALUDES DE CORTE <sup>23</sup>

CLASES DE TERRENO	Talud (V : H)
Roca Fija	10:1
Roca Suelta	4:1
Conglomerados Cementados	4:1
Suelos Consolidados Compactos	4:1
Conglomerados Comunes	3:1
Tierra Compacta	2:1
Tierra Suelta	1:1
Arenas Sueltas	1:2

Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, debiendo usarse como referencia los valores siguientes:

TABLA N° 10: TALUDES DE RELLENO <sup>24</sup>

TIPO DE MATERIAL	Talud (V:H)
Enrocado	1: 1
Suelos diversos compactados	1: 1. 5
Arena compactada	1: 2

s) Derrames del Pavimento: Los taludes de derrame de las diferentes capas del pavimento serán de 1:2 (V:H).

t) Cunetas: Las dimensiones de las cunetas estarán de acuerdo con las características climáticas de la zona, pero en todo caso su sección transversal será de forma triangular, dándose una inclinación de 1:2 (V:H) al cateto mayor.

u) Plazoletas de Cruce: En los tramos cuyo ancho total de calzada sea inferior a 6.0 metros, se proveerán ensanchamientos cada 300 metros aproximadamente, en los cuales puedan cruzarse o sobrepasarse dos vehículos del tipo más grande considerado en el diseño, estando uno de ellos detenido.

<sup>23</sup> MTC, PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, 32

<sup>24</sup> Ídem, 32

Las dimensiones mínimas de estas plazoletas proveerán un ancho mínimo de 7.00 metros de calzada en una longitud de 3.00 metros.

## 2.5.2.4 ASPECTOS SOBRE MECANICA DE SUELOS

### 2.5.2.4.1 PROPIEDADES ÍNDICES<sup>25</sup>

Para comenzar a entender el comportamiento de los depósitos de suelo es necesario analizar ciertas propiedades que funcionan como un “índice”, o sea que proporcionan una idea del comportamiento del material en estudio en comparación con otro; por ejemplo, la cantidad de agua en su interior, su densidad etc. Un suelo comparativamente más húmedo que otro podría presentar menor resistencia o mayor deformación que aquel.

### DEFINICIONES FÍSICAS

#### a) Distribución granulométrica

La distribución de los granos por tamaños sólo tiene importancia en el caso de los suelos gruesos. Para tal efecto se utiliza un juego de mallas o tamices a base de filamentos de acero inoxidable, identificadas ya sea por el tamaño de la abertura en pulgadas o por el número de hilos o filamentos por pulgada cuadrada como se indica en la siguiente tabla:

TABLA N° 11: JUEGO DE MALLAS PARA LA PRUEBA GRANULOMÉTRICA <sup>26</sup>

MALLA #	3"	2"	1"	¾"	½"	3/8"	4	10	20	40	60	100	200
ABERTURA (mm)	76.2	50.8	25.4	19.1	12.7	9.52	4.76	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074

<sup>25</sup> Dr. RIVERA CONSTATINO, Rigoberto, Curso Propedéutico de Mecánica de Suelos, pág. 2

<sup>26</sup> idem, pág. 2

Los granos de un material se identifican por su “nombre” de acuerdo con su tamaño. En la siguiente tabla se dan los nombres de los granos gruesos y sus rangos de variación en tamaños:

TABLA N° 12: NOMBRE DE LOS GRANOS SEGÚN SU TAMAÑO<sup>27</sup>

NOMBRE DEL GRANO	PROPIEDAD	TAMAÑO (mm)
Fragmento de roca	No aplica	Mayor de 76
Grava	Gruesa	30 a 76
	Media	19 a 30
	Fina	4.76 a 19
Arena	Gruesa	2 a 4.76
	Media	0.42 a 2
	Fina	0.074 a 0.42

### b) Plasticidad

Los tres estados de la materia que se identifican son: el sólido, el líquido y el gaseoso. El estado sólido se identifica por su impenetrabilidad, el líquido y el gaseoso se reconocen porque son estados fluidos. Sin embargo, existe un cuarto estado conocido como estado plástico, caracterizado porque a la materia se le puede dar la forma que uno quiera, esto es, puede ser moldeada; esta es la consistencia que adquiere la masa para hacer pasteles cuando el panadero la trabaja. En los suelos para lograr ese estado es necesario hacer un “remoldeo” del suelo con espátulas y agregarle o quitarle agua hasta lograr la consistencia plástica; de hecho existe un rango de humedades para las cuales el suelo se comporta plásticamente. Incluso se puede hablar de estado intermedios de la materia tales como el semisólido o el semilíquido dependiendo del contenido de agua del suelo re moldeado. Esto se explica esquemáticamente en la siguiente tabla, para los distintos estados de la materia:

<sup>27</sup> Dr. RIVERA CONSTANTINO, Rigoberto, Curso Propedéutico de Mecánica de Suelos, pág. 2

TABLA N° 13: ESTADOS DE UN SUELO REMOLDEADO HACIENDO VARIAR SU CONTENIDO DE AGUA

ESTADO:	SÓLIDO	SEMISÓLIDO	PLÁSTICO	SEMILÍQUIDO	LÍQUIDO
FRONTERA:	LC	LP	LL		

Como se observa en la tabla anterior las fronteras que definen el estado plástico son:

LP Límite Plástico, frontera inferior entre el estado plástico y el semisólido.  
 LL Límite Líquido, frontera superior entre el estado plástico y el semilíquido.  
 La tercera frontera que se observa en el esquema (LC), entre los estados semisólido y sólido, se le conoce como "límite de contracción" y se le define como el contenido de agua para el cual la muestra remoldeada deja de contraerse al irse secando y a partir de este momento su volumen se hace constante.

Para la determinación de límite líquido actualmente hay dos técnicas: la Copa de Casagrande y el Método del Cono.<sup>28</sup>

### c) Clasificación de suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) utiliza símbolos para clasificar un suelo, de acuerdo con su "tipo" y "característica" (granulométrica en el caso de los granos gruesos o de posible compresibilidad en el caso de la fracción que pasa la malla No. 40); los tipos son:

- G Grava (Gravel)
- S Arena (Sand)
- M Limo (mo)
- C Arcilla (Clay)
- O Suelo orgánico

#### 2.5.2.4.2 Ensayos de Humedad – Densidad: PROCTOR

<sup>28</sup> Dr. RIVERA CONSTATINO, Rigoberto, Curso Propedéutico de Mecánica de Suelos, pág. 10

El ministerio de Transportes y Comunicaciones <sup>29</sup> propone una metodología para este ensayo, el cual abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lb. (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb.-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 KN-m/m<sup>3</sup>).

## IMPORTANCIA Y USO

El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad o permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción, para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

### **2.5.2.4.3 CBR (California Bearing Ratio) <sup>30</sup>**

CBR: Medida de la capacidad portante del suelo expresada como porcentaje.

En esencia es la resistencia al corte de suelo, ya que mide la fuerza por unidad de superficie necesaria para penetrar una masa de suelo en un émbolo circular.

El valor relativo de soporte (CBR) se obtiene de una prueba de penetración, en la cual un vástago (émbolo) circular de 3 pul<sup>2</sup> de área se hace penetrar en

---

<sup>29</sup> MTC, Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM-200, pág. E-115

<sup>30</sup> PAREDES ROJAS, LUIS, Pavimentos, Pág. N° 34



un espécimen de suelo a razón de 0.05 pul / min. Luego se mide la carga aplicada para penetraciones que varían en 0.1 pulg. El CBR se define como la relación, expresada como porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.1 pulg y la presión para tener la misma penetración en un material arbitrario, adoptado como patrón, que es una piedra chancada en la cual se tienen las presiones en el vástago para las penetraciones indicadas en la siguiente tabla :

TABLA N° 14: VALORES DE LA PRESION DEL PISTON EN EL ENSAYO DE CBR<sup>31</sup>

Penetración	Presión en el Vástago
0.1"	70 Kg/m2 1000 lb/pulg2
0.2"	105 Kg./m2 1500 lb/pulg2
0.3"	133 Kg./m2 1900 lb/pulg2
0.4"	161 Kg./m2 2300 lb/pulg2
0.5"	182 Kg./m2 2600 lb/pulg2

El siguiente cuadro es un indicador de la calidad de los materiales en cuanto a este sentido se refiere:<sup>32</sup>

TABLA N°15: CBR DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

MATERIAL	CBR
Piedra	60 – 100 %
Gravas bien graduadas (GW)	40 – 80 %
Arena arcillosa	20 – 50 %
Arenas limpias	15 – 40 %
Gravillas con arcillas mal graduadas	10 – 40 %
Arcillas arenosas	5 – 20 %
Arcillas limosas	3.5 – 8.5 %
Arcillas muy plásticas	2 – 5 %

#### 2.5.2.4.4 ABRASIÓN<sup>33</sup>

<sup>31</sup> PAREDES ROJAS, Luis, Pavimentos, Pág. 34

<sup>32</sup> Ídem, Pág. 43

<sup>33</sup> Ídem, Pág. 28

Propiedad de los agregados de resistir en mayor o menor grado al desgaste o abrasión. Es una indicación del comportamiento que sentará un pavimento en servicio por efecto del desgaste a la acción de las llantas. Se mide por el ensayo AASHTO T-96 y ASTM C 131 con la máquina de abrasión de Los Ángeles que en esencia es un tambor vacío donde se coloca el agregado y unas bolas de acero que golpean a aquellos al girar el tambor sobre un eje unas 500 vueltas. Pesándose luego el porcentaje de material que pasa la malla N° 12 que es el porcentaje de desgaste.

#### **2.5.2.4.5 ESTABILIDAD DE TALUDES**

Sobre este tema el ingeniero Anampa<sup>34</sup>, ha efectuado un trabajo donde propone lo siguiente:

En la Ingeniería se conoce con el nombre genérico de talud a cualquier superficie inclinado respecto a la horizontal, que hayan de adoptar permanentemente los macizos. El problema de los taludes, sin duda, constituye la estructura más compleja de las vías terrestres, que ligados a su estabilidad, siempre será algo que preocupe constantemente a los profesionales abocados a este tipo de menesteres; estimulándolos a encontrar una solución cada vez más certera y precisa, en el cual se está consciente, que tal solución estará siempre limitada por el margen de seguridad que representan los trabajos en suelos y rocas; quedando cualquier solución subordinada fundamentalmente a las probabilidades y la variabilidad de las condiciones del suelo y a las aproximaciones que hasta hoy constituyen los análisis de estabilidad. La inclinación de talud más apropiada será el más escarpado que se sostenga el tiempo necesario sin caerse. De esta forma surge el problema y la razón de su estudio. A diferentes inclinaciones de talud corresponde diferentes volúmenes de material por mover, en consecuencia diferentes costos.

---

<sup>34</sup> ANAMPA CHAHUARA, Daniel, Problemas de Estabilidad de Taludes en Caminos Rurales, XII CONIC - Instituto de la Construcción y Gerencia, Pág. 44

Se podrá pensar que el talud más adecuado por alguna razón resulte ser tendido, en tal caso ya no habrá la necesidad de pensar en los problemas de estabilidad de taludes; pero el criterio asequible para cualquier caso es que el talud funcione en forma satisfactoria desde diferentes puntos de vista, excepto lo económico. El mayor porcentaje del costo total en la construcción de carreteras corresponde al movimiento de tierras en las partidas de cortes y rellenos, de manera que cualquier cambio en la inclinación del talud representaría variaciones en forma sustantiva en el costo total.

En las inversiones que se hagan para las vías terrestres, la cantidad de dinero que pueda defenderse con un correcto criterio de estabilidad de taludes, se valorará más y más a cada año que pasa a partir de las cifras actualizadas comparativas; o dicho de otra forma: si de acuerdo a las investigaciones realizadas se exigen ciertas recomendaciones y taludes menos escarpados con el propósito de seguridad de la vía, dando como consecuencia el aumento del movimiento de tierras y costos al mismo tiempo; esto a medida que pasan los años justificará su inversión, si se considera las inversiones de mantenimiento y conservación que requerirá la vía, en el supuesto caso de que se haya optado por taludes más escarpados para disminuir el volumen de movimiento de tierras o haber prescindido de medidas de previsión.

Los problemas relacionados con la estabilidad de laderas naturales difieren radicalmente de los que se presentan en los taludes artificiales, diseñados y contruidos por la mano del hombre, vale decir que dentro de éstos deben verse esencialmente distintos los problemas de los cortes y rellenos.

La diferencia radica en el génesis de su formación y la naturaleza de los materiales, en la historia geológica, los factores climáticos, a que estuvieron expuestos, los esfuerzos a que estuvieron sometidos, y finalmente la influencia que el hombre ejerce o haya ejercido.

Toda la serie de problemas expuestos en líneas anteriores, definen aspectos importantes, como la configuración de los suelos y las rocas, el drenaje de las aguas superficiales o el flujo de las aguas subterráneas a través de los suelos que forman las laderas o el talud, los que influyen decisivamente en las condiciones de estabilidad.

Entre los taludes artificiales diseñados en las vías terrestres, existen diferencias entre los cortes y rellenos, por cuanto estas últimas constituyen una estructura que en parte pueden ser controlados al momento de ser construidos en base a un correcto estudio de suelos, en cambio en los cortes no existe esa posibilidad, quedando limitado al juego de la inclinación.

Dentro de la concepción del problema de estabilidad de taludes, el otro aspecto que genera confusión es el que surge de la forma compleja y múltiple de lo que ha dado en llamarse "falla de taludes", los que se definen en términos de derrumbes o colapsos de toda índole, involucrando una gran variedad de fenómenos en el concepto. Porque una falla no dejará de ser tal por las diferentes formas en que se origina, ya sea en forma rotacional, traslacional, o como el deslizamiento lento y superficial de una ladera natural. Por lo que se debe tratar como problemas distintos, y darles una solución correctiva a cada uno de los casos. De aquí se hace necesario pues, diferencias en el sin número de modelos por los que un talud puede llegar a no cumplir la función que se le haya asignado.

## **A) TIPOS DE FALLAS MÁS COMUNES EN LOS TALUDES DE LAS VÍAS TERRESTRES**

### **A.1 FALLAS LIGADAS A LA ESTABILIDAD DE LAS LADERAS NATURALES**

Estas ocurren típicamente en laderas naturales aunque ocasionalmente se puede presentar en taludes artificiales.

- 1) Deslizamiento superficial asociada a falta de resistencia por baja presión de confinamiento (según Terzaghi, se le conoce con el nombre de Creep).

Se trata de un proceso más o menos continuo y que ocasiona un lento deslizamiento ladera abajo, afectando sólo a la parte superficial de algunas laderas naturales.

Este tipo de falla afecta a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. Se traslada con una velocidad muy baja y sólo en algunas ocasiones supera algunos centímetros al año.

- a) El Estacional.- Que sólo afecta a la parte superficial de la ladera, por influencias directas de los cambios climáticos, expansiones y contracciones térmicas, por humedecimiento y secado, es decir, por las variaciones de frío y calor, o las precipitaciones y la evaporación. Sus movimientos varían con las estaciones del año.
- b) El Masivo.- Que afecta a capas más profundas, que no sufren las influencias directas del medio ambiente, en consecuencia cuya acción se puede atribuir al efecto gravitacional. Se presentará por movimientos constantes.

El espesor del creep estacional puede estimarse en un metro, en cambio el masivo puede llegar a varios metros.

- 2) Fallas Asociadas a procesos de deformación acumulativa, generalmente relacionadas con perfiles geológicos desfavorables.

Son aquellas que se ocasionan en las laderas naturales, como consecuencia de procesos de deformación acumulativa, pues los

materiales, cuando se juntan en grandes masas están propensas a moverse ladera abajo.

Es propio de laderas naturales en depósito de talud o en otras formaciones análogas, constituido por materiales heterogéneos no consolidados, bajo la acción de las fuerzas gravitacionales.

3) Flujos.- Son movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos, recuerdan el comportamiento de un líquido viscoso.

La superficie del deslizamiento no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve.

a) Flujo en materiales relativamente fijos

En primer término están considerados los flujos de fragmentación de rocas desde las más rápidas (avalanchas) hasta las que ocurren lentamente, se podría decir que se trata de una falla plástica de los contactos profundos entre los fragmentos de roca y afectan grandes masas de fragmentos, dejando consecuencias funestas.

En segundo término, los flujos en suelos relativamente secos asociados muchas veces a temblores. En este caso el temblor puede ocasionar la destrucción rápida de la estructura del material, produciendo una verdadera licuación; donde el aire y el agua juegan un papel decisivo.

Fenómenos similares se suscitan también en arenas secas.

b) Flujos en materiales húmedos - flujos de lodos.

Este tipo de flujos requiere una cantidad apreciable de agua contenida en el suelo, lo cual juega un papel en el origen y naturaleza de la falla.

Los flujos en materiales húmedos se llaman flujos de lodo cuando es muy elevado el contenido de agua de los materiales; por lo menos en la zona de fluencia.

Se puede hablar de "flujo de detritus", cuando el material que fluye contiene un 50% por lo menos de grava, bolones, fragmentos de roca, poco consolidado en matriz de suelo fino.

#### a.2) FALLAS RELACIONADAS A ESTABILIDAD DE TALUDES ARTIFICIALES

- 1) Falla rotacional.- Son movimientos rápidos o prácticamente instantáneos que ocurren en taludes, y que afectan a masas profundas de los mismos, con deslizamientos a lo largo de una superficie de falla curva que se desarrolla en el interior del cuerpo del talud.

Son típicos en los cortes y rellenos de las vías terrestres, los deslizamientos u otras señales como la relación esfuerzo resistente a la formación de grietas en la corona de talud. Cuya superficie de fallas se podría asemejar en un término práctico a superficies cilíndricas o conoidales.

- 2) Falla traslacional.- Estas fallas por lo general consisten en movimientos traslacionales importantes del cuerpo del talud sobre superficies de falla básicamente planas, asociadas a la presencia de estratos poco resistentes localizados a poca profundidad bajo el talud. En este caso la superficie de falla se desarrolla en forma paralela al estrato débil y termina en dos bordes escarpados generalmente agrietados; por lo común arcillas blandas o de arenas finas o limos no plásticos sueltos.

3) Fallas con superficie compuesta.- Este tipo de fallas abarcan movimientos en que se combina la rotación y la traslación, dando lugar a superficies de fallas compuestas en que se desarrollan zonas planas al mismo tiempo que tramos curvos, asimilables a arcos circulares.

4) Fallas múltiples.- Se trata de fallas que se producen con varias superficies de deslizamiento, ya sea en forma simultánea o en sucesión rápida. Siendo importante distinguir las fallas sucesivas y las regresivas. Ambas son comunes en laderas en las que se practica un corte.

Las fallas regresivas se forman a partir de una primera, por la inestabilidad en que sucesivamente van quedando las zonas de cabeza de cada falla que se forma. Pueden ocurrir del tipo rotacional o traslacional.

Las fallas rotacionales regresivas ocurren con frecuencia en zonas de topografía movida o escalonada en que predominan fenómenos de erosión, especialmente si existen estratos gruesos de arcillas diagenizadas fisuradas o de lutitas sobre cargadas por estratos gruesos de roca o suelo firme.

En cambio las fallas traslacionales regresivas ocurren en capas superficiales.

### A.3) DERRUMBES Y CAÍDOS

Estas fallas son típicas de las laderas naturales como de los cortes practicados en aquellas. Consisten en desplazamientos locales de poco volumen, aunque naturalmente existen desprendimientos de grandes masas fragmentadas que se debe clasificar como derrumbes.

En este tipo de fallas no se puede hablar de una superficie de deslizamiento y el desprendimiento suele estar predeterminado por las continuidades y fisuras pre-existentes.

Los derrumbes y caídos están siempre asociados a cortes escarpados.



## B) RECONOCIMIENTO DE UN TALUD INESTABLE

Un talud inestable presenta las siguientes características:

- Desmoronamiento y/o desprendimiento permanente de masa, suelos o materiales, en razón a que su ángulo de reposo no es el apropiado.
- Presencia de agrietamientos debido a esfuerzos de tensión y compresión por sobresaturación de agua, erosión y peso excesivo de la masa; así como el efecto de gravedad.
- Inclinación hacia abajo, de árboles y arbustos.
- Presencia de afloramientos de la napa freática por variación de niveles.
- Poca o nula cubierta vegetal.

## C) SOLUCIONES PRÁCTICAS PARA ESTABILIZAR TALUDES

- Construcción de un sistema adecuado de drenaje, tanto superficial como subterráneo, laterales o transversales; con cunetas de coronación o zanjas colectoras, de ser necesario revestidas.
- Descargado y peinado de taludes, eliminando el material inservible.
- Sellar y taponar grietas e impermeabilización del área comprometida, a fin de impedir la infiltración de aguas superficiales.
- Diseñar la construcción de muros: secos a base de piedra o mampostería; a fin de reducir la inclinación de los taludes, para superficies de corte muy escarpados (empinados) y menores de 7.00 m. de altura.
- Diseñar la construcción de muros de estructura flexible, en forma escalonada (andenes) a base de gaviones o Terramesh (estructura en suelo reforzado).
- Efectuar sangrías en la zona de aguajales o bofedales y afloramiento de napa freática; y evacuarlas hacia los canales construidos para tal efecto.
- Construcción de banquetas o terracerías con cortes escalonados, en taludes altos en forma de andenes; con la finalidad de disminuir el peso de la masa de suelo macizo, logrando así su estabilidad.

- Con cunetas laterales (auxiliares) en cada nivel, que drene las aguas hacia zanjas transversales (en cada extremo, construidos para tal efecto; y complementado con la construcción de una zanja de coronación).
- En caso de ser necesario la construcción de muros de contención de concreto, es necesario colocar entre el relleno y la estructura de éste, un material granular, que permita circularlas y drenen con facilidad por los subdrenes considerados para tal efecto.
- Construir canales de bajada, escurrideros o aliviaderos de mampostería de piedra en los cabezales de entrada y salida de las alcantarillas y otras obras de arte en áreas de taludes susceptibles a erosión.
- Encausar los cauces de quebradas, considerando la construcción de obras de defensa en las transiciones de entrada o salida escalonadas a manera de deflactores; y en función a la configuración topográfica y conformación litológica construir las obras de arte más adecuadas (alcantarillas, pontones, puentes, badenes, etc.).
- Ejecutar un mantenimiento rutinario y preservación en forma permanente incluido las medidas correctivas.

### **2.5.2.5 ASPECTOS HIDROLÓGICOS**

Linsley y Kohler <sup>35</sup> indican que antes de iniciar cualquier estudio hidrológico, es necesario definir ciertas premisas mandatorias que permitan seguir una secuencia lógica y adecuada de acciones vale decir, definir los objetos el procedimiento adecuado y su justificación respectiva. Los problemas hidrológicos se clasifican en: Cálculo de caudales, desarrollo de hidrógramas, cálculo de series de tiempo, análisis de variaciones especiales de caudales y precipitaciones y problemas del medio ambiente y operacionales.

Es así que el estudio de los diferentes casos se realiza de acuerdo a los variados usos que se quieran dar, así por ejemplo:

---

<sup>35</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 1

- El problema de caudales pico, involucra el diseño de estructuras hidrológicas como puentes, alcantarillas, bocatomas etc.
- El problema de hidrógramas requiere un conocimiento detallado de las variaciones de descargas y se usa generalmente cuando se requiere almacenar agua.
- Las series de tiempo son importantes principalmente cuando se analiza problemas de abastecimientos de aguas.
- Los problemas operacionales son importantes para el analista cuando se está analizando problemas de planeamiento.
- Las variaciones especiales contribuyen también al análisis de diseño o información de planeamiento.
- En resumen el estudio hidrológico de una cuenca o sub cuenca depende del diagnóstico correcto del problema. En algunos casos un breve estudio de campo y una comparación con estudios similares, bajo condiciones semejantes, puede constituir una base suficiente para determinar la solución del problema.
- Una vez identificado el problema, definido los objetivos y recopilada la información existente, se puede decidir sobre la profundidad o simplicidad de los análisis aplicativos según sea el caso.

Así se tiene:

#### A) Cuencas con suficiente información hidrológica

Este es el caso más optimista donde se puede aplicar todo tipo de metodologías existentes.

#### B) Cuencas con escasa información hidrológicas

Esta información de descargas y suficiente información de precipitación se pueden desarrollar modelos que relacionen las descargas versus precipitaciones.

- Escasa información de descargas y precipitación en este caso es recomendable realizar un análisis regional.

### C) Cuencas sin información hidrológica

Este el caso más crítico y puede ser:

- Sin información de descarga y con información de precipitación.
- Sin información de descarga y precipitación.

En estos casos se deben desarrollar análisis Regionales entre los parámetros físicos de las cuencas con información y los caudales respectivos.

#### **2.5.2.5.1 ANÁLISIS DE TORMENTAS**

Se entiende por tormenta; al conjunto de lluvias que obedecen a la misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. Es necesario indicar que el análisis de tormenta se realiza para aquellos lugares que cuenten con registros pluviográficos de por lo menos diez (10) años de observación.<sup>36</sup>

#### **2.5.2.5.2 ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE VALORES EXTREMOS**

En todo proyecto de ingeniería, primeramente se debe determinar la vida útil de la obra y luego definir el acontecimiento extremo, que comprende a esa vida útil, escogiendo para ello un porcentaje adecuado de riesgo de falla.

##### a.1. Vida útil

La vida útil de una estructura está en función directa al costo de la misma, para ello es que, para el presenta proyecto y dada las características del mismo, se ha tomado un periodo de diseño igual a 20 años.

---

<sup>36</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 218

### a.2. Riesgo de Falla (J)

Representa la probabilidad de que el caudal considerado para el diseño, sea superado por evento de mayor magnitud. Asumimos para el diseño de las estructuras un riesgo de falla en base a recomendaciones dadas por algunos investigadores; aunque también se puede calcular asumiendo una probabilidad de que no ocurra tal evento; mediante la siguiente fórmula: <sup>37</sup>

$$J = 1 - P^N \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

J = Probabilidad de excedencia.

P = Probabilidad de no excedencia u ocurrencia (f (Tr))

N = Vida útil.

### a.3. Tiempo o Periodo de Retorno (Tr) <sup>38</sup>

Es el tiempo transcurrido para que un evento, de magnitud dada se repita, en promedio. Esta expresado en función de la probabilidad P de no ocurrencia. Esto es

$$Tr = \frac{1}{1 - P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Despejando "P" de la ecuación (2) y reemplazando en la ecuación (3) se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1 - J)^{1/N}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

## 2.5.2.5.3 ANÁLISIS DEL MODELAMIENTO MATEMÁTICO DE VALORES ALEATORIOS EXTREMOS

---

<sup>37</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 291

<sup>38</sup> Ídem, pág. 286

No existe razones justificadoras como para sostener que un determinado modelo es mejor que otro y más bien dicha preferencia está supeditada a aquel que presenten o describa mejor los datos muestrales, sin embargo, cuando se trata de series anuales, la práctica ha demostrado que la Distribución del Valor Extremo de Gumbel es el más adecuado, siempre y cuando la información sea de buena calidad. Seguidamente se hace el análisis para la Distribución del Valor Extremo de Gumbel Tipo I y para la Distribución Logarítmica Log Pearson Tipo III.

#### A) DISTRIBUCIÓN DEL VALOR EXTREMO DE GUMBEL TIPO I<sup>39</sup>

$$X = \bar{X} + KSx$$

Donde:

X : Valor de una probabilidad dada de excedencia.

$\bar{X}$  : Promedio de los valores máximos observados.

Sx : Duración estándar de la serie.

K : Factor de frecuencia del nivel de probabilidad de X.

$$K = (Y - \bar{Y}_n) / (Sn)$$

Donde:

$\bar{Y}_n$  : Valor medio esperado de la variable reducida.

Sn : Desviación estándar de la variable reducida.

Y: Variable reducida, la que está expresada por:

$$Y = -Ln[-Ln(P)]$$

Modelo probabilístico que corresponde a la distribución de una Variable aleatoria definida como la mayor de una serie de "n" variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con una distribución Tipo exponencial. Para nuestro caso y haciendo uso del periodo de retorno igual a 70 años. Se obtiene:

<sup>39</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 287

$$P = 1 - 1/70 = 0.985714$$

$$Y = -Ln[-Ln(0.985714)] = 4.24$$

#### 2.5.2.5.4 DISTRIBUCIÓN LOGARÍTMICA PEARSON TIPO III <sup>40</sup>

Definida de la siguiente manera:

$$\log X = \overline{\log X} + K\sigma_{\log X}$$

Los parámetros correspondientes son los siguientes:

Media Aritmética:  $\overline{\log X} = (\sum \log X) / n$

Desviación Estándar:  $S.\log X = \left\{ (\sum (\log \bar{X} - \log X)^2) / (n-1) \right\}^{1/2}$

Coefficiente Asimetría:  $Ag = \frac{n \sum (\log \bar{X} - \log X)^3}{(n-1)(n-2)(S.\log X)^3}$

#### 2.5.2.5.5 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Existen varios métodos para determinar los caudales, entre los más usuales se encuentran el método de aforo directo, usando procedimientos empíricos o mediante el cálculo racional.

Debido a la falta de información, en la cuenca donde se realiza el estudio se ha optado por usar el Método de Cálculo Racional<sup>41</sup>, dado que este es aplicable con buenos resultados cuando se trata de áreas pequeñas, como en nuestro caso. La fórmula del Cálculo Racional está dada por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo de escurrimiento, en M<sup>3</sup> / seg

<sup>40</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, Pág. 285

<sup>41</sup> Ídem, pág., 94

C: Coeficiente Ponderado de escurrimiento

I: Intensidad máxima de precipitación en mm/h., para la frecuencia establecida y para una duración igual al tiempo de concentración.

A: Área a descargar en hectáreas.

#### A) CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía depende del relieve del terreno, infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento superficial. Para su determinación se hizo la siguiente tabla; considerando que el área a drenar es pequeña, se ha optado por calcular un sólo coeficiente de escorrentía, usando para ello los promedios ponderados, de las precipitaciones obtenidas de los registros de CORPAC con el fin de tener un resultado representativo de todo el área en estudio.

TABLA N° 16: DE VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C) <sup>42</sup>

	TIPO DE SUPERFICIE	FACTOR "C"
1.00	Superficies techadas impermeables	0.75 - 0.95
2.00	Pavimentos asfaltados, pistas, aeropuertos, etc.	0.80 - 0.95
3.00	Pavimentos de concreto para pistas de aeropuertos	0.70 - 0.90
4.00	Calzadas de ripio	0.35 - 0.70
5.00	Suelos impermeables*	0.40 - 0.65
6.00	Suelos impermeables con césped*	0.30 - 0.65
7.00	Suelos levemente impermeables*	0.15 - 0.40
8.00	Suelos levemente impermeables con césped*	0.10 - 0.40
9.00	Suelos moderadamente permeables*	0.05 - 0.20
10.00	Suelos moderadamente permeables con césped*	0.00 - 0.10

\* Con pendientes en el rango de 1 a 2%

#### B) CÁLCULO DE LAS ÁREAS A DRENAR

Tanto el área total para el cálculo del coeficiente de escorrentía, como las áreas parciales a drenar por una determinada obra de drenaje han

<sup>42</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 110



sido calculadas teniendo en cuenta el plano de la Carta Nacional a escala 1:100,000, Edición 2, serie J632, hoja 1654 (17-k) del cual se han calculado las áreas para el diseño de cada una de las alcantarillas.

#### SUPOSICIONES EN QUE SE BASA ESTE METODO:

El método racional considera lo siguiente: <sup>43</sup>

1. Cuenca en equilibrio, el flujo de salida es igual a la precipitación menos todas las retenciones que se basa en las características superficiales.
2. No toma en cuenta el factor retardador de almacenamiento.
3. La precipitación es uniforme en toda la cuenca, durante todo el tiempo de concentración.
4. No reconoce que la elevación, la inclinación y la pendiente no afecta a la precipitación.
5. La fórmula siempre sobre estima.
6. Se usa para 1,000 a 10,000 Acres, superficies menores de 80 hectáreas.

#### 2.5.2.6 ASPECTOS SOBRE EL DISEÑO DEL DRENAJE VIAL- OBRAS DE ARTE

El Diseño de Obras de Arte esta fundamentalmente referido tanto al diseño de obras de drenaje, así como al diseño de los muros de contención o sostenimiento de tierras. <sup>44</sup>

En cuanto a las obras de drenaje, entre las más importantes en una vía, tenemos a los puentes, pontones y alcantarillas, los cuales permiten el paso del agua de los Ríos, arroyos, así como quebradas de menor importancia.

El objetivo de estas obras es garantizar la eliminación del agua que en cualquier forma puede perjudicar al camino esto se logra evitando que el

---

<sup>43</sup> LINSLEY, KOHLER, PAULUS, Hidrología Para Ingenieros, pág. 110

<sup>44</sup> OLIVERA BUSTAMANTE Fernando, Estructuración de vías Terrestres, pág. 45

agua llegue a él o bien dando salida a las que inevitablemente concurren al mismo.

Referente a los muros de sostenimiento de tierra, éstos tienen innumerables, en obras de Ingeniería; pero particularmente en el caso de carreteras, generalmente se usan para estabilizar taludes, ya sea de cortes o rellenos.

#### **2.5.2.6.1 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LAS OBRAS DE ARTE**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones<sup>45</sup> propone lo siguiente:

##### **A) OBRAS DE DRENAJE**

###### **A.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE**

En el diseño de las obras de drenaje se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Se ha proyectado estructuras de drenaje, en todos los puntos de drenaje natural con la vía, y donde las características del trazo así lo exige.
- El avenamiento a lo largo de la vía se realizará mediante alcantarillas flexibles tipo ARMCO, pues significan ahorro de tiempo y dinero, además su comportamiento estructural es mejor que el de las alcantarillas "rígidas".
- A lo largo de la vía y pie de los taludes de corte, se ha proyectado la ejecución de cunetas laterales con una profundidad mínima de 0.50m y un ancho mínimo de 1.00m.
- A lo largo de la vía existen tramos que requieren de cunetas revestidas, principalmente aquellas que tienen pendientes mayores a 4.5 %. El revestimiento será de piedra asentada con mortero de cemento - arena, en proporción 1:8.
- En los puntos bajos de curva vertical cóncava, en la que no se considera una alcantarilla, se ha proyectado un aliviadero de cuneta.

---

<sup>45</sup> MTC, Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras. Pág. 58

- Los muros de contención serán de concreto ciclópeo de  $f'c=140$  Kg/cm<sup>2</sup> sus características y ubicación se muestran en los planos respectivos.
- Para el cálculo del gasto máximo probable de los cauces, se empleó el método del cálculo racional, teniendo en cuenta que el tiempo de vida útil de las alcantarillas ha sido considerado en 20 años; además el coeficiente de escorrentía y la intensidad máxima de precipitación, calculados en el Estudio Hidrológico.

## A.2) DISEÑO DE CUNETAS <sup>46</sup>

Para el diseño de cunetas se ha propuesto las dimensiones especificadas en las Normas Peruanas de para el Diseño de Carreteras, considerando a la zona en estudio como muy lluviosa indicando que el talud a usar será el correspondiente a una tierra compacta, tal como se muestra en la figura adjunta.

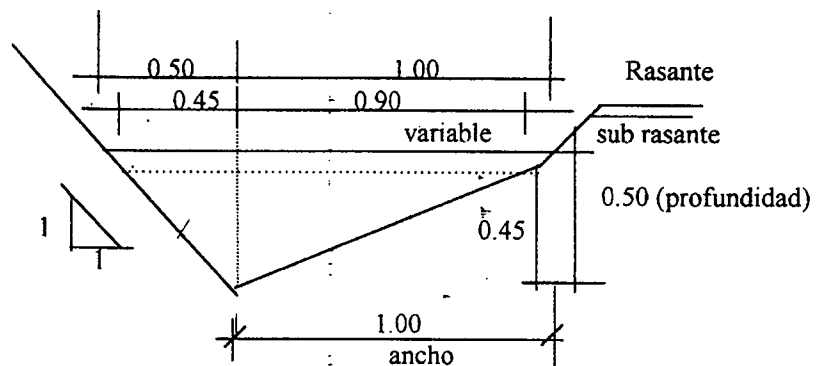


Gráfico N° 8: Dimensiones mínimas para cunetas

A continuación se presenta el chequeo de la capacidad y el funcionamiento Hidráulico de la cuneta correspondiente, el tramo con mayor área a drenar con el propósito de determinar si es necesario plantear cunetas de coronación, o en todo caso modificar la sección propuesta.

<sup>46</sup> OLIVERA BUSTAMANTE Fernando, Estructuración de Vías Terrestres, Pág. 49

Hacemos uso de la fórmula Manning para determinar el caudal que puede transportar cada cuneta; y de la fórmula del cálculo racional, para hallar el caudal que será necesario evacuar, así tenemos:

$$Q_c = \frac{A_c \times R_H^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde

- Qc : Caudal de descarga de la cuneta, en M3/s.
- Ac : Área de la cuneta, en m<sup>2</sup>
- RH : Radio hidráulico en m.
- P : Perímetro mojado
- S : Pendiente de la cuneta en m/m.
- N : Coeficiente de rugosidad del canal (0.030), para canales emboquillados con piedra y mortero de cemento).

En la sección propuesta:

$$A_c = 0.50 \times (0.45 + 0.90) \times 0.45 = 0.3038m^2$$

$$P = \sqrt{0.45^2 + 0.45^2} + \sqrt{0.90^2 + 0.45^2} = 1.643m$$

$$Rh = \frac{A_c}{P} = \frac{0.3038m^2}{1.643m} = 0.185m$$

$$Q_{EVACUAR} = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde

- Q : Caudal máximo de escurrimiento, en M<sup>3</sup>/S.
- C : Coeficiente de escorrentía. Para la zona en estudio C = 0.60
- I : Intensidad máxima de precipitación, mm/h.  
Para nuestro caso I máx. = 60.55 mm-h
- A : Área a descargar, en Has.

TABLA N° 17: VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	VELOCIDAD MÁXIMA m/Seg
Canales en tierra fresca	0.60
Canales en tierra arcillosa	0.90
Canales revestidos con piedras y mezcla simple	1.00
Canales con mamposterías de piedra y concreto	2.00
Canales revestidos con concreto	3.00
Canales en roca:	
Pizarra	1.25
Arenisca consolidada	1.50
Rocas duras, granito, etc.	3.00 - 5.00
Tipo de suelos	Pendiente (S)
Suelo suelto	0.50 - 1.00
Suelo francos	1.50 - 2.50
Suelos arcillosos	3.00 - 4.50

### A.3) DISEÑO DE ALCANTARILLAS

La elección del tipo de alcantarilla es tomada por el proyectista, teniendo en cuenta: Caudal a eliminar, naturaleza y pendiente del cauce, economía y tiempo para la construcción. Para nuestro caso, teniendo en consideración los aspectos mencionados anteriormente, y sobre todo por motivos económicos, optamos por elegir alcantarillas flexibles tipo ARMCO.<sup>47</sup>

Ventajas de las alcantarillas ARMCO:

- Economía en el transporte por su acarreo en livianas secciones de círculos.
- Fácil manipuleo por personal no especializado.
- No requiere cimentación especial

<sup>47</sup> OLIVERA BUSTAMANTE, Fernando, Estructuración de Vías Terrestres, pág 56

- Rapidez de instalación y puesta en uso.
- Gran resistencia y capacidad para absorber sobrecargas, vibraciones y asentamientos diferenciales.
- Durabilidad en función a la buena instalación.
- Su instalación es ajena a condiciones climáticas.

#### Corrugación de las tuberías:

Como es sabido que la corrugación hecha a una lámina plana flexible, en este caso es el acero, aumentan enormemente su resistencia; existen diferentes tipos de corrugaciones, el 99% de los diseños son con salida de la alcantarilla aguas abajo libre. En este caso la alcantarilla se denomina con "Regulación a la entrada" y en ella la pendiente, la rugosidad y el largo del conducto tubular no tiene efecto para el diseño del gasto, tan solo la rugosidad tiene efecto cuando la salida del conducto tubular aguas abajo es sumergida.

TABLA N°18: COMPARACIÓN DE LAS VELOCIDADES LIMITADORAS PARA EL AGUA Y LOS VALORES DE LA FUERZA DE TRACCIÓN PARA EL PROYECTO DE CAUCES ESTABLES <sup>48</sup>

Materiales	n	Aguas Limpias		Aguas con Acarreo de Limos coloidales	
		Velocidad m./Seg.	Fza. Tracción Kg./ m <sup>2</sup>	Velocidad m./Seg	Fza. Tracción Kg./m <sup>2</sup>
Arena Fina Coloidal	0.020	0.45	0.1318	0.76	0.3662
Greda arenosa no coloidal	0.020	0.53	0.1816	0.76	0.3662
Greda limosa no coloidal	0.020	0.61	0.2344	0.91	0.5371
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.61	0.2344	1.07	0.7324
Greda fina corriente	0.020	0.76	0.3662	1.07	0.7324
Ceniza Volcánica	0.020	0.76	0.3662	1.07	0.7324
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.14	1.2694	1.52	2.2459
Limo aluvial coloidal	0.025	1.14	1.2694	1.53	2.2459
Esquistos y toscas	0.025	1.83	3.2712	1.83	3.2712
Grava fina	0.020	0.76	0.3662	1.52	1.5624
Grava graduada hasta guijarros, no coloidales	0.030	1.14	1.8553	1.52	3.2224

La fuerza de tracción o fuerza cortante, es la fuerza que el agua ejerce sobre la periferia de un cauce debido al movimiento del agua. Los valores señalados para la fuerza de tracción fueron computados por S. Portier y Fre C. Scobey sobre la base de las velocidades citadas y el valor "n" que nos indica.

Los valores de la fuerza de tracción son válidos para los materiales citados, para cualquier profundidad. Mayores de 0.90m pueden permitirse velocidades mayores, manteniéndose la misma fuerza de tracción.<sup>49</sup>

#### a) MÉTODOS DE DISEÑO

Tanto para el diseño de las alcantarillas como de cunetas se ha considerado los siguientes métodos:

<sup>48</sup> Tomado del Informe N° Hyd-352, Pág. 60 de la Dirección Estadounidense para la recuperación

<sup>49</sup> YRIGOÍN BUSTAMANTE, José Edilberto; ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA SANGAMAYOC – NUEVA LIBERTAD, pág. 83.

### a.1) FORMULA RACIONAL

Para determinar los caudales a evacuar, haciendo uso de la fórmula racional, se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones: Los valores determinados en el Estudio hidrológico como son coeficiente de escorrentía e intensidad máxima, se consideran constantes para el cálculo del caudal a evacuar tanto de las alcantarillas como de los aliviaderos de cunetas, variando sólo en cada uno de ellos el área a drenar.

#### Determinación del diámetro "D"

Datos Necesarios:

#### Velocidad crítica <sup>50</sup>

Es necesario entender que la velocidad en la sección crítica es aquella que proporciona la máxima descarga en un tubo dado, esto quiere decir que la carga que produce dicha velocidad es constante y no puede aumentarse.

Teniendo en cuenta que la velocidad crítica para la descarga máxima en cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual a la mitad del promedio de la profundidad del agua en dicha sección transversal, y aplicando la ley mencionada, a un tubo circular, la carga que produce la velocidad crítica es:

$$H_v = 0.3113 \times D$$

$$\text{Si: } V = (2 g H)^{1/2} \quad \text{y} \quad \text{considerando } H = H_v, \text{ se tiene}$$

$$V_c = (2 g 0.3113 D)^{1/2}$$

$$V_c = 2.471 D^{1/2}$$

Ecuación que da la velocidad crítica, en la sección crítica, en donde la profundidad crítica es:

---

<sup>50</sup> VILLON B. Máximo, Hidráulica de Canales, pág. 146



$$H_c = (1 - 0.3113) D \quad \longrightarrow \quad H_c = 0.6887 D$$

El área para la profundidad crítica es:

$$A = 0.5768 D^2$$

Por lo tanto:

$$Q = A \times V_c = (0.5768 D^2) (2.471 D^{1/2})$$

$$Q = 1.425 D^{2.5}$$

$$D = 0.868 Q^{0.4}$$

Pendiente crítica <sup>51</sup>

Para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que produzca el efecto de remanso, es conveniente determinar la pendiente necesaria que debe tener la alcantarilla. Para ello, sustituyendo la velocidad crítica en la fórmula de Manning tenemos:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \qquad S = \frac{V^2 \times n^2}{R^{4/3}}$$

Donde:

$$N = 0.021 \text{ (Tabla de Manuel ARMCO)}$$

R = Radio hidráulico

$$R = A / P_m = 0.5768 D^2 / 1.9578 D = 0.2946 D$$

$$V^2 = 6.1077 D$$

Entonces:

$$S = (6.1077 D \times (0.021)^2) / (0.2946 D)^{4/3} = 0.013734/D^{1/3}$$

Expresado en porcentaje:  $S = 1.3731 D^{1/2}$

## b) ANÁLISIS HIDRÁULICOS DE ALCANTARILLAS Y CUNETAS

<sup>51</sup> VILLÓN B. Máximo, Hidráulica de Canales, pág. 155

Como la geometría del cauce es irregular, entonces se ha establecido que la sección promedio en el tramo de ingreso sea aproximadamente una sección trapezoidal, con 1 m. de ancho en la base y con taludes de 1:1 (V:H). Se conecta a la alcantarilla mediante una transición cuya longitud es proporcional al diámetro de la misma. Esta longitud de transición será de tierra.

#### b.1) Cálculo del tirante crítico <sup>52</sup>

Es el tirante hidráulico que existe cuando el caudal es el máximo para una energía específica determinada, o el tirante al que ocurre un caudal determinado con la energía específica mínima.

#### b.2) Análisis de Estructural

Para verificar si el espesor del material de que está fabricada la alcantarilla, es capaz de resistir la presión interna del agua, hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$f = qD / 2 e_1$$

Donde:

f : Esfuerzo de fluencia del acero de la alcantarilla Kg./cm<sup>2</sup>.

q : Presión interna originada por el fluido Kg./cm<sup>2</sup>

D : Diámetro de la alcantarilla en cm.

E<sub>1</sub> : Espesor de la pared de la alcantarilla, en cm.

Teniendo en cuenta con el espesor de la alcantarillas ARMCO, que según el manual ARMCO, se tiene que para todos los casos:

$$E_1 < e_2$$

Alcantarillas D = 24"      e = 1.70 mm

Alcantarillas D = 36"      e = 2.00 mm

Alcantarillas D = 48"      e = 2.50 mm

---

<sup>52</sup> VILLÓN B. Máximo, Hidráulica de Canales, pág. 155

Alcantarillas D = 60"	e = 3.00 mm
Alcantarillas D = 72"	e = 3.30 mm

## 2.5.2.7 ASPECTOS SOBRE EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

### 2.5.2.7.1 Tipos de Pavimento: <sup>53</sup>

El tipo de pavimento dependerá esencialmente de los suelos y materiales existentes en la zona y de las características del tráfico que circulará por el camino

Mejoramiento de la Subrasante: Generalmente será empleado en los Caminos Vecinales CV-3 y en algunas Trochas Carrozables, consistiendo principalmente en los siguientes métodos:

- a) Lastrado: Extendido de una capa de materiales pétreos sin procesar, sobre la explanación terminada. La compactación de este material se realiza bajo la acción del tráfico.
- b) Emparrillados: Colocación de una capa de troncos acomodados en sentido transversal al camino y asegurados entre si recubriendo luego este emparrillado con material granular natural sin procesar.
- c) Riegos: Consisten en la impregnación o humedecimiento de la superficie con melazas, residuos de aceite, aguas salinas, etc. para mejorar la adherencia de las partículas de suelo.
- d) Estabilización de la Subrasante: Consiste en la adición de materiales naturales, agentes químicos a los suelos que conforman la capa superior de la sub-rasante, para mejorar sus propiedades físicas, y proveer mejores condiciones de soporte al tráfico. Este tipo simple de pavimentación es recomendable para caminos CV-3 y como parte de una

---

<sup>53</sup> MTC, PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, Pag. 47

estructura de pavimento más complejo en Caminos de Clasificación CV-2 o CV-1.

e) Sub-base. Es la capa de material granular interpuesta entre la capa de base o de afirmado y la subrasante, para absorber parcialmente los esfuerzos producidos por el tráfico, para restringir el ascenso capilar y para evitar la contaminación del material de la base con los materiales finos de la subrasante. Generalmente estos materiales serán de fuente natural sin requerir procesamiento.

f) Capa de base: Es la capa de material granular con tamaño máximo de 2" y con una gradación especificada, que se encuentra directamente debajo de la superficie asfáltica y que contribuye a soportar los esfuerzos que le transmite aquella. La capacidad soportante de estos materiales debe ser bastante elevada por lo tanto se preferirá los materiales angulares o triturados. En algunos casos se mejorara sus condiciones de estabilidad añadiéndole porcentajes reducidos de cemento portland o asfalto. La capa de base debe permitir el drenaje rápido de las aguas que pudieran infiltrarse a través de la superficie de rodadura que la recubre.

g) Afirmado: Es la capa de material granular con tamaño máximo de 2" y con una gradación especificada que soportará directamente las cargas y esfuerzos del tránsito, ya que no existirá ningún recubrimiento sobre ella. Deberá poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas, y de impermeabilidad suficiente para evitar la infiltración de agua a las capas inferiores. De preferencia el material será procesado para obtener superficies angulares y rugosas que ofrezcan buena capacidad de soporte y estabilidad. En determinadas circunstancias podrá añadirsele agentes estabilizadores tales como cal, cemento portland, etc. para mejorar sus características.

#### **2.5.2.7.2 Dimensionamiento<sup>54</sup>**

a) Ancho de la faja pavimentada: El ancho de la base y sub-base será suficiente para proveer apoyo a la superficie de rodadura y área de bermas indicadas más el sobreancho en curvas.

El recubrimiento asfáltico, cuando se haya previsto, cubrirá el área destinado a superficie de rodadura solamente.

b) Espesor de las capas: El proyectista deberá obtener información de los tipos de suelos predominantes en la zona y de aquellos que aparezcan o se colocarán a nivel de subrasante para determinar sus propiedades y elegir el método de diseño más apropiado.

La determinación de los espesores estará en función de las características de los materiales y la economía de su utilización.

Uno de los métodos más utilizados en la actualidad por la facilidad y rapidez de su uso es el The South Dakota Catalog Method, del programa asistencia técnica local del Estado de Dakota del Sur, en los Estados Unidos.

El catálogo usado toma en cuenta el CBR de diseño y el tráfico de camiones pesados.

---

<sup>54</sup> MTC, PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, Pág. 50

TABLA N° 19: ESPESOR DE LA CAPA DE AFIRMADO PARA CARRETERAS RURALES NUEVAS O REHABILITADAS.<sup>55</sup>

<b>Número diario estimado de camiones pesados.</b>	<b>CBR*</b>	<b>Espesor mínimo sugerido de la capa de grava</b>
<b>0 - 5</b>	<b>Bajo</b>	<b>165 mm. (6.5")</b>
	<b>Medio</b>	<b>140 mm. (5.5")</b>
	<b>Alto</b>	<b>115 mm. (4.5")</b>
<b>5 - 10</b>	<b>Bajo</b>	<b>215 mm. (8.5")</b>
	<b>Medio</b>	<b>180 mm. (7.0")</b>
	<b>Alto</b>	<b>140 mm. (5.5")</b>
<b>10-25</b>	<b>Bajo</b>	<b>290 mm. (11.5")</b>
	<b>Medio</b>	<b>230 mm. (9.0")</b>
	<b>Alto</b>	<b>180 mm. (7.0")</b>
<b>25 - 50</b>	<b>Bajo</b>	<b>370 mm. (14.5")</b>
	<b>Medio</b>	<b>290 mm. (11.5")</b>
	<b>Alto</b>	<b>215 mm. (8.5")</b>

Nota:

Bajo CBR  $\leq$  3 %

Medio  $3 < \text{CBR} \leq 10$  %

Alto CBR  $> 10\%$

#### Construcción por etapas

Al proyectar el pavimento se tendrá en consideración la posibilidad de construcción por etapas, debiendo tenerse presente que en tales casos, una de las capas que quedará expuesta temporalmente al tránsito deberá reunir condiciones de resistencia a las cargas, al efecto abrasivo del tráfico y a la acción de desplazamiento que producen las llantas sobre las partículas expuestas.

Las condiciones de impermeabilidad de la superficie también serán consideradas en forma individual.

<sup>55</sup> South Dakota Local Transportation Assistance Program, Gravel Roads, Appendix A

### **2.5.2.8 ASPECTOS SOBRE SEÑALIZACIÓN <sup>56</sup>**

En los Caminos CV-1 y CV-2, será obligatorio proveer la señalización preventiva necesaria en los lugares críticos, así como la señalización normativa en cuanto a las velocidades permisibles en los diferentes tramos.

En todos los empalmes con carreteras de categoría superior deberán existir Carteles indicando las limitaciones de tipo de vehículo y carga máxima que podrán ingresar al camino, así como también los rangos de velocidad admisibles.

Todos los puentes deberán ser señalizados convenientemente indicando las dimensiones y cargas máximas permisibles.

Los guardavías separadores y demarcación de curvas se harán con materiales propios de la zona.

Se proyectarán los postes de kilometraje y las señales indicadoras que serán obligatorias en los caminos CV-1.

### **2.5.2.9 ASPECTOS SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL <sup>57</sup>**

El mejoramiento de la calidad de vida de las grandes mayorías de seres humanos es el objetivo fundamental de lo que comúnmente se llama "Desarrollo"; los esfuerzos que se realizan para alcanzar este ansiado desarrollo estaban centrados en la colonización de nuevas áreas y la explotación de nuevos recursos.

El crecimiento del género humano y su expansión geográfica ha permitido el control de un alto porcentaje de los recursos, tanto renovables como no renovables del Planeta y ponerlos a su disposición en función de sus necesidades y demandas.

---

<sup>56</sup> MTC, PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, Pág. 51

<sup>57</sup> INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA, Ponencias del II Congreso Nacional de Infraestructura Vial, pág. 32

Considerando que los recursos son finitos, esa constante expansión de la Humanidad ha causado una reducción significativa en el presupuesto energético y los recursos disponibles para el sostenimiento de otras especies de seres vivientes que comparten el Planeta.

Ese limitado presupuesto energético y de recursos se reduce aún más, como consecuencia de la disposición de toda clase de desechos provenientes del hombre, que es el fenómeno que se conoce como "contaminación ambiental".

Las consecuencias incluyen la disminución de la diversidad ecológica y la alteración de los procesos de regulación global del Geo sistema Tierra.

Surge el concepto de Desarrollo Sostenible o Desarrollo Sustentable, como aquellas acciones o esfuerzos de lograr el Desarrollo Económico y Social que son ambientalmente viables en el corto, mediano y largo plazo.

Ante el reto de promover el desarrollo ambientalmente sostenible, los países han ido organizando de manera progresiva sistemas cada vez más eficientes de gestión ambiental, cuya finalidad primordial es precisamente la incorporación sistemática de las consideraciones ambientales en el quehacer diario.

#### **2.5.2.9.1 Marco legal**

En nuestro país, en las últimas décadas se ha logrado un significativo avance en el campo de la legislación ambiental. En efecto, han sido promulgadas importantes normas que sirven como instrumentos jurídicos para regular la relación entre el hombre y su ambiente, con el propósito de lograr el desarrollo sostenible de nuestro país. El cumplimiento de estas normas se irá fortaleciendo en los últimos años, en la medida que los actores



del desarrollo vayan tomando conciencia sobre la necesidad de hacer un uso responsable de los recursos naturales y el ambiente en general. Así se tiene:

**A) Constitución Política del Perú**

Que constituye la Ley marco que rige la legalidad en el Perú.

**B) Ley N° 27446. "Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental". Promulgada en abril de 2001.**

Ley que crea el SEIA, define su ámbito de aplicación, conduce a la Certificación Ambiental y categoriza los tipos de EIAs a aplicar; además, de definir los criterios de protección ambiental.

**C) Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**

Todavía no se ha promulgado, existe un Documento Borrador Final al 20 de marzo del 2003. Hay que mencionar que existe variada y amplia normatividad general y específica que tiene relación directa con el Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales.

**2.5.2.9.2 Impactos ambientales**

El Proyecto Especial Alto Huallaga <sup>58</sup> ha efectuado el Estudio de la Carretera Vecinal Magdalena - Bagazán, donde indica que la construcción de este tramo carretero implicará el incremento de producción agrícola, y explotación de los recursos naturales, estas acciones antrópicas generarán impactos negativos; describiendo los impactos ambientales, los riesgos naturales, impactos ambientales positivos las medidas de control y la lista de Impactos Ambientales, como son:

---

<sup>58</sup> PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA, Estudio de Impacto Ambiental Carretera Magdalena – Bagazán, Pág. 101

## **A) Impactos Ambientales:**

1. Calidad del aire.
2. Niveles de ruido.
3. Variación del clima.
4. Modificación del paisaje.
5. Ciclo hidrológico.
6. Calidad de agua.
7. Asentamiento de suelos.
8. Deforestación (Agricultura migratoria, ganadería extensiva y extracción forestal netamente selectiva "madera").
9. Incendios forestales.
10. Erosión.
11. Salud Pública.
12. Alteración de la fauna.
13. Alteración del ecosistema.
14. Alteraciones del socio- económico:
  - Incremento Poblacional.
  - Mercado de Trabajo.
  - Distribución espacial de la población.
  - Problemas Socio - Políticos.
  - Cambios Socios -Culturales.
  - Asaltos en las Carreteras.
  - Accidentes en la carretera.

## **B) Riesgos Naturales**

1. Inundaciones.
2. Sismos.

## **C) Descripción de Impactos Ambientales Positivos**

1. Ventajas de Localización Agrícola y Pecuaria
2. Ventajas de Localización Comercial.
3. Desarrollo Rural.
4. Crecimiento Poblacional.
5. Revitalización Económica.
6. Integración de los Centros Poblados.
7. Incremento del Turismo.
8. Incrementos de Vistas Paisajísticas.
9. Impacto Socio – Económico

#### **D) Lista de Impactos Ambientales**

1: Alteración de la Calidad de Aire.

Fase (Operación y construcción)

Medio (Atmósfera, Población flora y fauna).

Grado (Reversible)

2, Aumento en los niveles de Ruido.

Fase (Operación y construcción)

Medio (Atmósfera, Población, Flora y fauna)

Grado (Reversible)

3: Alteración del Clima.

Fase (Operación y Construcción)

Medio (Suelo hidrología y atmósfera población, flora y fauna).

Grado (Irreversible)

4: Alteración del paisaje.

Fase (Operación y Construcción)

Medio (Vegetación y fauna)

Grado (Reversible).

5: Alteración del Ciclo Hidrológico.

Fase (Operación y Construcción).

Medio (Suelo, clima, geomorfología, vegetación, fauna, hidrología superficial y subterránea)

Grado (Irreversible).

6: Alteración de la Calidad del Agua.

Fase (Operación y Construcción).

Medio (Aguas superficiales, aguas subterráneas, fauna acuática, suelo, vegetación)

Grado (Reversible)

7: Asentamientos de Suelos

Fase (Operación y construcción)

Medio (carreteras, suelos obras de arte Grado Reversible).

Grado (Reversible)

8: Deforestación

Fase (Operación y construcción)

Medio (Carreteras, Suelos, Obras de Arte)

Grado (Irreversible)

9: Incendios Forestales

Fase (Operación y Construcción)

Medio (Suelo, flora, Fauna Población)

Grado (Irreversible)

10: Erosión

Fase (Operación y construcción)

Medio (Carreteras, suelos, cauces naturales, obras de arte)

Grado (Reversible)

11: Salud Pública

Fase (Operación y construcción)

Medio (Población)

Grado (Reversible)

12: Alteración de Fauna (Barrera)

Fase (Cooperación y construcción)

Medio (Suelo, hidrología superficial, hidrología subterránea, flora, fauna, clima y geomorfología)

Grado (Reversible)

13: Variación del Ecosistema

Fase (Operación y construcción)

Medio (Suelo, hidrología superficial, hidrología subterránea, flora, fauna, clima y geomorfología)

Grado (Reversible)

14: Alteraciones en el Medio Socio Económico

Fase (Operación y construcción)

Medio (Población).

Grado (Reversible).

15: Inundación

Fase (Operación y construcción)

Medio (Carreteras, suelo, población, flora y fauna)

Grado (Reversible)

16: Sismo

Fase (Operación y construcción)

Medio (Carretera, suelo, población, flora y fauna)

Grado (Reversible)

### 2.5.3 MARCO CONCEPTUAL : TERMINOLOGÍA BÁSICA

Es importante aclarar ciertos términos que se están usando en el presente trabajo tales como:

- Cuenca Hidrográfica:

Es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido.

- G. P. S:

(Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global), es un instrumento que permite obtener datos muy precisos de posición en coordenadas (UTM, grado – minutos – segundos, etc.), movimiento en velocidades, altura y cálculo indirecto de superficie con ayuda de otros software

- Fotogrametría:<sup>59</sup>

Conjunto de técnicas y métodos que, mediante un proceso denominado restitución fotogramétrica, que se lleva a cabo con aparatos restituidores; se utilizan para obtener medidas reales del terreno y para elaborar mapas y planos a partir de fotografías aéreas.

- SENAMHI:

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

- Barómetro:<sup>60</sup>

Instrumento que sirve para medir la presión atmosférica.

- Terzaghi:<sup>61</sup>

---

<sup>59</sup> FRANCO REY, Jorge, Nociones de Topografía , Cartografía y Geodesia, Pág. 2

<sup>60</sup> Editorial Everest, Diccionario Everest, Pág 189

<sup>61</sup> <http://wikimania.wikimedia.org>, Enciclopedia Online, Terzaghi

Ingeniero austriaco, considerado padre de la Mecánica de Suelos, quedó inmortalizado con su obra "Erdbaumechanik" con la cual sentó las bases de esta ciencia.

- Napa freática: <sup>62</sup>  
Capa de agua que se encuentra en el subsuelo.
- Gaviones: <sup>63</sup>  
Son recipientes rectangulares hechos de alambre de acero galvanizado. Sirven para obras de control de erosión.
- Litología: <sup>64</sup>  
Parte de la geología que trata de las rocas.
- AASHTO:  
American Association Society of State Highway and transport Officials, asociación americana de carreteras estatales y transporte oficial.
- ASTM:  
American Society for Testing and Materials, Sociedad americana de ensayos de materiales.
- Hidrogramas:  
Es un gráfico de forma escalonada, que representa la variación de la intensidad expresada en mm/hora de la tormenta, en el transcurso de la misma expresada en minutos u horas.
- Pluviógrafo:  
Es un instrumento que registra la altura de la lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de la precipitación, dato importante para el diseño de estructuras hidráulicas

---

<sup>62</sup> Enciclopedia Lexus 97

<sup>63</sup> Caminos Rurales con Impactos Mínimos, Pág 11-50

<sup>64</sup> Enciclopedia lexus 97

- CORPAC:

Corporación Peruana de Aeronáutica Civil

#### **2.5.4 MARCO HISTÓRICO**

El proceso de trabajo inicio en Enero de 2010, contando con el apoyo de los pobladores y autoridades de las comunidades que serán beneficiadas con la investigación, la cual tuvo una duración de 2 meses, después del cual en coordinación con el asesor se logró la finalización del trabajo en un periodo total de 4 meses.

#### **2.6 HIPÓTESIS A DEMOSTRAR**

De acuerdo con lo tratado hasta aquí, se formuló la siguiente hipótesis:

*“El Estudio Definitivo para la construcción de la carretera MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA, permitirá reducir los altos costos de transporte de productos agropecuarios y de pasajeros”.*



### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

##### **3.1.1. Recursos Humanos**

- a. 02 Bachilleres (Responsables de la Tesis)
- b. 01 guía (Personal de la zona de trabajo)
- c. 01 Nivelador (Topógrafo)
- d. 04 Peones

##### **3.1.2. Equipos**

- 01 Teodolito Marca Topcon DT-130
- 01 Nivel de ingeniero Marca Leica
- 01 Computadora
- 01 Impresora
- 01 Plotter
- 01 tablero de dibujo
- 02 Calculadoras científicas
- 01 Motocicleta
- G.P.S. (Equipo que se georreferencia mediante satélites para la ubicación de coordenadas geográficas)
- 01 brújula

##### **3.1.3. Materiales:**

- Carta Nacional a escala 1: 100,000
- Mapa Vial del Departamento de San Martín
- Papel bon A-1
- Papel bon A-4
- Libretas de Topografía

- Juego de escuadras
- Portaminas
- 01 eclímetro
- 01 regla graduada
- 01 wincha 50 metros
- Machetes en número necesarios,
- Todo el personal equipados de botas de jebe
- Ponchos impermeables.

### **3.2. METODOLOGIA**

**Metodología de la investigación:** para la realización del presente proyecto se procedió con la siguiente metodología.

Tipos y Nivel de la Estudio.

**TIPO** : Investigación aplicada

**NIVEL** : Básico

#### **3.2.1. UNIVERSO, MUESTRA Y POBLACIÓN**

La cobertura del presente estudio está referido a los siguientes temas:

##### 1) Universo y/o Muestra

Universo : Población del área de influencia

Muestra : Núcleo de familia.

##### 2) Ámbito Geográfico

El Proyecto se ejecutará entre los centros poblados de Manteca, La Florida y Alto Uchiza, Distrito de Nuevo Progreso, Provincia de Uchiza y Región San Martín.

#### **3.2.2. SISTEMA DE VARIABLES**

Para probar *la Hipótesis* planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

- Variables Independientes:
  - Estudio definitivo de la carretera
  
- Variables Dependientes:
  - Desarrollo socioeconómico
  
- Variables Intervinientes:
  - Política Sectorial

### **3.2.3. DISEÑO DEL METODO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación planteada es la aplicación de conocimientos para el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad que influirán la mejora socio-económica de la zona en estudio, lo cual generara incremento en la calidad de vida de la población beneficiada.

### **3.2.4. DISEÑO DE INSTRUMENTOS.**

#### **Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de datos.**

##### ***Fuentes Técnicas.***

Se utilizará fuentes de información primaria, esto comprende observaciones, entrevistas y recolección de datos directamente en la zona en estudio, información que se está alcanzando en el Capítulo 4, como son:

- Estudio Socioeconómico
- Estudio de Mecánica de Suelos y Geotecnia
- Estudio Topográfico
- Estudio Hidrológico y de Drenaje

- Estudio de Impacto Ambiental

### **Instrumentos de Selección de Datos.**

Los datos se obtienen a través de información proporcionada por INEI, datos técnicos y muestras tomadas directamente en la zona de estudio.

### **3.2.5. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Los datos han sido sometidos a análisis de ingeniería basados en los conocimientos adquiridos por los tesisistas a lo largo de su estancia en la universidad, lo cual nos dará los resultados que nos permitirá optar por la solución final adoptada.

#### **3.2.5.1. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL DIAGNÓSTICO SOCIO – ECONÓMICO**

La metodología aplicada fue realizada a través de los datos proporcionados por los censos de población y vivienda del año 2005 y 2007, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en los siguientes sectores:

- Educación
- Vivienda
- Agricultura
- Economía

A una población de 640 PERSONAS

- El cálculo de la proyección poblacional se hizo realizó con la siguiente fórmula:

$$Pf = Po + r(t - to)$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población inicial

r = Razón (para la Región San Martín es el 2.6% según el INEI)

t = Tiempo futuro

to = Tiempo inicial

### **3.2.5.2. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Tramo: Manteca – La Florida – Alto Uchiza

Los responsables de éste trabajo tuvieron que recorrer la Ruta a evaluar a pie, teniendo en la mano todos los documentos tales como: Carta Nacional a escala 1:100,000, Diagrama vial del Departamento de San Martín, etc. y la Brigada de trabajo estuvo equipada. Los estudios y reconocimiento del terreno estuvieron a cargo de los Tesistas

Siguiendo el trazo realizado ubicamos los puntos de paso obligados, las obras de drenaje a proyectarse, posibles canteras, puntos de agua y sectores críticos.

#### **UBICACIÓN DE LOS PUNTOS INICIAL Y FINAL**

En el trazo de la carretera se ha determinado el punto inicial y punto final, y puntos obligados de paso.

##### *Punto Inicial*

El Punto inicial se ubica en la Carretera Nacional PE-5N a la altura del poblado Manteca, continuando a través del Camino Vecinal que atraviesa el poblado de La Florida.

##### *Punto Final*

El Punto final del trazo se encuentra del camino vecinal se encuentra ubicado en el poblado de Alto Uchiza.

### **3.2.5.3. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA VÍA.**

La vía en estudio es un camino vecinal del Tipo CV-3.

Con los siguientes parámetros de diseño:

Terreno de Topografía Accidentada: Resultando de acuerdo a las normas de Diseño de Bajo Tránsito con una Velocidad de Diseño de 30 Km/Hora.

De acuerdo a la velocidad tenemos:

Pendiente máxima: 10 %

Pendiente mínima: Mayores a 0.5 %

Ancho: 3.60 mts

Radio Mínimo: 14.00 mts.

Coefficiente de fricción lateral: 0.23

### **3.2.5.4. ESTUDIO DE SUELOS Y ANÁLISIS DE LABORATORIO SUELOS**

#### **MUESTREO**

Luego de realizar el recorrido de la ruta con la finalidad de tener un conocimiento general de las características de la superficie del terreno y ubicar las calicatas en las siguientes progresivas: 1+000, 2+000, 3+000, 4+000, 5+640, 6+440, 7+480, 8+520, 9+550, 10+400, 11+350, 12+580, respectivamente; se procedió a la extracción de las muestras de las mismas.

Se excavaron un total de doce calicatas o pozos, de sección cuadrada de 1.50 m. x 1.50 m. Los cuales se realizaron a cielo abierto y en forma manual, con profundidades variables a partir del terreno natural, según el tipo de suelo, y tratando en lo posible que las muestras obtenidas sean "representativas", a fin de garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio.

La exploración mediante pozos a cielo abierto nos permitió examinar con precisión, en cada uno de ellos los diferentes estratos de suelo en su estado natural, partiendo de la superficie del terreno y en sentido descendente.

Se tomaron un aproximado de 50 kilos por cada calicata excavada, la cual permitió realizar los diferentes ensayos de laboratorio basados en el Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM-2000 tales como:

- Análisis granulométrico por tamizado. (ANEXO 1)
- Contenido de Humedad (ANEXO 2)

- Determinación del Límite Líquido (ANEXO 3)
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ANEXO 3)
- Relaciones Humedad Densidad (ANEXO 4)
- C.B.R. (ANEXO 5)
- Abrasión (ANEXO 6)

### **3.2.5.5. ESTUDIO DE CANTERAS**

#### **3.2.5.5.1. Muestreo**

Debido a que los suelos existentes a lo largo de la subrasante, presentan características poco recomendables como terreno de fundación, es necesario conocer las características de los diferentes tipos de áridos, que componen los materiales de canteras, ya que son estos los que deben soportar los mayores esfuerzos provenientes de las cargas vehiculares, así como resistir el desgaste por el rozamiento en su superficie.

#### **3.2.5.5.2. Análisis De Laboratorio**

Los ensayos de laboratorio que se realizan para el estudio de materiales de canteras son los mismos que se hacen para los suelos de rasante, con la inclusión de la prueba de desgaste por abrasión en la Máquina de los Ángeles.

### **3.2.5.6. ESTUDIO DE TRAFICO**

#### **3.2.5.6.1. METODOLOGIA**

Para la estimación del tráfico de carga usaremos el cálculo del IMD en base al Excedente de Producción.

Para el cálculo del tráfico de pasajeros usaremos la población proyectada.

#### **3.2.5.6.2. TRAFICO DE CARGA**

Para el cálculo del tráfico de carga se utilizó el excedente de producción para calcular la cantidad de vehículos que circularán por la vía en proyecto.

Este excedente de producción fue determinado anteriormente en el análisis socio – económico.

#### A) Tránsito de pasajeros

La demanda está constituida por el flujo de vehículos que requiere el servicio del camino vecinal. Para el año inicial se consideró datos referenciales de la trocha carrozable Puente Uchiza – San Pedro, este camino tiene el tráfico de 11 vehículos ligeros.

El número de vehículos pesados C50 es de 4 veh/día a 10 años de proyección. El crecimiento de los vehículos ligeros está relacionado con el crecimiento poblacional.

La tasa de crecimiento anual de la Población en el departamento de San Martín es de 2.90 % según el INEI.

### **3.2.5.7. DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO**

#### **3.2.5.7.1. Metodología**

Para la obtención de los espesores del afirmado así como de las secciones homogéneas (suelos con características similares de soporte) se ha empleado el método sugerido por la Local Technical Assistance Program de Dakota:

The South Dakota Catalog Design Method

#### **3.2.5.7.2. Diseño De Pavimentos**

Para la obtención del espesor del pavimento, se tendrán que determinar los siguientes parámetros:



Valor relativo de soporte de diseño de la subrasante (CBRd)

### 3.2.5.7.3. Determinación Del CBR De Diseño (CBRd)

Para tal efecto se está empleando el método recomendado por la norma japonesa.

Tabla N° 20: Valores relativos de soporte

CBR	
01+000	9.30
05+000	26.00
08+520	15.00

Fuente: Elaboración propia

**Método Japonés.-** Emplearemos la siguiente relación

$$CBRd = CBRp - \frac{(CBRMax - CBRMin)}{c}$$

Donde:

- CBRd = CBR de diseño
- CBRp = CBR promedio
- CBRMáx = CBR máximo
- CBRmin = CBR mínimo
- C = Coeficiente = 1.91

Reemplazando valores obtenemos:

$$CBRd = 16.77 - \frac{(26.00 - 9.30)}{1.91}$$

Valor CBR de Diseño adoptado.

$$CBRd = 8.03$$

#### **3.2.5.7.4. Determinación Del Espesor Del Pavimento**

Para la determinación del espesor del pavimento a nivel de afirmado se usó el The South Dakota Catalog Design Method:

La carga y volúmenes de tráfico inciden de manera capital en el diseño estructural de pavimentos, muy en especial cuando los volúmenes y las cargas son elevadas, de lo contrario la importancia como parámetros relativo por tal razón cuando el volumen de tráfico es inferior a 500 veh/día, no es justificable elaborar un complejo análisis de tránsito, y razón por la cual la variable capital en el diseño antes mencionado son los vehículos pesados y el CBR de diseño.

#### **3.2.5.8. SOBRE EL ANÁLISIS DE TORMENTAS**

Es así que frente al problema, materia de este estudio, en el cual se cuenta con información pluviográfica dentro del área de influencia del proyecto, y luego de haber definido el objetivo que es determinar las descargas máximas para el diseño de las obras hidráulicas (Cunetas y Alcantarillas), se han optado por analizar dos alternativas, las mismas que se describen a continuación.

Primera: Usar la Información Pluviométrica de la Estación Uchiza, con datos de precipitación máximas en 24 horas, desde el año 1966 hasta el año 1984 respectivamente.

Segundo: Y además utilizar la Información Pluviométrica de la Estación Tocache, con datos de precipitación máximas en 24 horas, desde el año 1967 hasta el año 1986 respectivamente; a partir de esta información , se podría usar los datos para el proyecto.

Luego del análisis encontramos que existe información significativa con las estaciones de la zona, por tanto es posible de generar curvas de intensidad - duración frecuencia.

Mediante el análisis de frecuencia de valores extremos se ha encontrado el valor de la precipitación diaria máxima anual para un periodo de retorno determinado y finalmente la intensidad (mm/h) haciendo uso de fórmulas empíricas.

#### **3.2.5.8.1. Determinación De La Intensidad (mm/h)**

Antes de iniciar el análisis de frecuencia de valores extremos es necesario cerciorarse de la consistencia y homogeneidad de los datos con que se cuentan.

##### ***Análisis de consistencia***

La no homogeneidad e inconsistencia en secuencia hidrológica es uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología contemporánea, particularmente en lo que se refiere a conservación, desarrollo y control de recursos hídricos; ya que cuando no se identifica, elimina y no se ajusta las condiciones futuras, la inconsistencia y la homogeneidad puede producir un error bastante significativo, llegando obtener en análisis futuros, resultados bastantes alterados.

Inconsistencia es sinónimo de error sistemático y se presenta como altos y tendencias; no homogeneidad es definida como los cambios de los datos vírgenes con el tiempo. Así por ejemplo, la no homogeneidad en los datos de precipitación pluvial es creada por tres fuentes principales:

- a) Movimiento de las estaciones en una distancia
- b) Movimiento en una distancia vertical.
- c) Cambios en el medio ambiente de una estación, como árboles, construcción de casas, entre otros.

Desde este punto de vista práctico son de mayor interés los errores sistemáticos ocasionados por la intervención de la mano del hombre y en ellos se concentran el análisis de consistencia. El análisis de doble masa, denominado también de "dobles acumulaciones", es una muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencia en los datos hidrológicos múltiples, cuando se disponen de dos o

más series de datos en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos; pero no para realizar una corrección a partir de la curva de doble masa.

Luego, la evaluación y cuantificación de los errores detectados en la forma de saltos, se realiza mediante un análisis estadístico; vale decir, un proceso de inferencia para las Medias y Desviación Estándar, mediante las pruebas T y F, respectivamente.

Por intermedio de este análisis si es necesario o no una corrección de los datos hidrometeorológicos y seguidamente la modificación empleando fórmulas de acuerdo al caso.

Sin embargo, para la aplicación de estas pruebas estadísticas es necesario que las muestras de datos reúnan ciertas condiciones o requisitos como:

- Se distribuya en forma normal.
- Sean muestras no periódicas, esto implica que son más, aplicable a los datos anuales que a los no anuales (periódicos).
- Los datos deben de ser independientes, y por lo general las series hidrometeorológicas son dependientes (Con excepción de las precipitaciones media anual).

En conclusión, para que los resultados de las pruebas estadísticas sean más reales, es necesario que las muestras de análisis se distribuyan normal e independientemente y no sean periódicas.

### **3.2.5.9. DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL Y ESTACADOS DE LOS PI. PC. Y PT.**

Conocido el valor del ángulo  $\Delta$ ; y seleccionado el radio a emplear, se ha procedido a calcular los valores de los diferentes elementos de las curvas horizontales así como a determinar los números de estaca que les corresponde a los puntos: PI, PC y PT. Sea la figura:

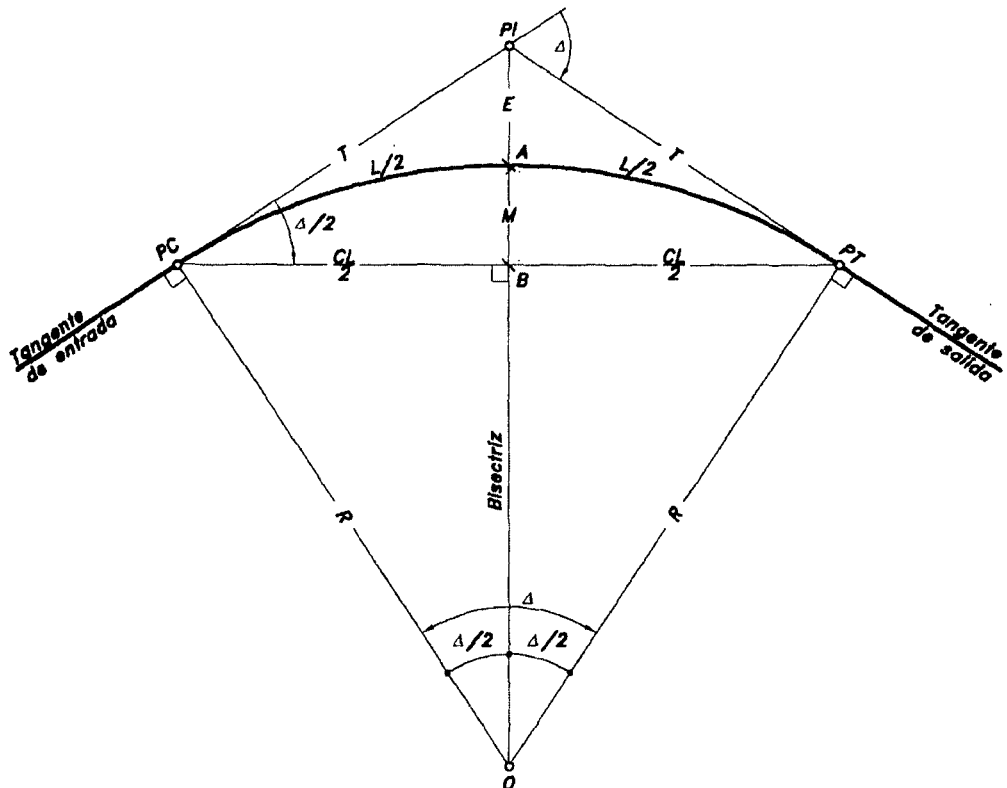


Gráfico N° 9: Elementos de las curvas horizontales

- PI = Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.
- PC = Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.
- PT = Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
- O = Centro de la curva circular.
- $\Delta$  = Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC.PT.
- R = Radio de la curva circular simple.
- T = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.
- L = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
- CL = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.
- E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.

M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A ti punto medio de la cuerda larga B.

Las fórmulas para hallar los elementos básicos y el proceso para determinar el número de estacas de PI, PC, PT, se muestra seguidamente:

$$T = R \text{ Tang } (\Delta / 2)$$

$$L_c = \pi R (\Delta / 180^\circ)$$

$$C = 2 R \text{ Sen } (\Delta / 2)$$

$$E = R (\text{Sec } (\Delta / 2))$$

$$M = R (1 - \text{Cos } (\Delta / 2)) = (C / 2) \text{ Tang } (\Delta / 4)$$

En cada lámina de Dibujo, correspondiente al Diseño en Planta y Perfil, kilómetro por kilómetro se muestran en detalle los elementos de las curvas horizontales, compuesto por los siguientes datos

- Número de curva (N°)
- Sentido o dirección de la curva (S)
- Angulo de intersección de los alineamientos o ángulo de la curva horizontal (I)
- Radio (R)
- Tangente (T)
- Longitud de curva (Lc)
- Principio de curva (PC)
- Punto de intersección (PI)
- Punto en que termina la curva horizontal (PT)
- Externa (Ext.)
- Sobre ancho en las curvas (S/A)
- Peralte (P%)

Es conveniente mencionar, que según la categoría de la carretera y teniendo como guía las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, se ha considerado en el Diseño, una Velocidad Directriz igual a 30 Km. /h.

### **3.2.5.10. COMPROBACIÓN DE VISIBILIDAD EN UNA CURVA HORIZONTAL**

A continuación en base a 2.5.2.3 se hace una ilustración de la forma de calcular una banqueta de visibilidad, para ser aplicado en cualquier otro proyecto donde la topografía del terreno lo permita, en el tramo en estudio tenemos taludes de corte relativamente pequeños. Relacionando las medidas típicas obtenemos:

$$b = 1.98 + S.A. + \frac{(2.25 + S.A.)\left(\frac{P}{100}\right) + 0.85}{3}$$

### 3.2.5.11. CAUDAL DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS

#### 3.2.5.11.1. CUNETAS

Realizando el Chequeo correspondiente para el tramo de cuneta que se supone irá más cargado, se tiene:

TRAMO: Km. 0 + 720 - Km. 1 + 050 (L = 330 m)

n = 0.025 superficie de mampostería con mortero de cemento

s = 3.20 % (L=330 m)

Velocidad máxima = 3.00 m./seg

Velocidad mínima = 0.25 m./seg

Luego reemplazando datos en las ecuaciones respectivas, tenemos:

$$Q_c = \frac{0.3038(0.185)^{2/3}(0.032)^{1/2}}{0.025} = 0.706 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V = \frac{Q_c}{Ac} = \frac{0.706}{0.3038} = 2.32 \text{ m / seg.} < 3.00 \text{ m. / s} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$Q \text{ evacuar} = \frac{0.50 * 60.55 * 7.23}{360} = 0.608 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Observamos que: **Q evacuar < Q cuneta (Qc)**

$$0.608 < 0.706$$

Entonces, se debe tener qué, la capacidad de la cuneta es suficiente para evacuar el agua de la zona drenada, por lo tanto, está garantizado el funcionamiento hidráulico de los tramos de cunetas restantes.

Cabe además, indicar que los tramos con pendiente menores a 3.2 % y en donde el suelo no se erosiona con facilidad se usarán cunetas sin revestir.

### **3.2.5.11.2. CÁLCULO DE ALCANTARILLAS MEDIANTE, LA FORMULA RACIONAL**

A continuación presentamos como ilustración el cálculo del caudal a evacuar y su respectivo diámetro de una alcantarilla, haciendo notar que el mismo proceso se ha desarrollado para las cunetas.

A continuación se presenta los pasos a seguir:

1. Se calcula el caudal con la fórmula del método racional

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \text{ en m}^3/\text{seg.}$$

2. Se considera una sección para máxima eficiencia hidráulica, en el que el tirante debe ser el 90% del diámetro de la tubería  $Y/D=0.90$
3. Con este valor se va al anexo 12 Fórmula de Manning en conductos cerrados y obtenemos el diámetro y el área en función de R.
4. Con estos valores, más los datos obtenidos por cálculo se remplazan en la fórmula de Manning, para encontrar R.

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \dots\dots ( \text{m}^3/\text{seg.} )$$

Encontrado R se remplaza en el paso 3 y obtenemos el diámetro de la tubería.



### 3.2.5.12. EVALUACIÓN AMBIENTAL

La metodología desarrollada está basada en el método utilizado por FONCODES; el mismo que consiste de:

- La identificación del estado inicial del medio ambiente en el área del proyecto, el cual se determinará por medio de la línea base. La línea base debe incluir información de aspectos como: clima, geología y geomorfología, hidrología, flora y fauna, recursos naturales importantes, sociología, salud, infraestructura, educación.
- La identificación de los posibles impactos ambientales, las cuales se efectuarán en base al listado de fuentes de impactos ambientales, empleando en forma complementaria la información de la línea base.
- La determinación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación, utilizando el listado de las fuentes de impactos ambientales y la información de la línea base.

#### ***Paso 1: Descripción de la línea base***

Para los propósitos de esta sección, se utiliza el cuestionario presentado en el Tabla N° 21, que nos permitirá generar la línea base que necesitamos. La información que se trata de obtener comprende aspectos como:

- Clima, Geología, Morfología e Hidrología; volúmenes de precipitación anual y estacionalidad del régimen hídrico, estabilidad de los terrenos y susceptibilidad a cambio, detección de parámetros que pueden ser afectados positiva o negativamente por el proyecto.
- Flora, Fauna y Recursos Naturales; situación actual de los recursos naturales, potencial económico y de desarrollo. Qué grado de deterioro tienen los recursos naturales y los niveles de contaminación que podemos encontrar en el área.

- Sociales, Costumbres, Salud, Educación; Es importante saber si han existido epidemias anteriormente, el grado de instrucción de la población que nos permitirá predecir el éxito de algunas medidas de mitigación y si es necesario capacitar a la población.
- Economía, Política y Religión; para complementar el panorama social y definir la estabilidad del proyecto.

La línea base ha sido diseñada como apoyo para la detección de impactos ambientales, el diseño de las medidas de mitigación y la graduación de los impactos.

**TABLA N° 21: CUESTIONARIO PARA OBTENER LA LÍNEA BASE <sup>65</sup>**

Proyecto.....		Fecha .....	
<b>01.-Ubicación</b>		<b>12.- Turismo</b>	
Región.....		Áreas protegidas(Ha.).....	
Departamento.....		Aguas termales(clase medicinal).....	
Provincia.....		Restos arqueológicos .....	
Centro Poblado.....		Otros.....	
<b>02.-Topografía</b>		<b>13.-Árboles y arbustos</b>	
Plano.....		<b>Silvestres                      Cultivados</b>	
Ondulado.....		a)..... a).....	
Accidentado.....Pend.>.....% Pend.<.....%		b)..... b).....	
Altitud..... m.s.n.m.		c)..... c).....	
<b>03.-Fuentes de agua(Principales y Caudal en lt/s)</b>		d)..... d).....	
Superficial.....		<b>Ha. aprox.....                      Ha. Aprox.....</b>	
Subterránea(prof. aprox. de la napa).....		<b>14.-Fauna (predominante exprese en % aprox.)</b>	
De lluvia.....		<b>Domésticos                      Silvestres</b>	
Agua servida sin tratar.....		a)..... a).....	
Puquiales.....		b)..... b).....	
<b>04.-Caudal de la fuente en uso( metros cúbicos/s)</b>		c)..... c).....	
Alto.....m <sup>3</sup> /s.                      Bajo.....m <sup>3</sup> /s.		d)..... d).....	
Permanente.....m <sup>3</sup> /s.		<b>15.-Fuentes de trabajo (Exprese en %)</b>	
<b>05.-Uso del Agua(Exprese en %)</b>		Agrícola.....Comercio.....	
Doméstico.....% Riego.....% Otros.....%		Ganadera.....Artesanía.....	
<b>06.-Clima(Exprese Promedio de T° aproximado/día)</b>		Minera.....Ambulante.....	
Cálido.....°C Húmedo.....°C Templado.....°C.		Otros.....	
Frío.....°C Muy frío.....°C Helado.....°C.		<b>16.-Pequeñas Micro Empresas( Cantidad )</b>	

<sup>65</sup> Ministerio de Economía y Finanzas, Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana, Pág. 91

<b>07.-Precip.(Ocurrencia meses y Prom. Anual mm.)</b>	Zapaterías..... Carpinterías.....
Época de lluvia.....	Hojalaterías..... Máncas.....
Época seca.....	Otros.....
Época de granizada.....	<b>17.-Vías de Transporte (Indicar Km. y Cant.)</b>
Época de heladas.....	Carreteras..... Km.
<b>07.-Vientos ( Indique meses de ocurrencia)</b>	Camino de herradura..... Km.
Vientos suaves.....	Ríos..... Puentes..... Huaros..... Otros.....
Vientos moderados.....	<b>17.-Distancias: Con respecto a la comunidad</b>
Vientos fuertes.....	a) Al Distrito..... Km.
<b>09.-Suelos ( Características físicas )</b>	b) A la Provincia..... Km.
Textura:..... Ph.....	c) A la Capital del Dpto..... Km.
Estructura.....	d) A Lima..... Km.....
Drenaje: Bueno..... Regular..... Malo.....	<b>19.- Servicios de comunicación</b>
Profundidad de capa arable..... cm.	a) Correos..... b)Teléfono.....
<b>10.-Cultivo permanente(Clase de cultivo y Ha.)</b>	c) Radio..... d) Serv.Comunitario.....
a)..... b).....	<b>20.-Vivienda(Tipo de vivienda predominante)</b>
c)..... d).....	a) Madera..... b)Tapia..... c) Quincha.....
e)..... f).....	d) Concreto..... e) Piedra..... f) Adobes.....
<b>11.-Cultivos anuales(Clase de cultivo y Ha.)</b>	<b>21.- Energía eléctrica</b>
a)..... Ha b)..... Ha.	Inicio(Indique fecha)..... Horas/día.....
c)..... Ha. d)..... Ha.	
<b>22.- Educación (Pobl. Escolar Varones-Mujeres)</b>	<b>26.-Saneamiento</b>
Primaria..... Varones..... Mujeres.....	Tratan las aguas servidas.....
Secundaria..... Varones..... Mujeres.....	Toman agua potable(Ind. Fecha inicio).....
Otros..... Varones..... Mujeres.....	Usan letrinas(Fecha de inicio).....
Hay analfabetos:..... Cuantos.....	Manejan desechos.....
<b>23.-Presencia de Instituciones</b>	Usan pozo de relleno.....
<b>Públicas</b> <b>Privadas</b>	<b>27.-Neces. no satisfechas(Orden de prioridad )</b>
a)..... a).....	a)..... b).....
b)..... b).....	c)..... d).....
c)..... c).....	<b>28.-Aspectos Económicos(Llenado/Proyectista)</b>
Otros.....	<b>Fuentes de ingresos(Exp. en S/ promedio)</b>
<b>24.-Organizaciones de base</b>	a) Agrícola..... b) Ganadero.....
Comunidades campesinas.....	c) Comercio..... d) Ambulante.....
Comités de regantes.....	Otros.....
Club de madres.....	Costo Mano de obra.....
Asoc. Deportivas,culturales y comunales.....	Ingreso per cápita.....S/ promedio mensual
.....	Ingreso familiar.....S/ promedio mensual
<b>25.-Costumbrismos(Indicar nombres y fechas)</b>	<b>29.-Informe adicional (Describir sucintamente)</b>
Fiestas Patronales.....	a) Los posibles Impactos Ambientales negativos
Ferias comerciales y agrícolas.....	que puede generar el Proyecto al ejecutarse.
Faenas comunales(Mingas).....	b) Las posibles medidas de mitigación a aplicarse

**Paso 2:        *Determinar los requisitos ambientales de los proyectos***

Los requisitos ambientales que se deberán tomar en cuenta para la evaluación ambiental son las siguientes:

**Ecología**

- Que el proyecto no ocasione el deterioro de la vegetación natural o la foresta en sus alrededores o áreas aledañas.
- Que el proyecto no debe de interferir con los planes de protección de ladera, taludes, obras de control de la erosión.
- El proyecto no debe estar localizado sobre áreas pantanosas o áreas ecológicamente frágiles.
- Las obras no deben de causar un cambio significativo en la vista escénica natural de la zona.

**Material a emplear**

- Que los materiales a emplearse (piedra, arena gruesa y hormigón) en el proyecto deben de proceder de la zona o de la región, siempre y cuando estos materiales sean disponibles.
- Los materiales no deben contener elementos contaminantes de alto riesgo para la salud, tales como el asbesto.
- Que los materiales que se empleen deben de ser de fácil disponibilidad y reposición, para cuando la obra requiera de una reparación.
- Es deseable el empleo de vegetación natural (pastos o arbustos) para la protección de la infraestructura contra el viento, derrumbes, huaycos y estabilizar taludes.

**Paso 3:        *Identificación de las fuentes de impacto ambiental***

En esta tarea utilizaremos el formulario presentado en el Tabla N° 22 el cual presentamos:

**TABLA N° 22: FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL <sup>66</sup>**

Fuentes de Impacto Ambiental	Ocurre	Códigos
<b>A Por la ubicación y diseño</b>	<b>Si / no</b>	<b>de impacto</b>
- El trazo elegido es la única alternativa viable?		16,17,20
- El trazo de la vía recorre laderas propensas a erosión?		9,10,16,23
- El trazo de la vía cruza laderas con vegetación?		9,13,15,16
- El trazo de la vía cruza cursos de agua o quebradas?		1,4,9,16,17,19
- El proyecto considera la conformación de terraplenes?		21,23
- Es posible encontrar material suelto en las zonas con Pendiente pronunciada?		9,10,20
- Es probable encontrar un curso de agua subterránea ?		1,2,5,7,14,20
- Será necesario construir un puente ?		4,9
- Las instalaciones -campamentos-carecen de servicios Higiénicos (Pozo séptico ) ?		1,2,17,22
- El almacén de combustibles, lubricantes y otros compuestos químicos, tienen piso de tierra ?		1,2,20
- La vía carece de protección vegetal en la margen superior?		9,10,20
- La vía carece de cunetas ?		9,10,20,2123
<b>B Por la ejecución</b>		
- La comunidad careció de información sobre el proyecto?		21,23
- Se utilizará maquinaria pesada ?		7,11,14,16,17
- Material sobrante de las excavaciones será abandonado en lugar?		2,9,12,14,23
- Será necesario conformar plataformas ?		21,23,
- Material obtenido del corte de taludes puede obstruir quebrada ?		1,4,5,6,17,19
- Se transportará materiales a través de terrenos de cultivo ?		2,7,15
- Se utilizarán explosivos ?		9,11,14,20
- Existe la posibilidad de desenterrar basura ?		1,2,3,17
- Será necesario talar árboles ?		13,16,
- Se carece de un estudio de suelos y agua del proyecto ?		4,7,10,23
- Excavaciones pueden afectar las raíces de los árboles cercanos ?		12,13,

<sup>66</sup> MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana, Pág. 91

- Se utilizará madera de bosques locales para instalaciones?		7,13,15,16
- Los agregados provienen de canteras nuevas ?		1,2,4,10,16,19
<b>C Por la operación</b>		
- Se carece de reglamento de operación y mantenimiento ?		21
- Se carecen de acuerdos formales para el mantenimiento ?		21
- El Ministerio de Transportes carece de datos del proyecto ?		7,9,23

Si la respuesta en alguna pregunta del formulario es SI, significará que existe un impacto potencial sobre los factores del medio ambiente cuyos códigos aparecen al lado derecho del formulario. La descripción de dichos códigos se presenta en una tabla del Tabla N° 23; en esta tabla también se dan las posibles medidas de mitigación asociadas al impacto potencial.

**TABLA N° 23: FICHA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL <sup>67</sup>**

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de mitigación
1	Contaminación del agua			Tratamiento de efluentes Replanteo del trazo y/o ubicación de obras Monitoreo de la cuenca y del cauce
2	Contaminación del suelo			Eliminar suelo contaminado enterrándolo a más de 2 metros de profundidad Depósito de combustibles debe tener piso de lona o plástico Exigir el uso de pozos de relleno sanitario
3	Contaminación del aire			No quemar desperdicios : Plásticos, llantas y malezas. Reciclar y reutilizar todo tipo de envases de plásticos, jebes, latas y vidrios Reforestar áreas descubiertas para oxigenación
4	Alteración de los cursos de agua.			Ubicar fuentes alternas de agua. Aplicar obras de arte. Racionalizar el consumo
5	Alteración del balance hídrico			Proteger suelos descubiertos: pastos y gramíneas Evitar la tala de vegetación
6	Reducción de la recarga freática			Monitoreo de la cuenca y del cauce Ubicar fuentes alternas de agua. Establecer prioridades en el uso del agua
7	Pérdida de agua			Sellar puntos críticos de fuga de agua. Revestir puntos críticos del lecho. Aplicar obras de arte
7	Compactación			Remover el suelo y sembrar gramíneas,

<sup>67</sup> MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana, PAG. 91

				<p>pastos y reforestar con especies nativos</p> <p>Evitar el sobre pastoreo y el uso de maquinaria pesada.</p>
9	Pérdida de suelos y arrastre de materiales			<p>Sembrar gramíneas y reforestar en áreas intervenidas.</p> <p>Obras de contención :muros, diques etc.</p> <p>Obras de arte: Mampostería, drenes etc.</p>
10	Derrumbes y deslizamientos.			<p>Reforestar: Barreras de contención viva con especies nativas locales</p> <p>Obras de infraestructura: Diques, muros etc.</p> <p>Obras de arte: Alcantarillas, drenes.</p> <p>Técnicas de conservación y manejo de suelos.</p>
11	Ruidos fuertes			<p>Usar tapones para el oído</p> <p>Construir caseta con material aislante: Madera con</p> <p>Usar silenciadores en la fuente del ruido</p> <p>Vigilancia médica permanente</p> <p>Reducir el ruido y el tiempo en la misma fuente.</p>
12	Reducción de la productividad vegetal			<p>Técnicas de manejo y conservación de suelos</p> <p>Técnicas de cultivos: Rotación de cultivos y uso de semillas mejoradas.</p> <p>Promover ejecución de proyectos productivos</p>
13	Reducción del área de Cobertura vegetal			<p>Restituir la vegetación en áreas intervenidas con siembra de gramíneas, pastos y arbustos nativos.</p> <p>Reforestar con especies de árboles nativos locales</p>
14	Perturbación del hábitat y/o alteración del M. A. Natural			<p>Replanteo del trazo y/o ubicación de obras</p> <p>Mejorar el escenario de sitios adyacentes al proyecto con técnicas de reforestación y cría de animales.</p> <p>Fomentar la ejecución de proyectos :Cría de animales menores , aves , piscigranjas, cerdos etc.</p>
15	Reducción de la fuente de alimento			<p>Mejorar la productividad con técnicas de cultivos y semillas certificadas. Promover ejecución de proyectos productivos como crías de aves, animales menores, etc.</p>

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de mitigación
16	Destrucción del hábitat			<p>Replanteo del trazo y/o ubicación de obras</p> <p>Plantación con árboles frutales y forestales</p> <p>En las áreas intervenidas.</p>
17	Reducción de las poblaciones de fauna			<p>Reforestación con arbustos y árboles forestales.</p> <p>Promover la ejecución de proyectos productivos</p> <p>Replanteo del trazo y/o ubicación del proyecto.</p>
17	Generación de focos infecciosos.			<p>Tratamiento y manejo de desperdicios</p> <p>Reciclaje y reutilización de los desechos</p> <p>Exigir el uso de pozos de relleno sanitario</p> <p>Cursos de orientación sobre salud, M.A. y seguridad.</p>
19	Interferencias con los			<p>Ubicar nuevas fuentes de abastecimiento de agua.</p>

	recursos de otras comunidades.			Proponer un convenio entre las comunidades para evitar conflictos. Ver normas o leyes que rigen el uso de los R.N
20	Accidentes fatales			Cursos en Seguridad, Medio Ambiente y Salud. Señalamiento en puntos críticos del proyecto.
21	Falta de sostenibilidad del proyecto			Capacitación en Evaluación de Impacto Ambiental. Organizar Junta Administradora y Comité de vigilancia . Asegurar la sostenibilidad del proyecto. Capacitación a la Comunidad beneficiaria. Difusión del proyecto en asambleas, cursos, charlas, talleres y entrega de manuales y cartillas.
22	Calidad del agua y del suelo			Eliminar contaminantes con técnicas de tratamiento y manejo de desechos orgánicos e inorgánicos Exigir el uso de letrinas y pozos de relleno sanitario Análisis de agua y suelos Monitoreo de la cuenca principal y del cauce. Limpieza permanente del lecho y del cauce.
23	Deterioro o mal uso de las obras			Curso de uso y mantenimiento de las obras Asignar responsabilidades a los beneficiarios para que asuman el compromiso de cuidar las obras. Organizar comités de vigilancia y protección de las obras ejecutadas por el proyecto.
24	Percolación lenta de efluentes a través del suelo			Estudio de suelos: Verificar drenaje óptimo. Si el suelo es del tipo arcilloso-limoso construir obras auxiliares: Pozo séptico con tubos de percolación.
25	Incendio forestal y Sobre pastoreo			Exigir un Plan de Manejo Forestal. Prohibir acampar turistas cerca de las plantaciones. Señalización en partes críticas. Organización de Comités de Vigilancia de las plantaciones. No permitir el sobre pastoreo.

**Paso 4: Determinación del grado de intensidad de los impactos**

Luego de completar la Lista de Fuentes de Impacto, esta nos permitirá identificar los impactos potenciales y su grado de intensidad. El grado de Impacto se determina en función a la frecuencia de cada impacto, según lo indicado en el Tabla N° 24. La siguiente tabla muestra parcialmente, para el ejemplo anterior, la determinación de la frecuencia y el grado de intensidad de los impactos.



**TABLA N° 24: GRADO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES<sup>68</sup>**

<b>Significado</b>	<b>Simbología</b>
<b>I</b>	<b>Intenso.</b> Frecuencia igual o mayor que 6 en el Listado de la Fuente de Impacto Ambiental o que tiene influencia regional en el área.
<b>L</b>	<b>Leve.</b> Frecuencia mayor o igual que 3 y menor o igual que 5 en el Listado de fuentes o que se presenta en áreas localizadas.
<b>N</b>	<b>No significativo.</b> Frecuencia igual o menor que 2 en el Listado de fuentes o son impactos localizados y de corta duración.

***Paso 5: Proposición de las medidas de mitigación***

Para proponer las medidas de mitigación requeridas se puede utilizar como referencia las medidas sugeridas en el cuadro anterior u otras a criterio del proyectista

***Pasó 6: Elaboración del reporte resumen***

Es conveniente la presentación de un resumen del proyecto que básicamente debe contener la información siguiente:

<sup>68</sup> MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana, PAG. 91

## Resumen de Evaluación Ambiental

Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

Ubicación:

Dpto. \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_

Comunidad \_\_\_\_\_

### 1. DIAGNOSTICO:

(En este rubro consignaran un Resumen claro y específico sobre aspectos relevantes del cuestionario desarrollado).

---

---

### 2. RECOMENDACIONES:

En este rubro, deberán recomendar algunas alternativas de solución para reducir los Riesgos Ambientales y/o proponer nuevas ideas.

---

---

### 3. POSIBLES IMPACTOS NEGATIVOS:

En este rubro, indicar los impactos negativos relevantes que se detectaron y los que puedan detectar.

---

---

### 4. OBRAS DE MITIGACION (Incluyendo costo aproximado):

En este rubro, señalar las acciones y/u obras de Mitigación considerados para el Proyecto, interesa conocer el Costo aproximado por obra y en forma global.

---

---

## IV. RESULTADOS

En este Capítulo presentamos los resultados obtenidos de la investigación, los mismos que se detallan como siguen:

### 4.1. ESTUDIO SOCIO ECONOMICO

CUADRO N° 10: POBLACIÓN POR SEXO SEGÚN LOCALIDAD

CASERIO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Manteca	96	76	172
La Florida	71	57	128
Alto Uchiza	20	16	36
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>	<b>149</b>	<b>336</b>

Fuente: Elaboración propia

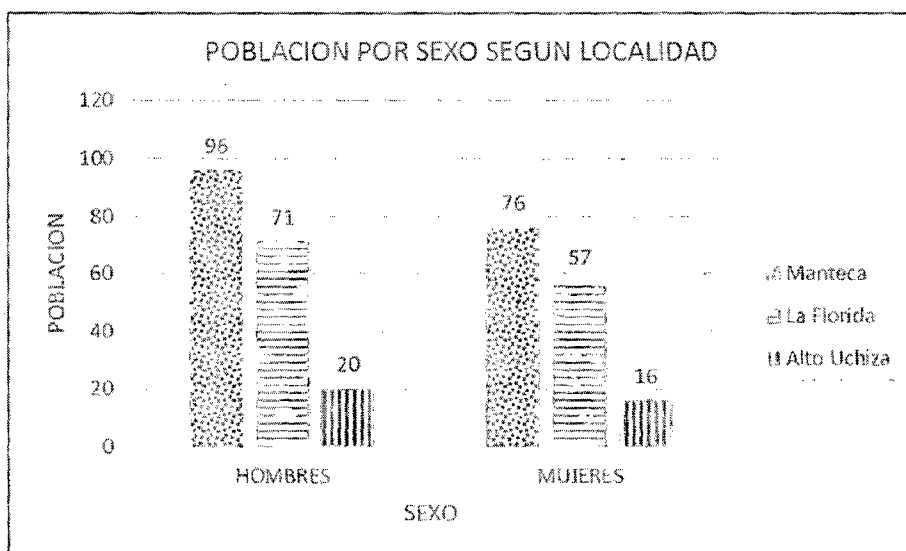


GRÁFICO N° 10: POBLACIÓN POR SEXO SEGÚN LOCALIDAD

TABLA N° 25: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Población	336	345	354	363	372	382	392	402	413	423	434

Fuente: Elaboración propia

### 4.2. ESTUDIOS DE INGENIERIA

#### 4.2.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

En la ruta considerada para el análisis del estudio, se han determinado las siguientes características más sobresalientes:

Longitud Total:	12+277.20 Km
Numero de curvas horizontales:	244
Numero de alcantarillas:	11
Numero de badenes:	14
Numero de pontones:	2

TABLA N° 26: COORDENADAS DE LOS PI'S DE LA RUTA

PUNTOS DE INTERSECCION	COORDENADAS		PUNTOS DE INTERSECCION	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE		NORTE	ESTE
Curva N° 0	9069292.000	354096.000	Curva N° 123	9066043.443	357953.590
Curva N° 1	9069291.720	354128.779	Curva N° 124	9066065.958	357976.329
Curva N° 2	9069269.735	354225.680	Curva N° 125	9066081.270	357998.568
Curva N° 3	9069249.451	354268.212	Curva N° 126	9066106.847	358021.869
Curva N° 4	9069207.181	354309.964	Curva N° 127	9066150.380	358129.391
Curva N° 5	9069194.268	354383.619	Curva N° 128	9066159.371	358184.665
Curva N° 6	9069202.286	354426.931	Curva N° 129	9066190.792	358273.258
Curva N° 7	9069192.957	354451.878	Curva N° 130	9066226.775	358316.167
Curva N° 8	9069159.339	354499.115	Curva N° 131	9066256.678	358361.132
Curva N° 9	9069147.890	354524.292	Curva N° 132	9066274.130	358370.901
Curva N° 10	9069146.677	354544.743	Curva N° 133	9066315.488	358378.217
Curva N° 11	9069160.616	354608.175	Curva N° 134	9066371.077	358403.333
Curva N° 12	9069158.523	354632.671	Curva N° 135	9066413.340	358415.575
Curva N° 13	9069152.877	354646.961	Curva N° 136	9066457.871	358438.312
Curva N° 14	9069085.578	354712.935	Curva N° 137	9066589.814	358442.196
Curva N° 15	9069060.945	354748.209	Curva N° 138	9066625.788	358454.434
Curva N° 16	9069049.865	354787.658	Curva N° 139	9066638.434	358467.245
Curva N° 17	9069008.287	354877.905	Curva N° 140	9066660.616	358552.402
Curva N° 18	9068976.787	354915.660	Curva N° 141	9066680.152	358604.884
Curva N° 19	9068965.367	354940.850	Curva N° 142	9066705.667	358684.915
Curva N° 20	9068950.391	354954.830	Curva N° 143	9066703.266	358708.794
Curva N° 21	9068910.424	354970.757	Curva N° 144	9066710.699	358764.298
Curva N° 22	9068874.786	354990.979	Curva N° 145	9066705.320	358846.123
Curva N° 23	9068834.202	354996.624	Curva N° 146	9066668.827	358926.199
Curva N° 24	9068787.047	355027.456	Curva N° 147	9066647.503	358960.040
Curva N° 25	9068751.504	355043.328	Curva N° 148	9066638.886	359003.188
Curva N° 26	9068669.819	355049.920	Curva N° 149	9066623.476	359048.647
Curva N° 27	9068631.861	355070.174	Curva N° 150	9066609.489	359169.843
Curva N° 28	9068593.915	355094.496	Curva N° 151	9066572.570	359233.975
Curva N° 29	9068570.172	355127.892	Curva N° 152	9066554.276	359257.752

Curva N° 30	9068480.670	355209.134	Curva N° 153	9066554.477	359301.752
Curva N° 31	9068385.758	355252.828	Curva N° 154	9066557.469	359324.556
Curva N° 32	9068363.263	355280.745	Curva N° 155	9066554.837	359347.406
Curva N° 33	9068329.410	355299.961	Curva N° 156	9066557.971	359385.276
Curva N° 34	9068296.103	355346.666	Curva N° 157	9066577.139	359435.759
Curva N° 35	9068281.819	355355.510	Curva N° 158	9066569.196	359492.204
Curva N° 36	9068225.531	355366.573	Curva N° 159	9066575.845	359529.617
Curva N° 37	9068181.404	355420.470	Curva N° 160	9066584.854	359552.937
Curva N° 38	9068160.398	355436.844	Curva N° 161	9066602.592	359579.810
Curva N° 39	9068135.877	355463.001	Curva N° 162	9066618.433	359607.614
Curva N° 40	9068113.015	355497.005	Curva N° 163	9066625.244	359628.534
Curva N° 41	9068061.035	355535.251	Curva N° 164	9066629.635	359664.265
Curva N° 42	9068059.754	355566.980	Curva N° 165	9066619.370	359698.770
Curva N° 43	9068025.243	355629.835	Curva N° 166	9066604.062	359732.455
Curva N° 44	9067998.522	355685.185	Curva N° 167	9066573.687	359846.479
Curva N° 45	9067976.071	355720.680	Curva N° 168	9066582.194	359912.938
Curva N° 46	9067976.853	355804.674	Curva N° 169	9066577.027	359940.456
Curva N° 47	9067981.853	355863.876	Curva N° 170	9066559.483	359982.979
Curva N° 48	9067995.896	355919.496	Curva N° 171	9066554.781	360008.550
Curva N° 49	9068017.406	355930.073	Curva N° 172	9066564.717	360036.857
Curva N° 50	9068054.196	355932.615	Curva N° 173	9066565.413	360079.851
Curva N° 51	9068071.467	355945.093	Curva N° 174	9066580.443	360136.904
Curva N° 52	9068082.255	355974.959	Curva N° 175	9066590.855	360162.896
Curva N° 53	9068073.161	356004.528	Curva N° 176	9066611.528	360203.425
Curva N° 54	9068016.833	356058.268	Curva N° 177	9066606.348	360252.435
Curva N° 55	9067948.399	356149.074	Curva N° 178	9066601.972	360277.050
Curva N° 56	9067913.190	356213.882	Curva N° 179	9066612.818	360324.070
Curva N° 57	9067895.872	356253.267	Curva N° 180	9066553.993	360379.213
Curva N° 58	9067850.115	356327.346	Curva N° 181	9066557.737	360423.054
Curva N° 59	9067821.079	356350.079	Curva N° 182	9066571.993	360459.355
Curva N° 60	9067725.042	356365.801	Curva N° 183	9066605.456	360484.739
Curva N° 61	9067676.225	356393.926	Curva N° 184	9066636.664	360519.882
Curva N° 62	9067624.085	356431.955	Curva N° 185	9066632.450	360543.509
Curva N° 63	9067532.948	356468.900	Curva N° 186	9066619.851	360582.525
Curva N° 64	9067494.306	356473.595	Curva N° 187	9066592.814	360636.088
Curva N° 65	9067456.899	356459.569	Curva N° 188	9066538.864	360675.819
Curva N° 66	9067430.399	356462.231	Curva N° 189	9066520.236	360685.513
Curva N° 67	9067398.794	356459.142	Curva N° 190	9066458.450	360728.030
Curva N° 68	9067376.163	356452.587	Curva N° 191	9066420.773	360760.898
Curva N° 69	9067353.002	356435.670	Curva N° 192	9066392.369	360776.488
Curva N° 70	9067326.071	356429.367	Curva N° 193	9066367.562	360803.940
Curva N° 71	9067268.640	356407.478	Curva N° 194	9066320.280	360833.949
Curva N° 72	9067244.166	356405.137	Curva N° 195	9066268.768	360870.219
Curva N° 73	9067228.129	356408.521	Curva N° 196	9066225.314	360914.865
Curva N° 74	9067213.733	356416.356	Curva N° 197	9066197.116	360988.549
Curva N° 75	9067165.496	356478.762	Curva N° 198	9066186.005	361007.537
Curva N° 76	9067096.929	356499.747	Curva N° 199	9066180.230	361075.291
Curva N° 77	9067043.195	356512.881	Curva N° 200	9066178.797	361122.269

Curva N° 78	9067019.785	356525.584	Curva N° 201	9066174.585	361157.417
Curva N° 79	9066991.674	356535.191	Curva N° 202	9066179.359	361213.615
Curva N° 80	9066951.025	356556.928	Curva N° 203	9066175.012	361243.298
Curva N° 81	9066930.951	356564.661	Curva N° 204	9066151.376	361310.552
Curva N° 82	9066878.778	356567.375	Curva N° 205	9066112.987	361361.914
Curva N° 83	9066825.521	356577.926	Curva N° 206	9066099.439	361414.186
Curva N° 84	9066737.397	356677.765	Curva N° 207	9066082.984	361447.326
Curva N° 85	9066713.867	356694.166	Curva N° 208	9066082.542	361472.322
Curva N° 86	9066680.293	356730.090	Curva N° 209	9066084.976	361489.147
Curva N° 87	9066628.435	356749.341	Curva N° 210	9066075.837	361522.933
Curva N° 88	9066591.055	356784.355	Curva N° 211	9066064.486	361546.324
Curva N° 89	9066572.784	356793.623	Curva N° 212	9066064.044	361582.521
Curva N° 90	9066546.204	356795.308	Curva N° 213	9066076.501	361616.297
Curva N° 91	9066514.551	356803.829	Curva N° 214	9066081.470	361659.009
Curva N° 92	9066486.001	356817.733	Curva N° 215	9066082.673	361692.988
Curva N° 93	9066448.949	356861.527	Curva N° 216	9066098.052	361742.662
Curva N° 94	9066420.452	356884.932	Curva N° 217	9066099.347	361762.620
Curva N° 95	9066365.018	356953.401	Curva N° 218	9066087.526	361811.202
Curva N° 96	9066302.446	356979.007	Curva N° 219	9066082.240	361852.868
Curva N° 97	9066285.810	356993.595	Curva N° 220	9066077.182	361864.190
Curva N° 98	9066266.384	357047.570	Curva N° 221	9066061.398	361875.810
Curva N° 99	9066267.159	357098.782	Curva N° 222	9066037.994	361870.497
Curva N° 100	9066297.024	357155.990	Curva N° 223	9066016.864	361849.200
Curva N° 101	9066369.210	357174.046	Curva N° 224	9065988.673	361832.047
Curva N° 102	9066403.606	357198.148	Curva N° 225	9065968.188	361815.394
Curva N° 103	9066471.628	357215.500	Curva N° 226	9065937.145	361801.525
Curva N° 104	9066475.511	357275.374	Curva N° 227	9065914.622	361774.735
Curva N° 105	9066488.130	357340.157	Curva N° 228	9065896.380	361757.349
Curva N° 106	9066474.389	357376.014	Curva N° 229	9065871.278	361727.501
Curva N° 107	9066445.043	357403.195	Curva N° 230	9065842.601	361673.662
Curva N° 108	9066408.843	357420.210	Curva N° 231	9065820.516	361656.451
Curva N° 109	9066377.059	357444.496	Curva N° 232	9065788.289	361639.102
Curva N° 110	9066323.158	357473.055	Curva N° 233	9065711.361	361642.427
Curva N° 111	9066260.486	357527.472	Curva N° 234	9065615.982	361668.963
Curva N° 112	9066197.315	357594.357	Curva N° 235	9065572.333	361674.501
Curva N° 113	9066160.377	357610.219	Curva N° 236	9065541.064	361697.808
Curva N° 114	9066115.561	357599.847	Curva N° 237	9065494.669	361713.572
Curva N° 115	9066053.671	357596.161	Curva N° 238	9065473.235	361739.965
Curva N° 116	9065937.890	357624.528	Curva N° 239	9065441.808	361860.950
Curva N° 117	9065895.122	357669.265	Curva N° 240	9065434.814	361895.244
Curva N° 118	9065933.066	357709.160	Curva N° 241	9065385.650	361974.829
Curva N° 119	9065943.288	357726.350	Curva N° 242	9065299.828	362010.105
Curva N° 120	9065952.969	357764.130	Curva N° 243	9065268.352	362057.806
Curva N° 121	9065980.477	357845.190	Curva N° 244	9065444.058	362163.578
Curva N° 122	9066006.986	357903.441			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

#### **4.2.2. ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS**

A continuación presentamos los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio realizados. Sólo detallamos los valores de los ensayos de contenido de humedad natural, límites de consistencia, análisis mecánico por tamizado, cálculo del óptimo contenido de humedad (Proctor Modificado) así como los resultados obtenidos en la realización del ensayo California Bearing Ratio (CBR) para el material de las calicatas N° 1, 2, 3, 5, 9 y 15, dado a las diferentes clasificaciones de suelo. Estos resultados se detallan como sigue en el siguiente cuadro, los datos para la obtención de estos resultados se presenta en el ítem de anexos, comprendiendo a los Anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7.

TABLA N° 27: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS OBTENIDAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO

CALICATA		MUESTRA	SUCS	AASHTO	Humedad Natural (%)	%Pasa Malla N°4	%Pasa Malla N°200	LL (%)	LP (%)	IP (%)	MDS (gr/cm3)	OCH (%)
01+000	C-1	M-1	SM-SC	A-2-4 (0)	9.10	94.29	18.97	22.20	16.00	6.20	2.01	8.35
		M-2	SP	A-1b (0)	21.00	99.60	11.66	20.10	N.T.	N.P.	-	-
02+000	C-3	M-1	ML	A-1b (1)	19.20	99.83	23.64	38.60	30.20	8.40	1.83	13.00
03+000	C-4	M-1	ML	A-6 (5)	20.00	100.00	49.75	44.01	36.13	7.88	1.83	13.00
04+000	C-5	M-1	ML	A-5 (2)	20.00	100.00	49.75	44.01	36.13	7.88	1.83	13.00
05+640	C-6	M-1	ML	A-2-4 (0)	19.40	93.38	34.19	34.20	29.10	5.10	1.83	13.00
06+440	C-7	M-1	ML	A-5 (9)	19.40	99.97	83.57	44.50	38.40	6.10	1.83	13.00
		M-2	SP	A-4 (0)	26.40	99.94	37.97	26.40	N.T.	N.P.	-	-
		M-3	OL	A-7-6 (10)	78.40	100.00	90.49	45.96	33.84	12.12	-	-
07+480	C-8	M-1	ML	A-4 (5)	15.60	99.73	60.15	38.10	28.78	9.32	1.83	13.00
08+520	C-9	M-1	GP	A-1a (0)	20.80	27.13	1.93	21.10	N.T.	N.P.	2.15	5.20
		M-2	SC	A-4 (0)	36.40	98.30	44.83	29.10	20.54	8.56	-	-
09+550	C-10	M-1	SM	A-4 (2)	15.20	97.71	44.15	31.18	25.03	6.15	2.01	8.35
		M-2	GP	A-1b (0)	24.10	41.56	1.79	23.00	N.T.	N.P.	-	-
10+400	C-11	M-1	GP	A-1b (0)	14.00	23.75	7.32	27.10	24.19	2.91	2.15	5.20
		M-2	ML	A-7-5(8)	24.10	100.00	65.73	48.70	37.04	11.66	-	-
11+350	C-12	M-1	SP	A-1b (0)	17.20	74.75	25.00	32.90	25.77	7.13	2.04	9.60
		M-2	GP	A-1b (0)	25.00	47.93	17.60	27.61	23.45	4.16	-	-
12+250	C-13	M-1	SM	A-1b (0)	15.60	52.80	14.07	21.40	N.T.	N.P.	2.01	8.35
		M-2	ML	A-4 (3)	35.14	89.66	57.46	23.42	5.58	17.84	-	-
		M-3	SP	A-3 (0)	38.40	100.00	15.97	N.T.	N.T.	N.P.	-	-

NOTA: SUCS: SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS OCH: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD



Este tramo se caracteriza por no presentar afirmado, los materiales constituyentes de la subrasante están conformados por arenas, ya sean limosas o limo arcillosas de consistencia firme.

De acuerdo a las características mostradas en las calicatas efectuadas en todo el tramo del estudio, podríamos decir que presenta una estratigrafía uniforme, por lo que se ha efectuado el ensayo CBR para la muestra más desfavorable y que además esta muestra se encuentre en corte en el perfil longitudinal eligiendo para ello la progresiva Km. 01+000.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de CBR característico para el tramo en estudio:

TABLA N° 28: RESULTADOS OBTENIDOS PRUEBAS CBR

PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m)	AASHTO	CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
01+000	1.00 - 1.65	A-1-b (0)	15.00	9.30
05+000	0.00 - 1.50	A-2-4 (0)	33.00	26.00
08+520	0.40 - 1.60	A-4 (0)	27.00	15.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. ESTUDIO DE CANTERAS

TABLA N° 29: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CANTERAS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS	PUERTO PACOTA	ALTO UCHIZA
Límite Líquido (%)	21.00	15.00
Límite Plástico (%)	N.T.	N.T.
Índice Plástico	N.P	N.P
% Pasa Tamiz N° 4	40.44	37.01
% Pasa Tamiz N° 200	4.3	2.49
Clasificación SUCS	<b>GW</b>	<b>GW</b>
Clasificación AASHTO	<b>A - 1a (0)</b>	<b>A - 1a (0)</b>
Humedad Natural (%)	1.50	1.00
C.B.R. al 95 %	70.30	65.60
C.B.R. al 100 %	85.00	83.60
Máxima Densidad del Proctor (gr/cc)	2.275	2.282
Óptima Humedad (%)	8.14	6.30
Peso Específico de la Grava (gr/cc)	2.644	2.644

Abrasión (%)	33.00	28.00
--------------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

##### 4.2.4.1. CALCULO DE INTESIDADES MAXIMAS<sup>69</sup>

En la presente Tesis, para el cálculo de las intensidades máxima de diseño se hará un análisis estadístico de precipitación máxima en 24 horas aplicando los métodos de LOG PEARSON TIPO III y GUMBEL, para lo cual se utilizan datos de registros de las estaciones más cercanas a la cuenca, los cuales son:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN LA ZONA DE ESTUDIO							
NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN		ALTITUD	DPTO	PROVINCIA	PERIODO DE REGISTRO
		Latitud	Longitud	msnm			
UCHIZA	PLU	8° 29' s	76° 24' w	544	HUANUCO	MARAÑÓN	1966-1974 1977-1984
TOCACHE	PLU	8° 11' s	76° 31' w	512	SAN MARTIN	TOCACHE	1967-1975 1977-1986

Fuente: SENAMHI

Los datos de precipitación máxima en 24 horas es la siguiente:

TABLA N° 30: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM) - ESTACIÓN TOCACHE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1967	43.0	69.0	60.5	70.5	17.0	25.5	40.9	60.5	39.0	58.0	73.5	41.0
1968	67.3	65.2	71.7	62.0	41.8	30.9	45.0	17.1	33.4	28.2	50.5	95.4
1969	50.0	60.5	89.7	40.5	27.8	23.0	30.3	29.3	44.2	63.3	44.5	78.5
1970	63.1	71.0	28.2	49.8	28.4	25.9	66.4	24.2	34.2	33.4	39.1	45.4
1971	72.5	70.2	77.4	64.9	66.8	26.6	34.0	37.4	29.2	42.7	40.0	87.6
1972	85.0	140.0	59.4	42.3	57.2	23.5	7.5	92.2	66.5	56.4	82.2	48.8
1973	55.9	111.2	52.5	50.5	76.8	62.1	56.5	43.7	23.0	26.2	42.5	73.1
1974	29.2	113.0	55.9	56.7	72.6	36.9	45.2	46.8	38.8	112.4	80.4	111.4
1975	70.8	55.6	35.0	62.4	136.1	60.5	76.0	110.6	74.4	32.2	98.2	90.6
1976	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1977	82.5	62.5	30.0	33.7	55.5	64.6	12.5	52.1	46.3	110.5	85.0	44.3
1978	43.2	46.5	72.0	66.7	23.8	41.5	31.6	11.0	46.2	140.3	77.0	34.2
1979	46.8	59.3	49.1	52.2	49.0	25.9	22.8	24.6	61.3	98.0	48.0	154.2
1980	97.5	88.0	72.7	117.0	30.2	36.0	26.3	25.0	49.3	35.0	41.3	66.4
1981	46.3	48.8	38.0	49.0	34.4	45.8	7.5	33.2	67.3	34.4	56.2	64.5
1982	91.5	70.4	65.5	67.5	94.3	22.2	32.9	12.5	79.1	76.2	84.4	67.3
1983	65.7	118.4	57.1	41.1	45.4	18.4	29.0	37.7	28.0	51.1	77.8	62.7

<sup>69</sup> KELLER GORDON, Bauer Gerald P., ALDANA Mario. Caminos Rurales Con Impactos Mínimos, Pág. 69-71

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984	67.8	42.5	75.6	63.0	85.6	31.5	39.5	38.6	60.1	31.0	92.0	64.5
1985	76.2	76.4	50.0	77.5	70.0	10.9	11.1	50.7	42.3	45.0	98.9	75.0
1986	39.7	78.0	47.5	62.2	57.5	17.2	22.4	43.5	6.6	76.3	0.0	0.0

Fuente: SENAMHI

TABLA N° 31: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM) - ESTACIÓN UCHIZA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1966	70.6	82.9	61.1	63.3	42.5	72.7	63.7	36.5	75.0	89.7	70.2	56.8
1967	46.3	68.0	70.2	43.5	26.5	48.0	66.5	14.8	24.7	50.0	82.6	53.1
1968	S/D	39.6	S/D	S/D	46.1	43.2	63.8	34.2	90.6	82.0	72.9	159.6
1969	80.3	91.2	64.4	82.0	42.2	68.0	14.0	23.8	31.0	70.0	60.5	46.5
1970	117.8	69.0	77.3	90.3	73.0	109.7	107.2	55.9	39.8	90.0	61.5	69.2
1971	99.9	87.2	58.0	95.5	70.6	40.8	34.6	31.5	50.2	38.4	80.1	50.7
1972	112.5	69.7	88.2	48.3	47.6	48.0	71.2	49.9	29.2	111.1	137.5	59.0
1973	54.2	84.8	75.5	75.1	62.7	65.9	53.9	51.8	51.1	125.8	89.5	36.4
1974	46.2	124.3	53.9	39.6	26.2	35.2	68.2	46.2	36.4	139.5	87.6	149.6
1975	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1976	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1977	91.5	82.5	102.2	150.6	41.6	28.0	36.9	73.0	47.4	130.4	58.3	112.8
1978	100.8	60.6	88.5	78.2	54.9	53.0	42.0	38.9	40.7	95.4	68.8	59.2
1979	52.0	42.7	56.6	62.2	72.0	38.1	31.3	64.5	22.0	80.0	102.0	88.4
1980	117.3	100.0	104.5	68.8	77.3	63.8	19.2	50.0	56.5	42.8	69.2	69.3
1981	50.0	35.2	45.7	37.2	56.8	78.0	27.0	40.2	42.2	40.0	47.8	62.6
1982	68.4	81.8	87.2	81.0	29.2	6.6	39.2	23.0	36.2	92.6	93.0	66.9
1983	104.6	42.6	55.3	54.8	68.8	25.9	35.2	55.1	103.5	58.2	77.8	51.8
1984	53.7	54.9	100.9	49.6	42.7	45.2	45.2	42.9	53.7	59.0	119.1	110.4

Fuente: SENAMHI

### Análisis de Información Pluviométrica

Para la estimación de caudales se ha efectuado un análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Debido a la cercanía entre el distrito de Uchiza (544 msnm) y el poblado de Manteca (550 msnm), se ha considerado el siguiente procedimiento:

- Uso de registros de precipitación máxima en 24 horas corregida en función de la variación Precipitación, Altitud en función de la estación Uchiza.

TABLA N° 32: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM) CORREGIDA - ESTACIÓN UCHIZA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1966	70.6	82.9	61.1	63.3	42.5	72.7	63.7	36.5	75	89.7	70.2	56.8
1967	46.3	68.0	70.2	43.5	26.5	48.0	66.5	14.8	24.7	50.0	82.6	53.1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	85.6	39.6	91.6	75.7	46.1	43.2	63.8	34.2	90.6	82.0	72.9	159.6
1969	80.3	91.2	64.4	82.0	42.2	68.0	14.0	23.8	31.0	70.0	60.5	46.5
1970	117.8	69.0	77.3	90.3	73.0	109.7	107.2	55.9	39.8	90.0	61.5	69.2
1971	99.9	87.2	58.0	95.5	70.6	40.8	34.6	31.5	50.2	38.4	80.1	50.7
1972	112.5	69.7	88.2	48.3	47.6	48.0	71.2	49.9	29.2	111.1	137.5	59.0
1973	54.2	84.8	75.5	75.1	62.7	65.9	53.9	51.8	51.1	125.8	89.5	36.4
1974	46.2	124.3	53.9	39.6	26.2	35.2	68.2	46.2	36.4	139.5	87.6	149.6
1975	90.0	52.0	44.7	76.2	141.0	89.6	109.0	128.6	69.4	40.7	126.0	94.2
1976	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1977	91.5	82.5	102.2	150.6	41.6	28.0	36.9	73.0	47.4	130.4	58.3	112.8
1978	100.8	60.6	88.5	78.2	54.9	53.0	42.0	38.9	40.7	95.4	68.8	59.2
1979	52.0	42.7	56.6	62.2	72.0	38.1	31.3	64.5	22.0	80.0	102.0	88.4
1980	117.3	100	104.5	68.8	77.3	63.8	19.2	50.0	56.5	42.8	69.2	69.3
1981	50.0	35.2	45.7	37.2	56.8	78.0	27.0	40.2	42.2	40.0	47.8	62.6
1982	68.4	81.8	87.2	81.0	29.2	6.6	39.2	23.0	36.2	92.6	93.0	66.9
1983	104.6	42.6	55.3	54.8	68.8	25.9	35.2	55.1	103.5	58.2	77.8	51.8
1984	53.7	54.9	100.9	49.6	42.7	45.2	45.2	42.9	53.7	59.0	119.1	110.4

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 33: PRECIPITACIÓN MÁXIMA POR AÑO CAÍDA EN 24 HORAS

AÑO	Precipita. Máx. en 24 horas ( mm)
1966	89.70
1967	82.60
1968	159.60
1969	91.20
1970	117.80
1971	99.90
1972	137.50
1973	125.80
1974	149.60
1975	140.96
1977	150.60
1978	100.80
1979	102.00
1980	117.30
1981	78.00
1982	93.00

AÑO	Precipita. Máx. en 24 horas ( mm)
1983	104.60
1984	119.10
MUESTRA	18
PROMEDIO	114.45
MAXIMO	159.60
DESV. ESTANDAR	24.95990383
COEF. VARIACION	0.156390375

### Análisis de frecuencia

El procedimiento está basado en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos.

TABLA N° 34: PRUEBA DE AJUSTE DE LOS DATOS OBSERVADOS MEDIANTE LOG PEARSON TIPO III - ESTACIÓN: UCHIZA CORREGIDO

N°	P24 ( mm)	Log (P24)	Distribución de Probabilidad	Delta
1	78.00	1.892094603	0.04846	0.00417
2	82.60	1.916980047	0.08076	0.02450
3	89.70	1.952792443	0.15386	0.00403
4	91.20	1.959994838	0.17361	0.03692
5	93.00	1.968482949	0.19766	0.06550
6	99.90	1.999565488	0.30153	0.01426
7	100.80	2.003460532	0.31561	0.05281
8	102.00	2.008600172	0.3336	0.08745
9	104.60	2.019531685	0.37828	0.09540
10	117.30	2.069298012	0.58706	0.06074
11	117.80	2.07114529	0.59483	0.01588
12	119.10	2.075911761	0.61409	0.01749
13	125.80	2.099680641	0.7054	0.02119
14	137.50	2.138302698	0.82894	0.09210
15	140.96	2.149095891	0.85543	0.06596
16	149.60	2.174931594	0.90979	0.06768
17	150.60	2.177824972	0.91466	0.01992
18	159.60	2.203032887	0.94845	0.00108
			$\Delta_{max.} =$	0.09540

TABLA N° 35: PRUEBA DE AJUSTE DE LOS DATOS OBSERVADOS MEDIANTE GUMBEL -  
ESTACIÓN: UCHIZA CORREGIDO

N°	P24 ( mm)	P (z)	Distribución de Probabilidad	Delta
1	78.00	-1.46	0.07211	0.01948
2	82.60	-1.28	0.10099	0.00427
3	89.70	-0.99	0.16072	0.00283
4	91.20	-0.93	0.17582	0.03471
5	93.00	-0.86	0.19509	0.06807
6	99.90	-0.58	0.28	0.03579
7	100.80	-0.55	0.29226	0.07616
8	102.00	-0.50	0.30899	0.11206
9	104.60	-0.39	0.34659	0.12709
10	117.30	0.11	0.54549	0.01917
11	117.80	0.13	0.55342	0.02553
12	119.10	0.19	0.57393	0.05765
13	125.80	0.45	0.67538	0.00883
14	137.50	0.92	0.82214	0.0853
15	140.96	1.06	0.85592	0.06645
16	149.60	1.41	0.92048	0.07837
17	150.60	1.45	0.92625	0.03151
18	159.60	1.81	0.96477	0.0174
			$\Delta_{max.} =$	0.12709

Se han ajustado los datos a las funciones de probabilidad Gumbel y Distribución Log Pearson Tipo III. Según puede observarse en los cuadros, el mejor ajuste se obtiene con la función de probabilidad Log Pearson Tipo III, con una desviación máxima entre los valores observados y el modelo teórico de 0,0954.

Verificando con la tabla propuesta para el método de Kolmogorov-Smirnov nos da como resultado para un tamaño de muestra igual a diecinueve (18) y un grado de significancia del 20%, un valor igual a 0.34569, por lo tanto esta distribución cumple con la prueba.

### **Precipitación máxima en 24 horas**

En el Cuadro se muestra las estimaciones obtenidas según cada modelo considerado y para algunos periodos de retorno.

**TABLA N° 36: VALORES PROBABLES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS SEGÚN EL AJUSTE DE LOS DATOS A DISTINTAS FUNCIONES DE PROBABILIDAD**

Periodo de Retorno (años)	Probabilidad de no excedencia	Gumbel	Log Pearson Tipo III	Diseño
2	0.50	110.80	111.57	<b>111.57</b>
10	0.90	155.66	148.13	<b>148.13</b>
25	0.96	178.24	164.75	<b>164.75</b>
50	0.98	194.99	176.61	<b>176.61</b>
100	0.99	211.62	188.11	<b>188.11</b>
200	1.00	228.19	199.35	<b>199.35</b>

#### 4.2.4.2. CALCULO DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO:<sup>70</sup>

La Intensidad de diseño se calculará en base a la precipitación máxima caída en 24 horas de 164.75 mm para un Periodo de Retorno de 25 años.

#### PROCEDIMIENTO

- La Intensidad de lluvia no es constante para un Registro diario, de manera que se ha comprobado estadísticamente para la región selva que se distribuye según el siguiente cuadro:

**TABLA N° 37: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA Pmax.**

DURACIÓN HORAS	% DE PRECIPITACIÓN	PRECIPITACIÓN ( mm)
6	75 %	123.56
12	85 %	140.04
24	100 %	164.75

*Fuente: Tesis, Estudio Definitivo de la Mini Central Hidroeléctrica de Shitariyacu – Juan José S. Flores Flores.*

- De la TABLA N°. 38 se toma el valor de las primeras 6 horas con una precipitación de 105.68 mm., así mismo este porcentaje se divide para cada hora, suponiendo una precipitación durante 6 horas seguidas según:

<sup>70</sup> MORALES UCHOFEN, Walter. Curso de Drenaje Vial – CAA-2000-II /FIC-UNSM

TABLA N° 38: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA I<sub>max</sub>.

DURACIÓN HORAS	% DE PRECIPITACIÓN	PRECIPITACIÓN ( mm)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)
1	49 %	60.55	60.55
2	64 %	18.52	79.07
3	75 %	13.60	92.67
4	84 %	11.12	103.79
5	92 %	9.88	113.67
6	100 %	9.89	123.56

Fuente: Tesis, Estudio Definitivo de la Mini Central Hidroeléctrica de Shitariyacu – Juan José S. Flores Flores.

Por lo tanto, como los tiempos de concentración calculado, son menores a una hora, entonces tomamos un valor de Intensidad de Diseño igual a 60.55 mm/hora.

**I máxima de diseño = 60.55 mm/hora**

#### 4.2.5. DISEÑO DE LAS OBRAS DE ARTE

##### 4.2.5.1. DELIMITACION DE CUENCAS Y CALCULO DE AREAS

La delimitación de la cuenca se hizo sobre el plano a curvas de nivel a escala 1/10000, siguiendo las líneas de altas cumbre, así como se delimitó la partición de agua que llegan a las obras de drenaje consideradas.

A continuación se presenta las áreas hidráulicas de las alcantarillas tipo ARMCO, tipo Cajón y Badenes de paso, en el cuál se considerará los tramos más críticos y de mayor longitud:



TABLA N° 39: RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DIÁMETRO DE LAS  
ALCANTARILLAS TIPO ARMCO MEDIANTE LA FORMULA RACIONAL

ALC. N°	UBICACIÓN (Km.)	ÁREA (Ha.)	Q máx. m3 /seg.	Q diseño m3/seg.	Φ Calc. Pulg.	Φ Comercial Pulg.
1	2+780	6.73	0.226	7.95	9	36
2	6+879	14.50	0.488	6.89	13	36
3	7+612	26	0.875	3.98	20	36
4	8+785	14.5	0.488	4.87	15	36
5	8+899	6	0.202	6.89	13	36
6	9+200	11	0.370	4.87	14	36
7	9+288	10.5	0.353	4.87	13	36
8	10+620	6.5	0.219	6.29	10	36
9	10+773	8	0.269	5.62	11	36

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 40: RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS  
TIPO CAJON MEDIANTE LA FORMULA RACIONAL

ALC. N°	UBICACIÓN (Km.)	ÁREA (Ha.)	Q máx. m3 /seg.	Q diseño m3/seg.	Dimensiones B (m) x H (m)
1	8+654	30.02	1.010	6.60	3.0 x 1.1
2	9+128	14.27	0.480	8.60	4.0 x 1.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA N° 41: RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DIMENSIONES DE BADENES  
MEDIANTE LA FORMULA RACIONAL

ALC. N°	UBICACIÓN (Km.)	ÁREA (Ha.)	Q máx. m3 /seg.	Q diseño m3/seg.	Dimensiones 2L (m) x A (m)
1	1+280	7.23	0.365	3.09	9.0 x 6.25
2	1+890	12.14	0.613	3.09	9.0 x 7.1
3	2+140	8.77	0.443	3.70	8.0 x 6.0
4	3+480	7.95	0.401	3.40	10.0 x 6.55
5	5+206	5.50	0.324	2.34	10.0 x 6.25
6	5+560	6.00	0.303	2.34	10.0 x 6.25
7	6+145	4.80	0.283	2.08	9.0 x 6.25
8	6+257	5.20	0.262	1.99	9.0 x 6.25
9	6+380	11.00	0.555	3.09	9.0 x 6.25
10	6+640	10.80	0.545	3.09	9.0 x 6.25
11	6+701	75.00	3.785	10.81	15.0 x 6.25
12	7+984	70.00	3.532	10.81	15.0 x 6.25
13	10+416	35.00	1.766	4.60	10.0 x 6.72
14	11+680	12.00	0.606	4.60	10.0 x 6.25

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### 4.2.5.2. DISEÑO DE CUNETAS

Para el diseño hidráulico de las cunetas se realizó en el tramo más crítico, (Km. 0+720 al Km. 1+050) tanto en longitud (330 m.), como en pendiente (14.33%), mediante la Fórmulas de Manning, con una área tributaria de 7.31 Ha., dando como resultado de 0.50 m. de alto y 1.0 m. de ancho, lo cual nos indica en el reglamento para zonas muy lluviosas.

Es decir que nuestra cuneta de sección típica soportará el transcurrir de las aguas.

#### 4.2.6. ESTUDIO DE TRAFICO

En los cuadros utilizados se muestra el resumen del tráfico, se realizó conteo vehicular durante el mes de Noviembre del 2010 durante un periodo de tiempo de una semana las 24 horas del día. Utilizando la Guía de Caminos Vecinales propuesta por el Ministerio de Transportes.

TABLA N° 42: PROYECCION DE TRÁFICO

PROYECCION DE TRAFICO (Veh/día)											
IMD	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
IMD Actual	15	15	17	17	18	19	19	23	23	23	23

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### 4.2.7. DISEÑO DE PAVIMENTO

Se usó el South Dakota Catalog Design Method.

Cbr de Diseño:  $\rightarrow CBR_d = 8.03$

Entrando al catálogo de diseño calculamos un espesor de:

$$e = 5.5 \text{ "} = 14 \text{ cm}$$

#### 4.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

##### 4.3.1. LINEA BASE

TABLA N° 43: RESULTADO DE LA LÍNEA BASE

Proyecto : Carretera Manteca – La Florida – Alto

Febrero 2010

Uchiza

<b>01.-Ubicación</b>	<b>12.- Turismo</b>	
Región San Martín	Playas, deporte de aventura.	
Departamento Ídem		
Provincia Tocache		
Centro Poblado Manteca – La Florida – Alto		
Uchiza		
<b>02.-Topografía</b>	<b>13.-Árboles y arbustos</b>	
Accidentado SI Pendiente.>10%.	<b>Silvestres</b>	<b>Cultivados</b>
Altitud 490 m.s.n.m.	a) Yanchama	a) Cacao
	b) Ojé	b) Naranja
	c) Manchinga	c) Mangos
<b>03.-Fuentes de agua(Principales y Caudal en lt/s)</b>	d) Bolaina, etc.	d) Paltas, etc.

Superficial : Río Manteca Río La Florida	<b>14.-Fauna (predominante exprese en % aprox.)</b>	
	<b>Domésticos</b>	<b>Silvestres</b>
	a) Gallinas. 93%	a) Añuje 35
	b) Vacas 3 %	b) sajino 10
<b>04.-Caudal de la fuente en uso( metros cúbicos/s)</b>	c) Ovejas 1 %	c) Picuro 35
Alto 5 m³/s. Bajo 2 m³/s.	d) Caballos 3 %	d)Otros 20
Permanente 3.5 m³/s.	<b>15.-Fuentes de trabajo (Exprese en %)</b>	
<b>05.-Uso del Agua (Exprese en %)</b>	Agrícola 99 %	
Doméstico...99... Otros.....1.....%	Ganadera 1 %	
<b>06.-Clima(Exprese Promedio de T° aproximado/día)</b>		
Cálido 25° C	<b>16.-Pequeñas Micro Empresas( Cantidad )</b>	
<b>07.-Precip. (Ocurrencia meses y Prom. Anual mm.)</b>	NO existen	
Época de lluvia : Setiembre a Mayo		
Época seca : Junio a Agosto		
Época de granizada : no se presenta		
Época de heladas : no se presenta		
<b>07.-Vientos ( Indique meses de ocurrencia)</b>	Camino de herradura	12 Km.
Vientos moderados. febrero, agosto, septiembre	<b>17.-Vías de Transporte (Indicar Km. y Cant.)</b>	
<b>09.-Suelos ( Características físicas )</b>	<b>17.-Distancias: Con respecto a la comunidad</b>	
Textura: plástica	a) Al Distrito.	3 Km.
Estructura : arcillosa en su mayor extensión	b) A la capital de Prov.	15 Km.
Drenaje: Regular.	c) A la Capital del Dpto.	170 Km.
Profundidad de capa arable: 15 cm.	d) A Lima	1388 Km.
<b>10.-Cultivo permanente (Clase de cultivo y Ha.)</b>	<b>19.- Servicios de comunicación</b>	
Cacao (187.45 ha)	Radios	
Palma Aceitera ( ha)	<b>20.-Vivienda(Tipo de vivienda predominante)</b>	
<b>11.-Cultivos anuales (Clase de cultivo y Ha.)</b>	Quincha	
a)Algodón (136 Ha) b)Maiz (231.80 Ha)	<b>21.- Energía eléctrica</b>	
c)Café ( 49 Ha)	No poseen	
<b>22.- Educación (Pobl. Escolar Varones-Mujeres)</b>	<b>26.-Saneamiento</b>	
Primaria 124	Tratan las aguas servidas	NO
Secundaria 48	Toman agua potable	NO
analfabetos: 14	Usan letrinas	SI
<b>23.-Presencia de Instituciones</b>	Manejan desechos	NO
<b>Públicas Privadas</b>	Usan pozo de relleno	NO
Ninguna	<b>27.-Neces. no satisfechas(Orden de prioridad )</b>	
	a) Carretera	b) Agua
	c) Desagüe	d) Electricidad

	<b>28.-Aspectos Económicos(Llenado/Proyectista)</b>
	<b>Fuentes de ingresos(Exp. en S/ promedio)</b>
<b>24.-Organizaciones de base</b>	a) Agrícola s/.19000 .b) Ganadero 2000
Comunidades campesinas : 3	
Comités de regantes: 0	
Club de madres. 1	Costo Mano de obra S/. 15.
Asoc. Deportivas, culturales y comunales: 3	Ingreso per cápita S/.250
	Ingreso familiar S/.170
<b>25.-Costumbrismos(Indicar nombres y fechas)</b>	<b>29.-Informe adicional (Describir sucintamente)</b>
Fiestas Patronales:	a) Deforestación, reducción del caudal de las quebradas.
Ferias comerciales y agrícolas:	
Faenas comunales (Mingas): se acuerda en sesiones de la comunidad	b) Programa de reforestación y educación ambiental.

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2. FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL

TABLA N° 44: FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL

Fuentes de Impacto Ambiental	Ocurre	Códigos
<b>A Por la ubicación y diseño</b>	<b>Si / no</b>	<b>de impacto</b>
- ¿El trazo elegido es la única alternativa viable?	SI	16,17,20
- ¿El trazo de la vía recorre laderas propensas a erosión?	SI	9,10,16,23
- ¿El trazo de la vía cruza laderas con vegetación?	SI	9,13,15,16
- ¿El trazo de la vía cruza cursos de agua o quebradas?	SI	1,4,9,16,17,19
- ¿El proyecto considera la conformación de terraplenes?	SI	21,23
- ¿Es posible encontrar material suelto en las zonas con pendiente pronunciada?	SI	9,10,20
- ¿Es probable encontrar un curso de agua subterránea?	SI	1,2,5,7,14,20
- ¿Será necesario construir un puente?	NO	4,9
- ¿Las instalaciones -campamentos-carecen de servicios higiénicos (Pozo séptico)?	NO	1,2,17,22
- ¿El almacén de combustibles, lubricantes y otros compuestos químicos, tienen piso de tierra?	SI	1,2,20
- ¿La vía carece de protección vegetal en la margen superior?	NO	9,10,20
- ¿La vía carece de cunetas?	NO	9,10,20,21,23
<b>B Por la ejecución</b>		
- ¿La comunidad careció de información sobre el proyecto?	NO	21,23
- ¿Se utilizará maquinaria pesada?	SI	7,11,14,16,17
- ¿Material sobrante de las excavaciones será abandonado en lugar?	SI	2,9,12,14,23
- ¿Será necesario conformar plataformas?	SI	21,23,
- ¿Material obtenido del corte de taludes puede obstruir	NO	1,4,5,6,17,19

quebrada?		
- ¿Se transportará materiales a través de terrenos de cultivo?	SI	2,7,15
- ¿Se utilizarán explosivos?	NO	9,11,14,20
- ¿Existe la posibilidad de desenterrar basura?	NO	1,2,3,17
- ¿Será necesario talar árboles?	SI	13,16,
- ¿Se carece de un estudio de suelos y agua del proyecto?	NO	4,7,10,23
- ¿Excavaciones pueden afectar las raíces de los árboles cercanos?	NO	12,13,
- ¿Se utilizará madera de bosques locales para instalaciones?	SI	7,13,15,16
- ¿Los agregados provienen de canteras nuevas?	NO	1,2,4,10,16,19
<b>C Por la operación</b>		
- ¿Se carece de reglamento de operación y mantenimiento?	NO	21
- ¿Se carecen de acuerdos formales para el mantenimiento?	NO	21
- ¿El Ministerio de Transportes carece de datos del proyecto?	SI	7,9,23

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. FICHA DE EVALUACION AMBIENTAL

TABLA N° 45: FICHA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de mitigación
1	Contaminación del agua	3***	L	Tratamiento de efluentes Replanteo del trazo y/o ubicación de obras Monitoreo de la cuenca y del cauce
2	Contaminación del suelo	4****	L	Eliminar suelo contaminado enterrándolo a más de 2 metros de profundidad Depósito de combustibles debe tener piso de lona o plástico Exigir el uso de pozos de relleno sanitario
3	Contaminación del aire			No quemar desperdicios: Plásticos, llantas y malezas. Reciclar y reutilizar todo tipo de envases de plásticos, jebes, latas y vidrios Reforestar áreas descubiertas para oxigenación
4	Alteración de los cursos de agua.	1*	N	Ubicar fuentes alternas de agua. Aplicar obras de arte. Racionalizar el consumo
5	Alteración del balance hídrico	1*	N	Proteger suelos descubiertos: pastos y gramíneas Evitar la tala de vegetación
6	Reducción de la recarga freática			Monitoreo de la cuenca y del cauce Ubicar fuentes alternas de agua.

				Establecer prioridades en el uso del agua
7	Pérdida de agua	5*****	L	Sellar puntos críticos de fuga de agua. Revestir puntos críticos del lecho. Aplicar obras de arte
7	Compactación	5*****	L	Remover el suelo y sembrar gramíneas, pastos y reforestar con especies nativos Evitar el sobre pastoreo y el uso de maquinaria pesada.
9	Pérdida de suelos y arrastre de materiales	6*****	I	Sembrar gramíneas y reforestar en áreas intervenidas Obras de contención: muros, diques etc. Obras de arte: Mampostería, drenes etc.
10	Derrumbes y deslizamientos.	2**	L	Reforestar: Barreras de contención viva con especies nativas locales Obras de infraestructura: Diques, muros etc. Obras de arte: Alcantarillas, drenes. Técnicas de conservación y manejo de suelos.
11	Ruidos fuertes	1*	N	Usar tapones para el oído Construir caseta con material aislante: Madera con Usar silenciadores en la fuente del ruido Vigilancia médica permanente Reducir el ruido y el tiempo en la misma fuente.
12	Reducción de la productividad vegetal	1*	N	Técnicas de manejo y conservación de suelos Técnicas de cultivos: Rotación de cultivos y uso de semillas mejoradas. Promover ejecución de proyectos productivos
13	Reducción del área de cobertura vegetal	2**	N	Restituir la vegetación en áreas intervenidas con siembra de gramíneas, pastos y arbustos nativos. Reforestar con especies de árboles nativos locales
14	Perturbación del hábitat y/o alteración del M. A. Natural	3***	L	Replanteo del trazo y/o ubicación de obras Mejorar el escenario de sitios adyacentes al proyecto con técnicas de reforestación y cría de animales. Fomentar la ejecución de proyectos :Cría de animales menores , aves , piscigranjas, cerdos etc.
15	Reducción de la fuente de alimento	3***	L	Mejorar la productividad con técnicas de cultivos y semillas certificadas. Promover ejecución de proyectos productivos como crías de aves, animales menores, etc.
16	Dstrucción del hábitat	6*****	I	Replanteo del trazo y/o ubicación de obras Plantación con árboles frutales y forestales En las áreas intervenidas.

17	Reducción de las poblaciones de fauna	2**	N	Reforestación con arbustos y árboles forestales. Promover la ejecución de proyectos productivos Replanteo del trazo y/o ubicación del proyecto.
18	Generación de focos infecciosos.	2**	N	Tratamiento y manejo de desperdicios Reciclaje y reutilización de los desechos Exigir el uso de pozos de relleno sanitario Cursos de orientación sobre salud, M.A. y seguridad.
19	Interferencias con los recursos de otras comunidades.	1*	N	Ubicar nuevas fuentes de abastecimiento de agua. Proponer un convenio entre las comunidades para evitar conflictos. Ver normas o leyes que rigen el uso de los R.N
20	Accidentes fatales	4****	L	Cursos en Seguridad, Medio Ambiente y Salud. Señalamiento en puntos críticos del proyecto.
21	Falta de sostenibilidad del proyecto	2**	L	Capacitación en Evaluación de Impacto Ambiental. Organizar Junta Administradora y Comité de vigilancia. Asegurar la sostenibilidad del proyecto. Capacitación a la Comunidad beneficiaria. Difusión del proyecto en asambleas, cursos, charlas, talleres y entrega de manuales y cartillas.
22	Calidad del agua y del suelo			Eliminar contaminantes con técnicas de tratamiento y manejo de desechos orgánicos e inorgánicos Exigir el uso de letrinas y pozos de relleno sanitario Análisis de agua y suelos Monitoreo de la cuenca principal y del cauce. Limpieza permanente del lecho y del cauce.
23	Deterioro o mal uso de las obras	5*****	L	Curso de uso y mantenimiento de las obras Asignar responsabilidades a los beneficiarios para que asuman el compromiso de cuidar las obras. Organizar comités de vigilancia y protección de las obras ejecutadas por el proyecto.
24	Percolación lenta de efluentes a través del suelo			Estudio de suelos: Verificar drenaje óptimo. Si el suelo es del tipo arcilloso-limoso construir obras auxiliares: Pozo séptico con tubos de percolación.
25	Incendio forestal y Sobre pastoreo			Exigir un Plan de Manejo Forestal. Prohibir acampar turistas cerca de las plantaciones. Señalización en partes críticas. Organización de Comités de Vigilancia de las plantaciones. No permitir el sobre pastoreo.

Fuente: Elaboración propia



#### 4.3.4. RESUMEN DE EVALUACION AMBIENTAL

Nombre del Proyecto: CARRETERA MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA  
Ubicación: DEPARTAMENTO SAN MARTÍN  
Provincia: TOCACHE  
Distrito: NUEVO PROGRESO  
Comunidad: MANTECA – LA FLORIDA – ALTO UCHIZA

##### 4.3.4.1. DIAGNOSTICO:

El proyecto consiste en la construcción de una carretera rural de 3° clase, que tendrá como ámbito de influencia una zona de montaña alta, en la cual el recurso agua, flora y fauna son los afectados y expuestos al contacto humano.

##### 4.3.4.2. PRINCIPALES IMPACTOS IDENTIFICADOS

CUADRO N° 11: PRINCIPALES IMPACTOS IDENTIFICADOS

Componente ambiental	Construcción	Operación
Agua	Contaminación por combustible y lubricante, trastorno en la Dinámica fluvial de los tributarios del río Huallaga	Contaminación por combustible y lubricante
Aire	Problema de contaminación por desperdicios orgánicos, combustibles y lubricantes.	Poca conciencia ambiental
Suelo	Problema de inestabilidad de suelos, erosión de talud de relleno y corte.	Erosión del suelo en ambas márgenes de la carretera.
Flora y fauna (Recursos)	Problemas de deforestación y cambio morfológico del área.	Tala de árboles y ampliación de la frontera agrícola.
Población Humana	Empleo temporal	Integración productiva al mercado Local y Regional, Servicios sociales.

Otros Factores Ambientales.		Riesgo de accidentes.
Impactos no identificados en el EIA		
Impacto de Inmigración Humana al transcurrir los años.		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4.3. PRINCIPALES MEDIDAS AMBIENTALES A SER CONSIDERADAS EN EL PROYECTO (PLAN DE MANEJO AMBIENTAL)

CUADRO N° 12: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Medidas Prioritarias.	Fase del proyecto	
	Construcción	Operación
1°	Capacitación a la comunidad beneficiaria	Mantenimiento de la plantación por el comité pro-mantenimiento de carreteras y el club ecológico.
2°	Acciones de concientización ambiental como mural ambiental, programas radiales y televisivos, así como la elaboración de trípticos y boletines.	Restricción del tránsito pesado en épocas de lluvias.
3°	Reposición forestal con Capirona y revegetación con pasto elefante y maní forrajero en taludes de corte y relleno.	Mantenimiento periódico de la carretera, cunetas, alcantarillas y puentes por el comité de mantenimiento.
4°	Eliminación de desechos a botadero de campamento	Decomiso de madera ilegal.
5°	Elaboración de expediente de "Plan de Desarrollo Agropecuario a Márgenes de Carreteras"	
6°	Formación del Comité de Mantenimiento y formación del club Ecológico.	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4.4. PLAN DE MONITOREO.

CUADRO N° 13: PLAN DE MONITOREO

Componente Ambiental	Puntos de control		Parámetro	Frecuencia	Observación
	Cód.	Ubicación/ Referencia			
Agua	Ag1	Ver caudal de agua y sedimentación	Lts. / seg.	Trimestral por tres años.	
	Ag2		Observación directa		
	...				
Aire	Ar-1	Precipitación pluvial	mm/año	Anual	
	Ar-2		Por tres años		
	...				
Suelo	S-1	Erosión márgenes de la carretera	M2	Trimestral por dos años.	
	S-2				
	...				
Flora	Fl-1	Conteo de especies arbóreas más importantes de masa verde total.	Ha.	Trimestral por tres años.	
	Fl-2				
	...				
Fauna	Fa-1	N° de especies de fauna observadas.	Ha y/o Hora	Trimestral por dos años.	
	Fa-2				
	...				
Salud Humana	H1	Nivel de nutrición	Talla, Peso	Trimestral/ 3° año	
	H2	Nivel de ingreso	Canasta familiar		
	H3	Salud Poblacional	Enfermedades		
	H4	Cambio de actitud ambiental en la población.	Encuestas e Informes	Mensual	

Fuente: Elaboración propia

## **V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 ESTUDIO SOCIOECONOMICO**

- La población en su mayoría es de sexo masculino, casi en su totalidad se dedican a cultivar la tierra, desde muy pequeños y las mujeres están dedicados a labores del hogar.
- Poseen una educación básica como lo es la primaria, y muy pocos son los que salen a la ciudad a seguir estudios en niveles superior.
- Por lo mencionado, se define la ocupación de los pobladores de la zona en estudio, está dado en su mayoría por agricultores y la dedicación a los quehaceres del hogar.
- La zona está dedicado a la siembra de la palma y cacao, como productos industriales, sin dejar la siembra de los productos de pan llevar.
- Pero esto les brinda un ingreso poco rentable puesto que la cosecha de los productos industriales se realiza por campañas de corta duración y no es muy renumerado y deja pocas ganancias, debido a los sobre costos que origina la falta de una vía de acceso a la zona de producción.
- El gasto que generan en el hogar, son debido a la atención médica que tienen que realizarlo en la ciudad por la falta de una posta médica en sus localidades, el solo hecho del transporte hace que este gasto se incremente y así todo lo conseguido en las cosechas, se gasten en su mayoría en este rubro sin contar con la educación de los hijos que también lo realizan en la ciudad.
- Estudios hechos en varios países revelan que los niveles de educación y salubridad son más altos en las poblaciones que cuentan con vías de acceso a las redes primarias viales.

### **5.2 ESTUDIOS DE INGENIERIA**

#### **5.2.1 MÉCANICA DE SUELOS**

- La excavación fue realizada a cielo abierto, tomando datos de la profundidad de la excavación y las características físicas apreciadas a simple vista.
- El contenido de humedad natural es variable por estar algunos sitios en terrenos de cultivo y otros con vegetación.
- A lo largo del tramo nos encontramos con tres (4) tipos de suelos, como son ML (limo), GP (grava pobremente gradada), SP (arena pobremente gradada) y SM (arena limosa), predominando en la zona los del tipo ML, luego los tipo GP y SP.
- Esta clasificación se realizó por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual toma los datos obtenidos por la granulometría.
- El cálculo del CBR de estos suelos nos dio un valor muy bajo, por tanto no es bueno como terreno de fundación.
- La presencia de la napa freática, se encuentra por debajo de 1.50m.

## **5.2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO**

- El método usado fue el The South Dakota Catalog Method, por ser el más adecuado ya que es usado actualmente por los LTAP ( Local Technical Assistance Program ) de los Estados Unidos, para el diseño de los espesores de afirmado de sus carreteras rurales.
- Obteniéndose un espesor de 15 cm.
- Las canteras a usarse serán las de Puerto Pacota y Alto Uchiza, por su cercanía a la zona de estudio y por brindar las características físicas y mecánicas aceptables y por el volumen que poseen.

## **5.2.3 PARÁMETROS HIDROLÓGICOS**

### **5.2.3.1 De las Intensidades**

- No existiendo estaciones pluviométricas, las informaciones meteorológicas en la zona en estudio no existen, por lo tanto se tomó como referencia para el cálculo de las intensidades máximas, datos pluviométricos con datos de precipitación máxima en 24 horas del estudio hidrológico de la estación

Uchiza desde 1966 hasta 1984 por ser una estación más próxima y de características similares a la zona en estudio.

- Teniendo en consideración las recomendaciones realizadas por los especialistas y según los resultados obtenidos en el análisis del modelamiento matemático de valores aleatorios extremos, para el caso más conservador adoptamos una Intensidad Máxima:  $I_{\text{máx.}} = 60.55 \text{ mm/h}$ .

### **5.2.3.2 DE LOS CAUDALES**

- La estimación de los caudales se realizó con la Intensidad Máxima en mm./hora, empleando el Método Racional.
- Cabe mencionar que los cálculos realizados está basada directamente en la precisión de los datos meteorológicos y en la adecuada aplicación del método.

### **5.2.3.3 DE LAS ALCANTARILLAS**

- La carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, materia de la presente investigación, se han ubicado 11 alcantarillas, con diferentes diámetros de acuerdo al área hidráulica calculada.
- El cálculo del diámetro de las alcantarillas, se realizó por medio de hojas de cálculo de Microsoft Excel (Fórmula de Manning).
- Para el dimensionamiento también se ha considerado la necesidad de proveer capacidad adicional a la requerida por razones hidráulicas, a fin de permitir el paso de materiales de arrastre y/o flotantes que transporten los cursos a controlar.
- Se contempla para el drenaje superficial el uso de alcantarillas circulares tipo TMC y alcantarillas tipo marco, con salida libre y con pendiente suficiente para evitar el efecto de erosión y socavación tanto a la entrada como a la salida.

### **5.2.3.4 DE LAS CUNETAS.**

- Las medidas calculadas está especificadas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, como dimensiones mínimas de cunetas en regiones muy lluviosas.
- Para el diseño hidráulico de las cunetas se realizó la verificación del área mínima que nos indica en el reglamento para zonas muy lluviosas, lo cual se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Fórmulas de Manning), el cual nos arrojó que para la zona de estudio con la precipitación dada, las dimensiones mínimas del reglamento cumplen las condiciones, puesto que el caudal calculado ( 0.918 m<sup>3</sup> / seg.) es mayor que el caudal de diseño ( 0.861 m<sup>3</sup> / seg. ) y la velocidad calculada (4.08 m./seg.) es mayor a lo mínimo especificado por sedimentación ( 0.25 m./seg. ), por lo tanto el diseño asumido está dentro del margen para zonas lluviosas y serán las dimensiones en los kilómetros de cunetas existente.
- Las cunetas deben descargar directamente a canales naturales o a las alcantarillas; o en otros casos descargarán en zanjas especiales y revestidas.
- El coeficiente de escorrentía representativo para todo el área en estudio es de **C = 0.20**
- Los caudales de diseño para las diferentes obras de drenaje han sido calculados en base a un I máx. y C constante, variando para cada una de ellas sólo el área por drenar.

### **5.2.5 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA**

Como se puede apreciar en el diseño definitivo, se trata del estudio de una carretera rural, en zona de alta montaña, para lo cual se usó las normas de diseño vigentes para caminos rurales del Ministerio de Transportes del Perú.

### **5.2.6 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**

- La geometría de las cunetas se ha determinado en base a la fórmula de Manning, se llegó a solo un tipo de sección triangular, y el diseño se hizo con un periodo de retorno de 25 años por tratarse de estructuras sencillas.

- Luego del análisis de diseño, realizados para las alcantarillas y cunetas, haciendo uso de la Formula Racional, se concluye que este último método arroja resultados bastante aceptables, pero para zonas que presentan una intensidad un tanto alta (aproximadamente 100mm/h). por lo tanto para este caso, dada las características climatológicas de la zona, sobre dimensiona la estructura; razón por la cual se ha tomado como valores definitivos de diseño los encontrados mediante el uso de la Fórmula Racional.
- En lo que se refiere a las cunetas revestidas, éstas serán de piedra asentada con mortero de cemento - arena, en proporción 1:8. Las características de cada una de ellas se muestran en el plano de detalles y obras de arte.
- Para los casos en que las alcantarillas se encuentran a corte, se revestirá en la dirección del cauce de la zanja, a fin de evitar la erosión del talud, tal revestimiento se hará con mampostería de piedra y concreto.

### **5.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

El objetivo básico del estudio impacto ambiental de la carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, es el control de los impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y mantenimiento se debe de desarrollar las medidas de control de impactos ambientales negativos, los de contingencia, seguimiento y monitoreo.

### **5.4 CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS**

La contrastación de la hipótesis se hizo a la necesidad presente de una mejora en la calidad de la vía, que atienda a la población y apunte el traslado de los productos sembrados y cosechados en la zona de estudio, generando la reducción de los costos en transporte con el consecuente incremento de beneficios para los productores.



## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- El estudio definitivo de la carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, elevará el nivel de vida de la población ya que facilitara el incremento de la producción y acceso a los servicios básicos primarios como salud, educación, seguridad, etc.
- El diseño de la carretera cumple con todas las especificaciones técnicas mínimas requeridas para los estudios de carreteras de bajo volumen de tránsito que se encuentran actualmente vigentes en nuestro país.
- El impacto ambiental es mínimo, en contraste con el impacto económico, encontrándose que los mayores problemas en este tipo de carreteras son la estabilidad de taludes debido a que es una carretera presente en una zona de precipitaciones mayores que afectan la integridad de los taludes.
- En forma general, el estudio de suelos de la zona por la cual pasa el nuevo trazo de la carretera Manteca – La Florida – Alto Uchiza, permitirá tomar las medidas más adecuadas en la determinación de las características del afirmado y taludes a emplear en la construcción de la faja de rodadura.
- El cálculo del CBR en laboratorio nos permitió poder diseñar el espesor del afirmado, ya que todos los diseños de pavimentos granulares están basados en este valor. Un mal estudio de laboratorio incidirá indefectiblemente en un diseño antieconómico.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

- 1 En cuanto a las normas actuales para caminos rurales se recomienda orientar investigaciones en nuestra Universidad hacia la obtención de parámetros de diseño adecuados a la zona de selva.

- 2 A las autoridades del distrito de Nuevo Progreso y Provincia de Tocache se recomienda ser el ente de financiamiento para la ejecución de este proyecto, a fin de solucionar los graves problemas y limitaciones que afrontan los pobladores por la falta de esta vía, debido a que los proyectos de carretera están enmarcado dentro de su política de desarrollo.
  
- 3 Proyectándose al futuro se recomienda realizar los trabajos de construcción en épocas de la estación seca (Mayo-Octubre) de lo contrario no se cumplirá con la programación establecida.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO, Geometric Design of Very Low-Volume Local Roads ( ADT < 400 )
2. ANAMPA CHAHUARA, Daniel; Problemas de Estabilidad de Taludes en Caminos Rurales; XII CONIC - Instituto de la Construcción y Gerencia, Editorial ICG, Lima – Perú, 2002.
3. CARDENAS GRISALES, James; DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS; Editorial ECOE, Colombia, 2002.
4. CÓRDOVA ZAMORA, Manuel; ESTADÍSTICA; Editorial MOSHERA; Lima – Perú; 1995
5. Diccionario Everest Cúspide, Editorial Everest S.A., La Coruña – España, 1987
6. EDICIONES CIENCIAS; EL ARTE DEL TRAZADO DE CARRETERAS; EDITORIAL CIENCIA; Lima – Perú; Octubre 1999
7. Enciclopedia Lexus, Editorial Trébol, Barcelona – España, 1997
8. Enciclopedia Online, <http://wikimania.wikimedia.org>.
9. FRANCO REY, Jorge; NOCIONES DE TOPOGRAFÍA , CARTOGRAFÍA Y GEODESIA;
10. GUERRA BUSTAMANTE, César; CARRETERAS- FERROCARRILES – CANALES
11. Informe N° Hyd-352, Dirección Estadounidense para la recuperación. Estados Unidos, 2000.

12. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Ponencias del II Congreso Nacional de Infraestructura Vial, Lima – Perú, 2002
13. LINSLEY, KOHLER, PAULUS; Hidrología Para Ingenieros, 2da. Edición; México, 1977
14. MORALES UCHOFEN, WALTER - DRENAJE VIAL – Ciclo de Actualización académica 2000 – II / FIC. – Tarapoto – Octubre 2000.
15. MTC, Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM-2000, Editorial ICG, Lima – Perú, 2000
16. MTC Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras
17. OLIVERA BUSTAMANTE Fernando, Estructuración de vías Terrestres
18. PAREDES ROJAS, Luís A.; PAVIMENTOS, UNSM – FIC, Tarapoto – Perú, 1990
19. PROYECTO DE NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE CAMINOS VECINALES, MTC, Lima – Perú, 1976.
20. PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA, Estudio de Impacto Ambiental Carretera Magdalena – Bagazán
21. RIVERA CONSTATINO, Rigoberto, Curso Propedéutico de Mecánica de Suelos, Ed. SMMS, México, 2004.
22. VILLÓN BEJAR, Máximo, Hidráulica de Canales, editorial Tecnología de Costa Rica, Costa Rica, 2000.
23. YRIGOÍN BUSTAMANTE, José Edilberto; ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA SANGAMAYOC – NUEVA LIBERTAD; TESIS, Tarapoto – Perú, 2000.

24. RUBINA PERDOMO, Tony; ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE EJECUCION DE LA CARRETERA CHAMBIRA – CUNCHUHUILLO; TESIS, Tarapoto – Perú, 2005.

## VIII. ANEXOS

ANEXO N° 01: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 4318

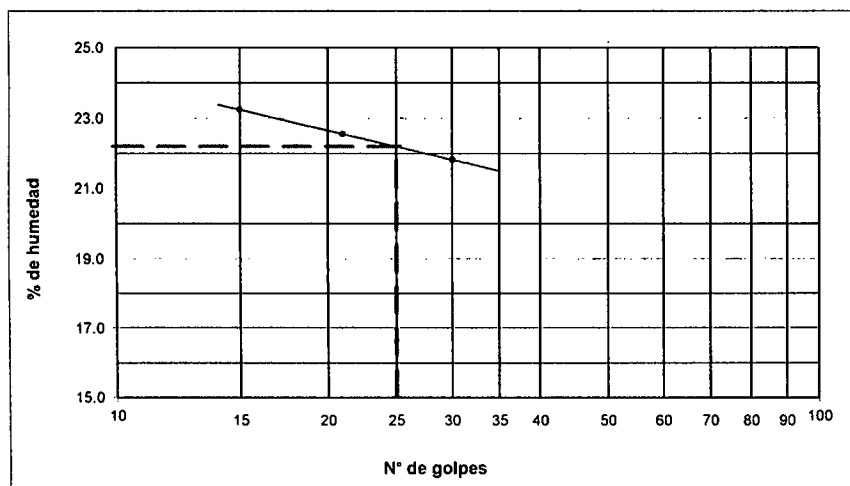
## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	01	02	03	--	04	05
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	34.23	33.25	35.01	--	33.45	34.23
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	30.94	29.76	31.27	--	30.74	31.45
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	15.85	14.27	15.18	--	13.54	14.33
PESO DEL AGUA (gr)	3.29	3.49	3.74	--	2.71	2.78
PESO DEL SUELO SECO (gr)	15.09	15.49	16.09	--	17.20	17.12
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.82	22.55	23.24	--	15.76	16.24

Límite Líquido (%)	22.20
Límite Plástico (%)	16.00
Índice Plástico (%)	6.20



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perca*  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
O.P. N° 50714



# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
ASESORAMIENTOS  
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

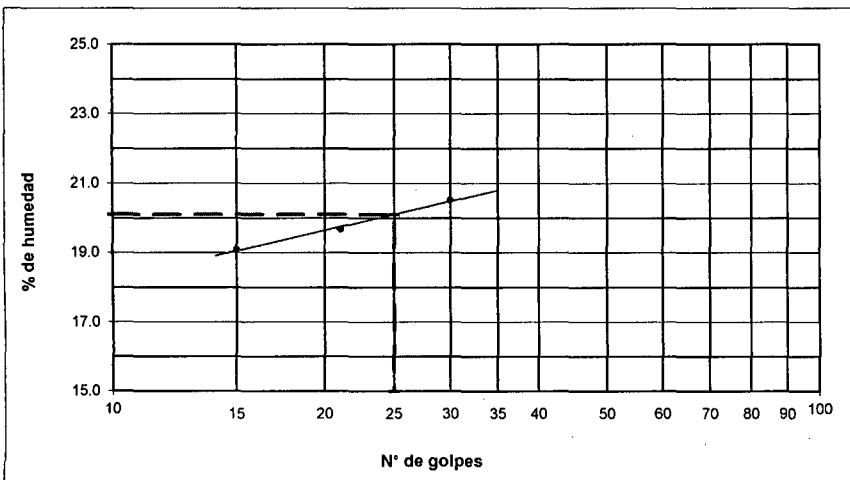
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	04	05
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	01	02	03	--	04	05
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	58.32	54.49	53.67	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	51.09	47.88	47.50	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	15.85	14.27	15.18	--		
PESO DEL AGUA (gr)	7.23	6.61	6.17	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	35.24	33.61	32.32	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.52	19.67	19.09	--	--	--



Limite Liquido (%)	20
Limite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perca*  
Lic. y Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
O.P. N° 50714



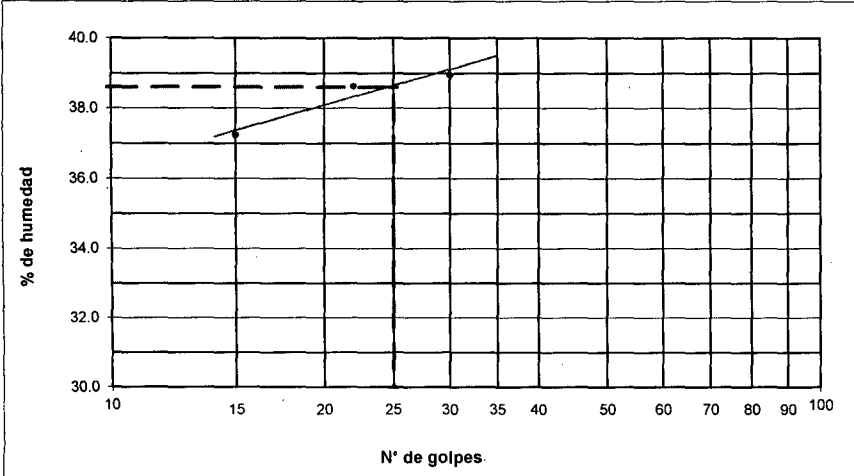
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 4318**      **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-3	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 2+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	11	12	13	--	14	15
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	57.36	58.62	58.35	--	35.23	36.45
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	45.36	46.01	47.00	--	30.46	31.35
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.55	13.36	16.52	--	14.52	14.62
PESO DEL AGUA (gr)	12.00	12.61	11.35	--	4.77	5.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	30.81	32.65	30.48	--	15.94	16.73
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.95	38.62	37.24	--	29.92	30.48



Límite Líquido (%)	38.6
Límite Plástico (%)	30.2
Índice Plástico (%)	8.4

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perca*  
**Velarde Pezo Perca**  
 Lic y Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 CIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

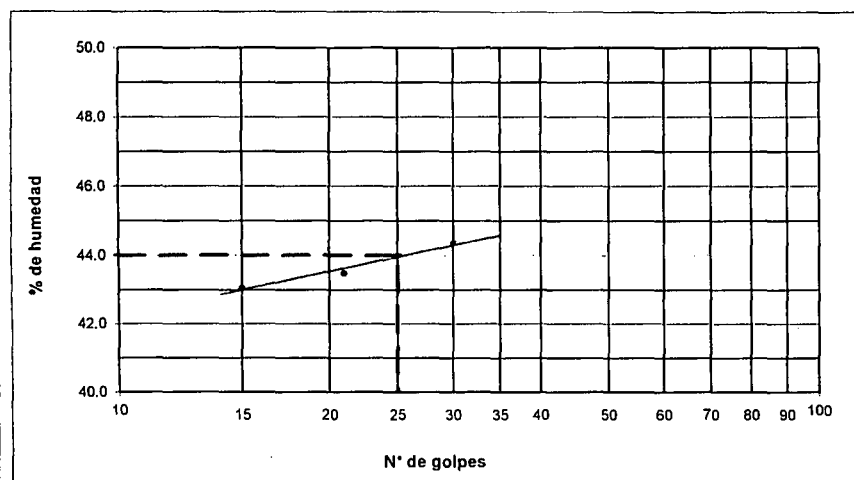
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-4	MUESTRA : 01	FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010
UBICACIÓN : KM. 3+000	USO : Varios	COORDENADAS NORTE
LADO : Der.	MATERIAL : Natural	ESTE
ACCESO (km) 0		

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	16	17	18	--	19	20
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	56.12	55.46	57.34	--	45.65	48.12
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	43.23	43.10	44.42	--	37.80	39.12
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.17	14.68	14.42	--	16.13	14.14
PESO DEL AGUA (gr)	12.89	12.36	12.92	--	7.85	9.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	29.06	28.42	30.00	--	21.67	24.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	44.36	43.49	43.07	--	36.23	36.04



Límite Líquido (%)	44
Límite Plástico (%)	36
Índice Plástico (%)	8

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perca*  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714

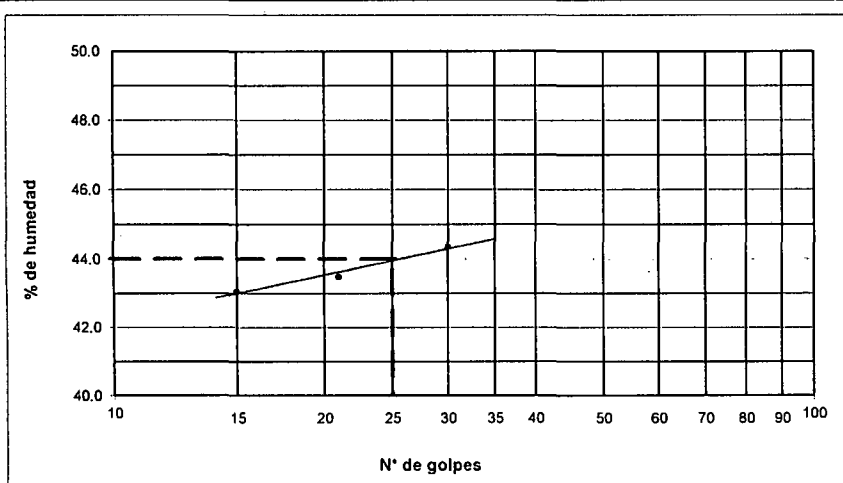
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-5	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 4+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

NUMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	16	17	18	--	19	20
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	56.12	55.46	57.34	--	45.65	48.12
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	43.23	43.10	44.42	--	37.80	39.12
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.17	14.68	14.42	--	16.13	14.14
PESO DEL AGUA (gr)	12.89	12.36	12.92	--	7.85	9.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	29.06	28.42	30.00	--	21.67	24.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	44.36	43.49	43.07	--	36.23	36.04



Límite Líquido (%)	44
Límite Plástico (%)	36
Índice Plástico (%)	8

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
**Velardo Pezo Perea**  
 Lic y Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 C.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

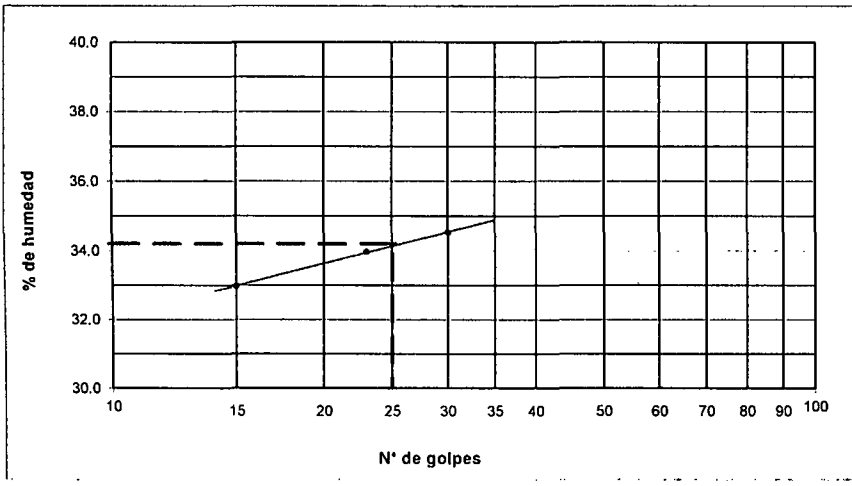
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-6	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 5+640	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	23	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	21	22	23	--	24	25
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	57.23	55.46	56.32	--	42.23	49.54
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	46.82	45.16	45.52	--	36.64	41.53
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	16.67	14.83	12.77	--	17.40	14.03
PESO DEL AGUA (gr)	10.41	10.30	10.80	--	5.59	8.01
PESO DEL SUELO SECO (gr)	30.15	30.33	32.75	--	19.24	27.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.53	33.96	32.98	--	29.05	29.14



Límite Líquido (%)	34
Límite Plástico (%)	29
Índice Plástico (%)	5

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 Velardo Pezo Perca  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 OIP N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

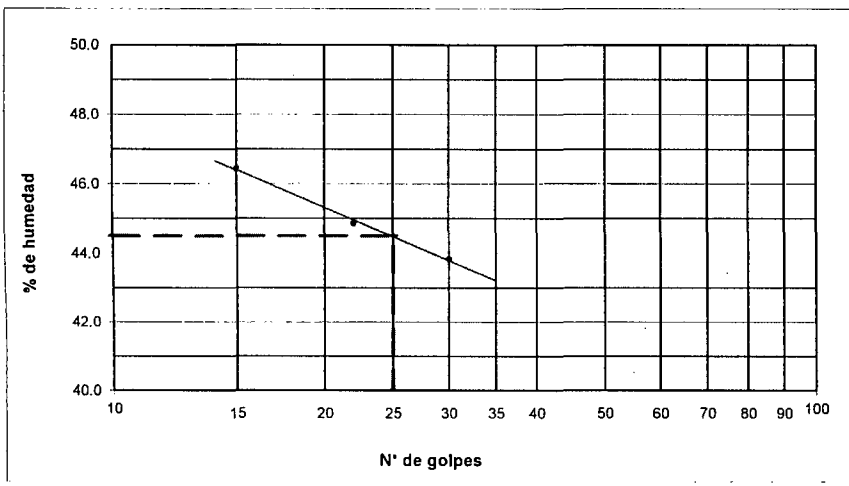
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	26	27	28	--	29	30
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	52.45	53.54	50.65	--	42.23	49.54
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	40.73	41.18	38.97	--	34.96	39.85
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	13.99	13.63	13.84	--	16.28	14.25
PESO DEL AGUA (gr)	11.72	12.36	11.68	--	7.27	9.69
PESO DEL SUELO SECO (gr)	26.74	27.55	25.13	--	18.68	25.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	43.85	44.86	46.45	--	38.95	37.84



Límite Líquido (%)	45
Límite Plástico (%)	38
Índice Plástico (%)	7

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Pezo*  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 Ing. Civil  
 O.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

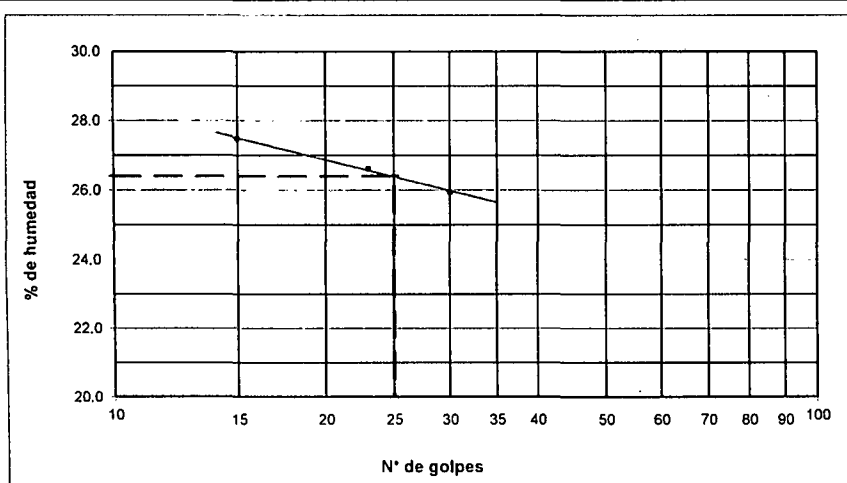
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-7	MUESTRA : 02	FECHA DE ENSAYO : 23.02.2010
UBICACIÓN : KM. 6+440	USO : Varios	COORDENADAS
LADO : lzq.	MATERIAL : Natural	NORTE
ACCESO (km) 0		ESTE

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	23	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	01	02	03	--	04	05
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	52.45	53.54	50.65	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	44.91	45.28	43.00	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	15.85	14.27	15.18	--		
PESO DEL AGUA (gr)	7.54	8.26	7.65	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	29.06	31.01	27.82	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.95	26.62	27.48	--		



Limite Líquido (%)	26
Limite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Parca*  
Lic Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING CIVIL  
CIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

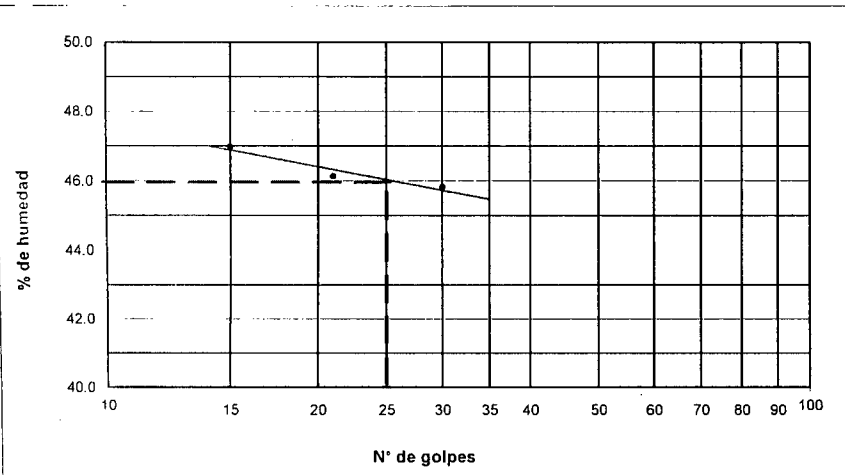
## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-7 MUESTRA : 03 FECHA DE ENSAYO : 23.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 6+440 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	04	05	06	--	07	08
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.65	55.12	51.32	--	45.65	43.54
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	41.73	42.24	39.50	--	37.57	36.24
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	13.54	14.33	14.33	--	13.90	14.45
PESO DEL AGUA (gr)	12.92	12.88	11.82	--	8.08	7.30
PESO DEL SUELO SECO (gr)	28.19	27.91	25.17	--	23.67	21.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	45.82	46.13	46.98	--	34.15	33.52

Límite Líquido (%)	46
Límite Plástico (%)	34
Índice Plástico (%)	12



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Vetardo Pezo Perca*  
**Vetardo Pezo Perca**  
 Lic. y Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 O.I.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

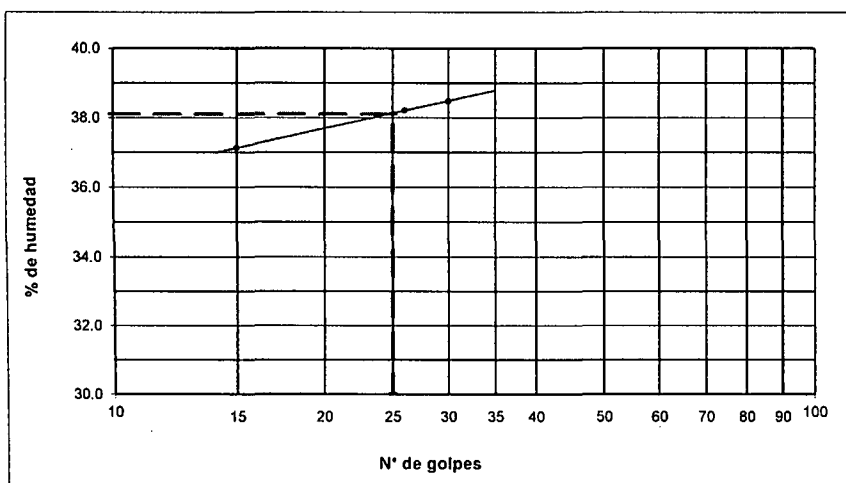
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-8	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 7+480	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	26	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	26	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	04	05	06	--	07	08
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.65	55.12	51.32	--	45.65	43.54
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	43.23	43.84	41.30	--	38.54	37.06
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	13.54	14.33	14.33	--	13.90	14.45
PESO DEL AGUA (gr)	11.42	11.28	10.02	--	7.11	6.48
PESO DEL SUELO SECO (gr)	29.69	29.51	26.97	--	24.64	22.61
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.48	38.21	37.13	--	28.88	28.67



Límite Líquido (%)	38
Límite Plástico (%)	29
Índice Plástico (%)	9

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Porca*  
Lic / Bach Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714



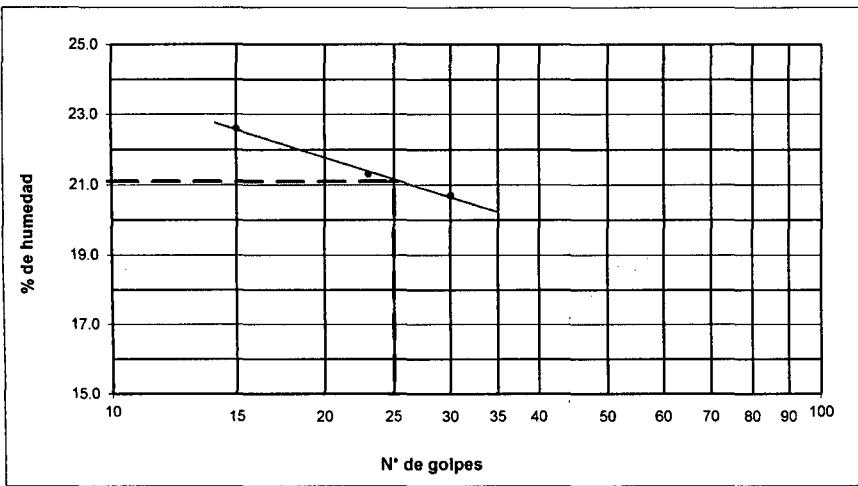
PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 8+520 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	09	10	11	--	12	13
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.65	55.12	51.32	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	47.69	47.89	44.54	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.08	13.93	14.55	--		
PESO DEL AGUA (gr)	6.96	7.23	6.78	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	33.61	33.96	29.99	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.70	21.30	22.60	--		



Limite Líquido (%)	21
Limite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perca*  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 O.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

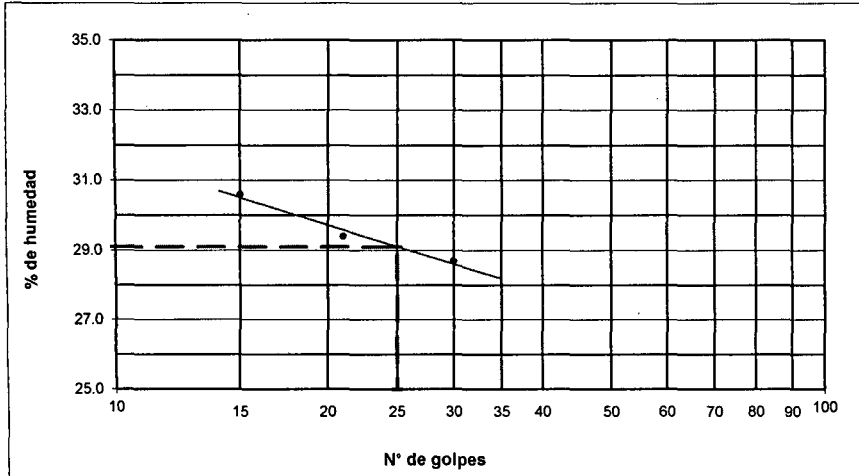
## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 8+520 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	14	15	16	--	17	18
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.65	55.12	51.32	--	47.23	48.33
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	45.70	45.92	42.62	--	41.46	42.79
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.52	14.62	14.17	--	14.68	14.42
PESO DEL AGUA (gr)	8.95	9.20	8.70	--	5.77	5.54
PESO DEL SUELO SECO (gr)	31.18	31.30	28.45	--	26.78	28.37
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.70	29.40	30.60	--	21.54	19.53

Límite Líquido (%)	29
Límite Plástico (%)	21
Índice Plástico (%)	8



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
**Velardo Pezo Porca**  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

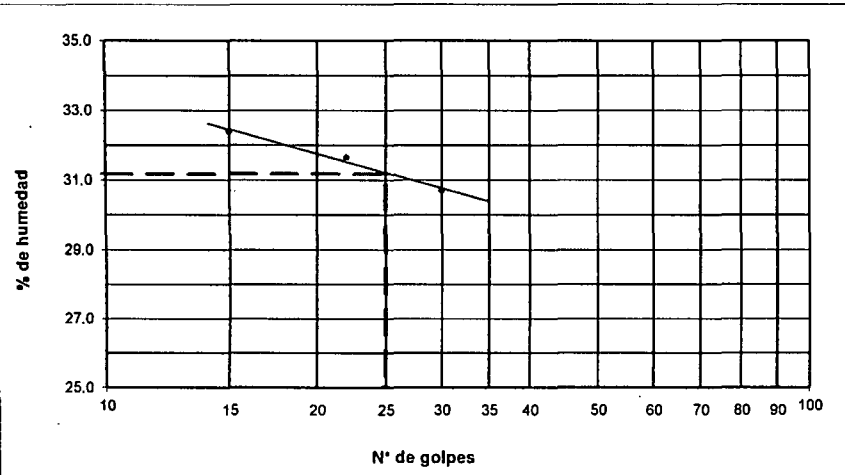
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	19	20	21	--	22	23
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	53.14	55.62	52.36	--	49.36	47.45
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	44.45	45.65	43.63	--	42.48	40.48
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	16.13	14.14	16.67	--	14.83	12.77
PESO DEL AGUA (gr)	8.69	9.97	8.73	--	6.88	6.97
PESO DEL SUELO SECO (gr)	28.32	31.51	26.96	--	27.65	27.71
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.70	31.65	32.40	--	24.89	25.17



Límite Líquido (%)	31
Límite Plástico (%)	25
Índice Plástico (%)	6

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
**Oscar Bartra Pezo**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 4318

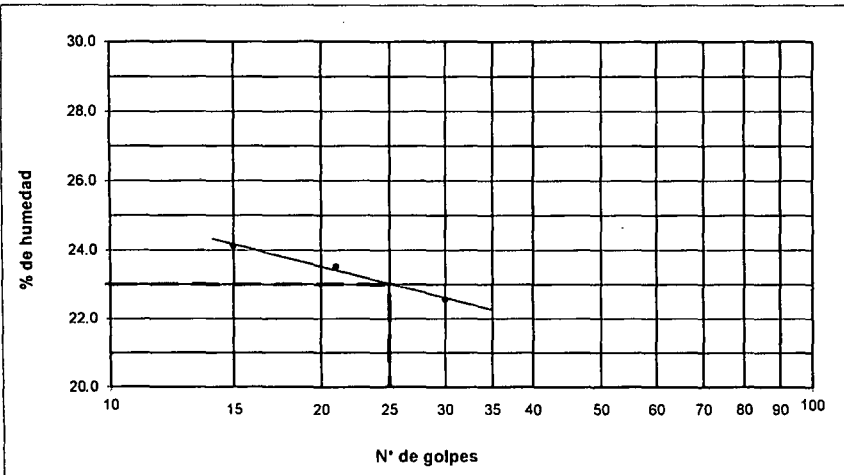
## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	24	25	26	--	27	28
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	55.13	51.31	51.54	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	48.18	44.21	44.24	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	17.40	14.03	13.99	--		
PESO DEL AGUA (gr)	6.95	7.10	7.30	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	30.78	30.18	30.25	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.56	23.52	24.12	--		

Límite Líquido (%)	23
Límite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Pezo*  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING CIVIL  
 QIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

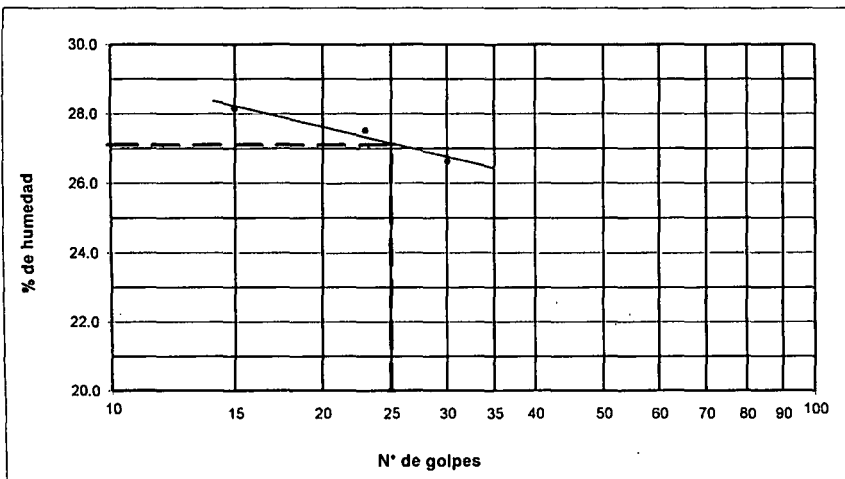
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-11 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 10+400 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	23	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	01	02	03	--	04	05
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.32	53.55	55.64	--	51.62	49.87
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	46.23	45.07	46.75	--	44.27	42.89
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	15.85	14.27	15.18	--	13.54	14.33
PESO DEL AGUA (gr)	8.09	8.48	8.89	--	7.35	6.98
PESO DEL SUELO SECO (gr)	30.38	30.80	31.57	--	30.73	28.56
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	26.64	27.52	28.15	--	23.92	24.46



Límite Líquido (%)	27
Límite Plástico (%)	24
Índice Plástico (%)	3

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perca*  
 Lic y Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

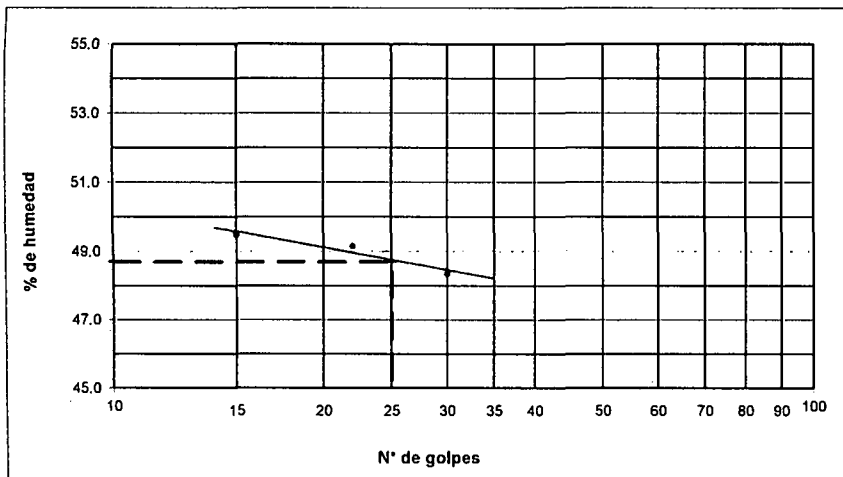
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO É INDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-11	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 10+400	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	22	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	06	07	08	--	09	10
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	54.32	53.55	55.64	--	50.46	50.23
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	41.28	40.48	42.00	--	40.51	40.54
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.33	13.90	14.45	--	14.08	13.93
PESO DEL AGUA (gr)	13.04	13.07	13.64	--	9.95	9.69
PESO DEL SUELO SECO (gr)	26.95	26.58	27.55	--	26.43	26.61
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.36	49.15	49.49	--	37.65	36.42



Límite Líquido (%)	49
Límite Plástico (%)	37
Índice Plástico (%)	12

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perca*  
Velarde Pezo Perca  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

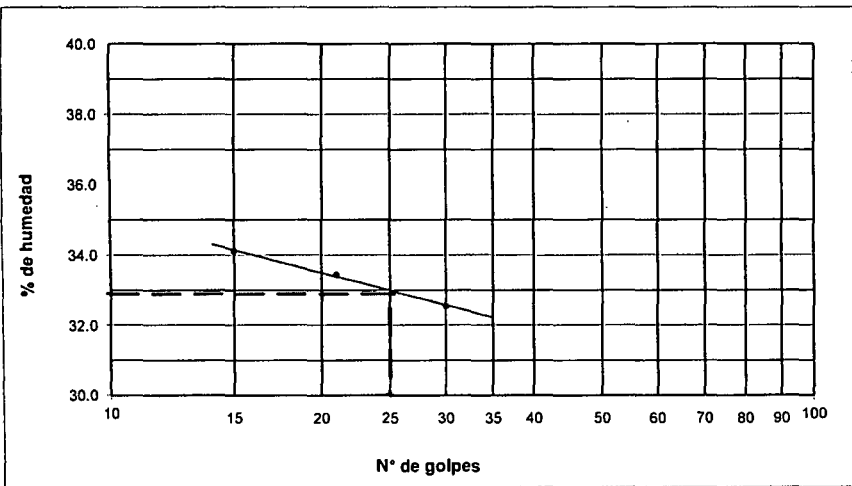
## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-12	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 11+350	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	21	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	11	12	13	--	14	15
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	51.42	54.32	50.12	--	49.78	51.47
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	42.37	44.05	41.57	--	42.47	44.01
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.55	13.36	16.52	--	14.52	14.62
PESO DEL AGUA (gr)	9.05	10.27	8.55	--	7.31	7.46
PESO DEL SUELO SECO (gr)	27.82	30.69	25.05	--	27.95	29.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.55	33.45	34.12	--	26.14	25.39

Límite Líquido (%)	33
Límite Plástico (%)	26
Índice Plástico (%)	7



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 Velarde Pezo Paroa  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 OIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

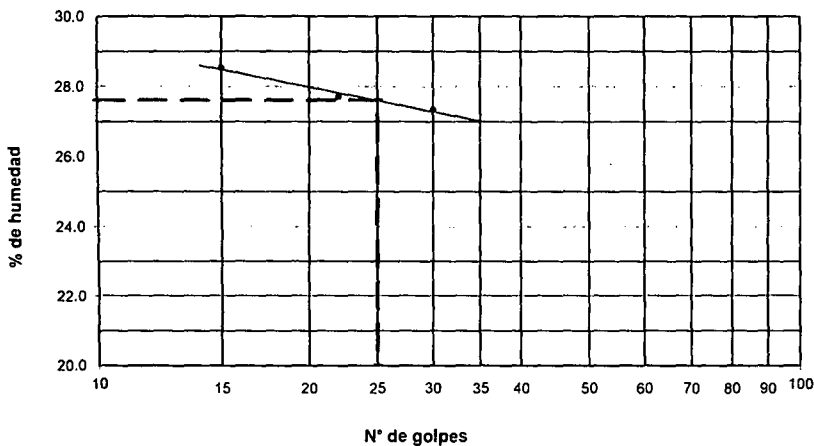
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-12 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 11+350 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : lzq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	16	17	18	--	19	20
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	50.47	50.56	51.12	--	48.87	49.56
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	42.68	42.77	42.97	--	42.56	42.93
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.17	14.68	14.42	--	16.13	14.14
PESO DEL AGUA (gr)	7.79	7.79	8.15	--	6.31	6.63
PESO DEL SUELO SECO (gr)	28.51	28.09	28.55	--	26.43	28.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.34	27.71	28.53	--	23.89	23.01



Límite Líquido (%)	28
Límite Plástico (%)	23
Índice Plástico (%)	5

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perea*  
 Velarde Pezo Perea  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 C.I.P. Nº 50714



PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

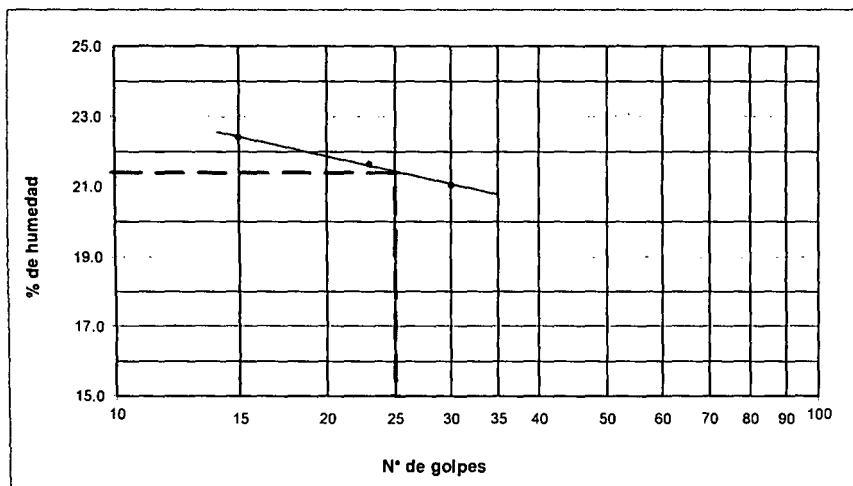
ASTM D 4318

## MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-13	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 12+250	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	21	22	23	--	24	25
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	51.35	50.48	50.37	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	45.32	44.14	43.49	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	16.67	14.83	12.77	--		
PESO DEL AGUA (gr)	6.03	6.34	6.88	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	28.65	29.31	30.72	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.05	21.65	22.41	--		



Límite Líquido (%)	21
Límite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perca*  
**Velardo Pezo Perca**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 Ing. Civil  
 O.P. Nº 50714



# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

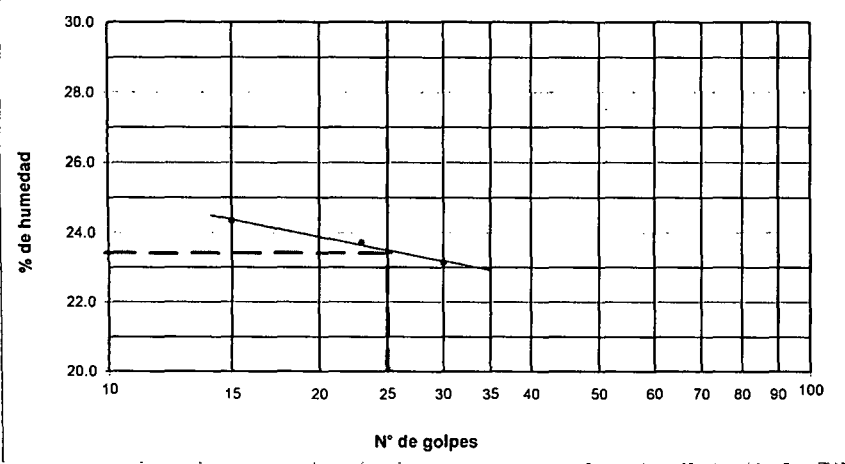
## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-13	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 12+250	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	23	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	23	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	26	27	28	--	29	30
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	51.35	50.48	50.37	--	45.70	49.32
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	44.33	43.41	43.22	--	44.11	47.51
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	13.99	13.63	13.84	--	16.28	14.25
PESO DEL AGUA (gr)	7.02	7.07	7.15	--	1.59	1.81
PESO DEL SUELO SECO (gr)	30.34	29.78	29.38	--	27.83	33.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.14	23.73	24.35	--	5.73	5.43

Límite Líquido (%)	23
Límite Plástico (%)	6
Índice Plástico (%)	17



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 Velardo Pezo Parca  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
*[Signature]*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 OIP N° 50714

**ANEXO N° 02: CONTENIDO DE HUMEDAD**

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 1+000 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	161.4		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	152.9		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	58.6		
PESO DEL AGUA (gr)	8.6		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	94.3		Promedio
% DE HUMEDAD	9.10		9.10

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 1+000 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	125.4		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	113.8		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	58.8		
PESO DEL AGUA (gr)	11.6		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	55.1		Promedio
% DE HUMEDAD	21.00		21.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Vetardo Pezo Perea*  
Vetardo Pezo Perea  
Lic. Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING CIVIL  
CIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-3	MUESTRA 01	FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010
UBICACIÓN	KM. 2+000	USO : Varios	COORDENADAS
LADO	: Izq.	MATERIAL : Natural	NORTE
ACCESO (km)	0		ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	157.2		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	141.2		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.6		
PESO DEL AGUA (gr)	16.1		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	83.6		Promedio
% DE HUMEDAD	19.20		19.20

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Pezo*  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 2216** **CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
CALICATA : C-4	MUESTRA : 01
UBICACIÓN : KM. 3+000	USO : Varios
LADO : Der.	MATERIAL : Natural
ACCESO (km) 0	FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010
	COORDENADAS
	NORTE
	ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	156.5		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	140.1		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.9		
PESO DEL AGUA (gr)	16.4		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	82.2		Promedio
% DE HUMEDAD	20.00		20.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*[Signature]*

---

**Velardo Pezo Perea**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*[Signature]*

---

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714



PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-5 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 4+000 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	156.5		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	140.1		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.9		
PESO DEL AGUA (gr)	16.4		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	82.2		Promedio
% DE HUMEDAD	20.00		20.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714





PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
ASESORAMIENTOS  
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-6 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 5+640 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) : 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	155.8		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	139.8		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.3		
PESO DEL AGUA (gr)	16.0		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	82.5		Promedio
% DE HUMEDAD	19.40		19.40

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic / Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING CIVIL  
C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-7 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 23.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 6+440 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	148.7		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	133.7		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	56.5		
PESO DEL AGUA (gr)	15.0		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	77.2		Promedio
% DE HUMEDAD	19.40		19.40

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Volardo Pezo Perea*  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 2216**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	149.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	129.7		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.3		
PESO DEL AGUA (gr)	19.6		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	74.4		Promedio
% DE HUMEDAD	26.40		26.40

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Porca*  
 Velardo Pezo Porca  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 03	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	156.8		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	113.2		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.6		
PESO DEL AGUA (gr)	43.6		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	55.6		Promedio
% DE HUMEDAD	78.40		78.40

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Volardo Pezo Perea*  
Volardo Pezo Perea  
Lic / Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING CIVIL  
C.I.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-8	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 7+480	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	154.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	141.0		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.8		
PESO DEL AGUA (gr)	13.3		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	85.2		Promedio
% DE HUMEDAD	15.60		15.60

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*[Handwritten Signature]*  
**Volardo Pezo Perea**  
 Lic / Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*[Handwritten Signature]*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 CIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

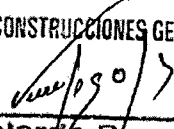
**ASTM D 2216**


**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 8+520 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	155.2		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	138.1		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.6		
PESO DEL AGUA (gr)	17.1		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	82.5		Promedio
% DE HUMEDAD	20.80		20.80

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
 Velardo Pezo Perea  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 8+520 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	148.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	123.5		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.5		
PESO DEL AGUA (gr)	24.8		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	68.0		Promedio
% DE HUMEDAD	36.40		36.40

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	152.6		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	139.8		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.6		
PESO DEL AGUA (gr)	12.8		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	84.2		Promedio
% DE HUMEDAD	15.20		15.20

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Pezo*  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714



PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	154.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	135.2		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.8		
PESO DEL AGUA (gr)	19.1		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	79.4		Promedio
% DE HUMEDAD	24.10		24.10

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic / Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING CIVIL  
CIP N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-11 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 10+400 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	156.2		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	143.9		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.9		
PESO DEL AGUA (gr)	12.3		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	88.0		Promedio
% DE HUMEDAD	14.00		14.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
 Velardo Pezo Perea  
 Lic. y Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASesorAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

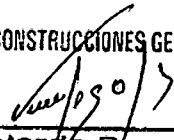
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-11	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 10+400	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	155.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	135.9		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.2		
PESO DEL AGUA (gr)	19.4		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	80.7		Promedio
% DE HUMEDAD	24.10		24.10

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
 \_\_\_\_\_  
**Velardo Pezo Perea**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
  
 \_\_\_\_\_  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 Ing. Civil  
 O.P. N° 50714



PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-12 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 11+350 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	152.4		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	138.2		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.4		
PESO DEL AGUA (gr)	14.2		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	82.8		Promedio
% DE HUMEDAD	17.20		17.20

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
 Velardo Pezo Perea  
 Lic / Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecanica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-12 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 11+350 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : lzq. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	154.6		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	134.7		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.1		
PESO DEL AGUA (gr)	19.9		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	79.6		Promedio
% DE HUMEDAD	25.00		25.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Perea*  
Lic y Bach Ing Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING CIVIL  
C.I.P. N° 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-13 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 12+250 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) 0 ESTE

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	153.6		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	140.3		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.4		
PESO DEL AGUA (gr)	13.3		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	84.9		Promedio
% DE HUMEDAD	15.60		15.60

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 2216**

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-13	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 12+250	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	0			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	151.7		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	126.8		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	55.8		
PESO DEL AGUA (gr)	24.9		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	71.0		Promedio
% DE HUMEDAD	35.14		35.14

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
 Velardo Pezo Perea  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714



## ANEXO N° 03: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLASTICO





PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

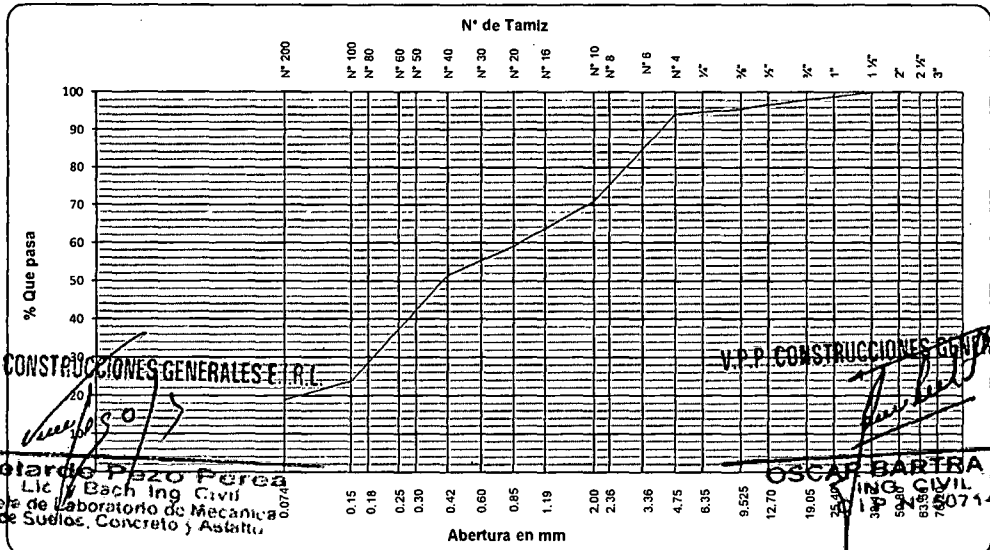
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400	23	1.2	1.2	98.8
3/4"	19.050	15	0.8	2.0	98.0
1/2"	12.700	26	1.3	3.3	96.7
3/8"	9.525	25	1.2	4.5	95.5
1/4"	6.350		--	4.5	95.5
Nº 4	4.750	26	1.3	5.8	94.2
Nº 6	3.360		--	5.8	94.2
Nº 8	2.360	247.6	12.4	18.2	81.8
Nº 10	2.000	215.8	10.8	29.0	71.0
Nº 16	1.190	125.5	6.3	35.3	64.7
Nº 20	0.850	112.3	5.6	40.9	59.1
Nº 30	0.600		--	40.9	59.1
Nº 40	0.420	151.8	7.6	48.5	51.5
Nº 50	0.300		--	48.5	51.5
Nº 60	0.250	196.4	9.8	58.3	41.7
Nº 80	0.180	190.6	9.5	67.8	32.2
Nº 100	0.150	168.4	8.4	76.2	23.8
N 200	0.074	98.9	4.9	81.1	18.9
Menor que Nº 200		378.5	18.9	100.0	--

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		1885.8
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)		22
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)		16
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		6
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		9.10
% Grava		5.8
% Arena		75.3
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		18.9
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		SM-SC
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-2-4 (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	1"	PIEDRA > 3"
		3" a 6"
		6" a 10"
		10" a más
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Volardo Pezo Pezo  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARTHA PEZO  
 Lic. Ing Civil  
 780714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

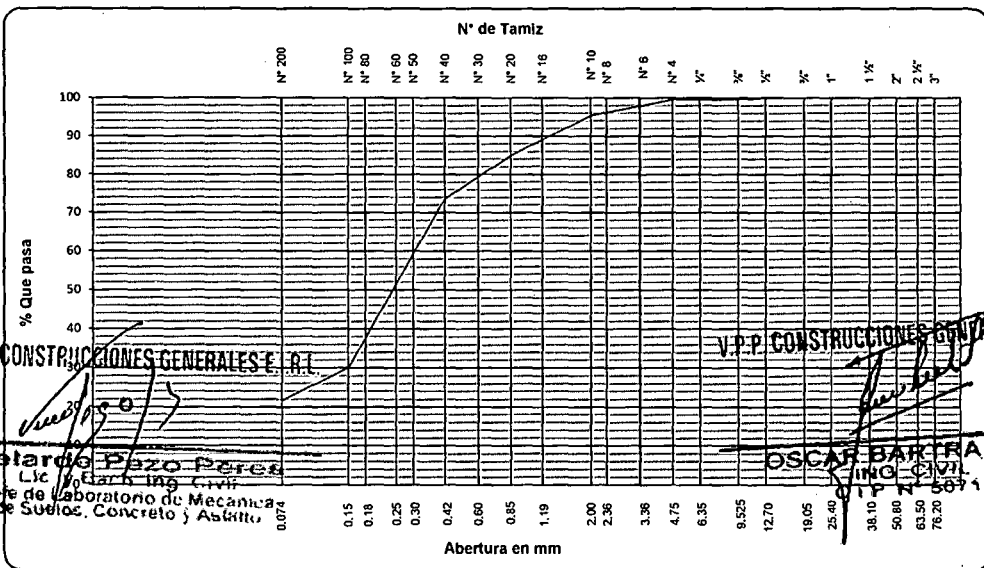
## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-1 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 1+000 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Izq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 1992.0	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	20
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
3/4"	19.050		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	21.00
1/2"	12.700		--	--	100.0	% Grava	0.4
3/8"	9.525	8	0.4	0.4	99.6	% Arena	77.9
1/4"	6.350		--	0.4	99.6	Pasante N° 200 (%) (ASTM D 1140)	11.7
N° 4	4.750		--	0.4	99.6	CLASIFICACIÓN	
N° 6	3.360		--	0.4	99.6	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM
N° 8	2.360	60.8	3.0	3.4	96.6	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4 (0)
N° 10	2.000	24.3	1.2	4.6	95.4	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
N° 16	1.190	95.6	4.8	9.4	90.6	Tamaño máx.	PIEDRA > 3" --
N° 20	0.850	112.5	5.6	15.0	85.0		3" a 6" --
N° 30	0.600		--	15.0	85.0		6" a 10" --
N° 40	0.420	225.9	11.3	26.3	73.7		10" a más --
N° 50	0.300		--	26.3	73.7	OBSERVACIONES	
N° 60	0.250	257.7	12.9	39.2	60.8		
N° 80	0.180	245.6	12.3	51.5	48.5		
N° 100	0.150	370.6	18.5	70.0	30.0		
N 200	0.074	165.8	8.3	78.3	21.7		
Menor que N° 200		233.2	11.7	90.0	10.0		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Volador Pezo Pezo  
 Lic. en Ingeniería Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARRERA PEZO  
 Lic. en Ingeniería Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto



# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 2+000 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : lzq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750	3	0.2	0.2	99.8
Nº 6	3.360		--	0.2	99.8
Nº 8	2.360	247.6	12.4	12.6	87.4
Nº 10	2.000	215.8	10.8	23.4	76.6
Nº 16	1.190	175.5	8.8	32.2	67.8
Nº 20	0.850	192.3	9.6	41.8	58.2
Nº 30	0.600		--	41.8	58.2
Nº 40	0.420	198.3	9.9	51.7	48.3
Nº 50	0.300		--	51.7	48.3
Nº 60	0.250	196.4	9.8	61.5	38.5
Nº 80	0.180	90.6	4.5	66.0	34.0
Nº 100	0.150	108.4	5.4	71.4	28.6
N 200	0.074	98.9	4.9	76.3	23.7
Menor que Nº 200		472.8	23.6	99.9	0.1

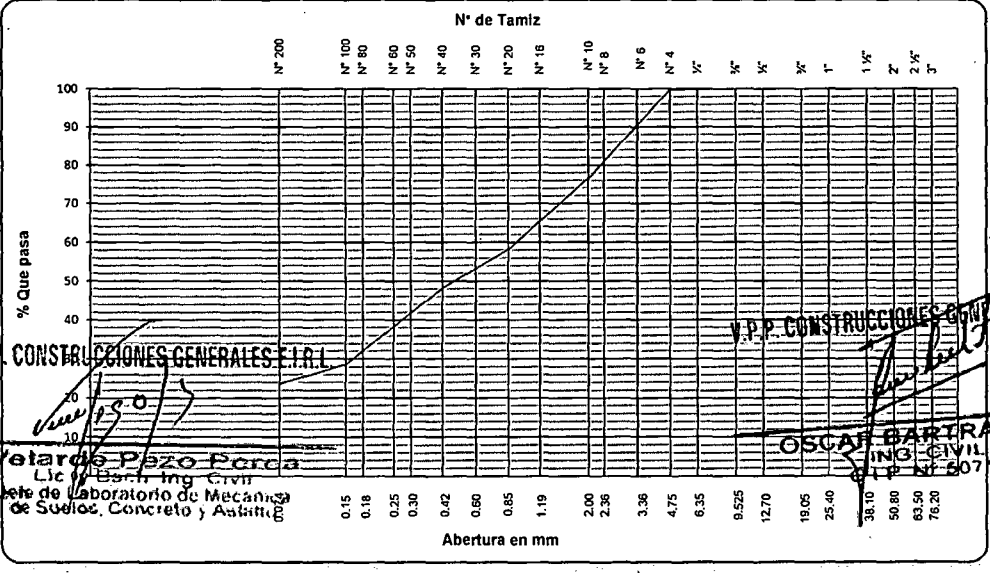
DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial (gr)	2000.0
Porción de finos (gr)	1996.6
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	39
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	30
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	8
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	19.20
% Grava	0.2
% Arena	76.1
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	23.6

CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4 (0)

DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Tamaño máx. 1/4"	PIEDRA > 3"
	3" a 6"
	6" a 10"
	10" a más

OBSERVACIONES

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Ing. Civil  
 No. de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto: 60714



PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 422

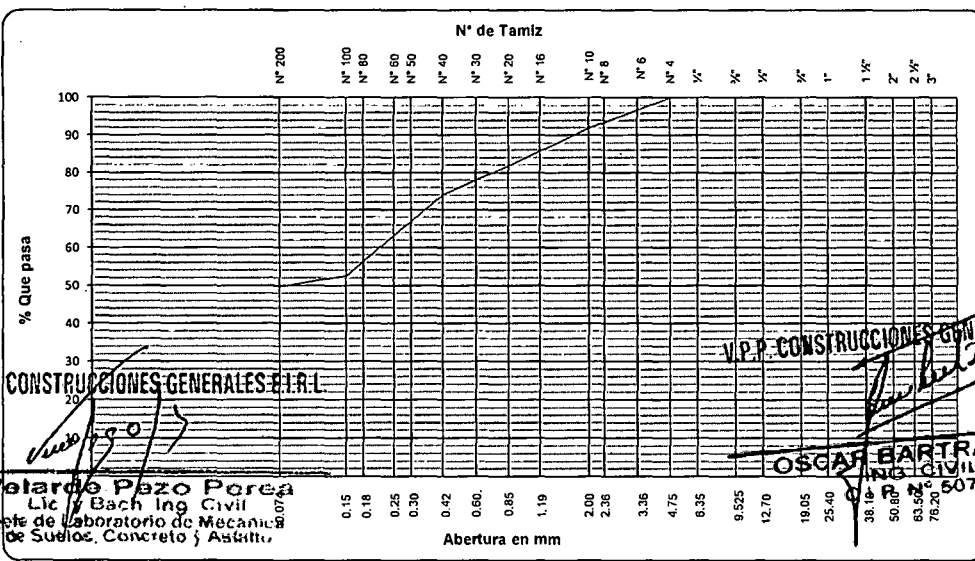
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-4 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 3+000 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
3"	76.200		--	--	100.0	2000.0	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0		
2"	50.800		--	--	100.0	Porción de finos (gr)	2000.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
1"	25.400		--	--	100.0	Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	44
3/4"	19.050		--	--	100.0	Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	36
1/2"	12.700		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	8
3/8"	9.525		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	20.00
1/4"	6.350		--	--	100.0	% Grava	
Nº 4	4.750		--	--	100.0	% Arena	50.3
Nº 6	3.360		--	--	100.0	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	49.8
Nº 8	2.360	35.0	1.8	1.8	98.2	CLASIFICACIÓN	
Nº 10	2.000	125.6	6.3	8.1	91.9	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM
Nº 16	1.190	133.5	6.7	14.8	85.2	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-5 (3)
Nº 20	0.850	67.2	3.4	18.2	81.8	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 30	0.600		--	18.2	81.8	Tamaño máx. 3"	PIEDRA > 3"
Nº 40	0.420	156.5	7.8	26.0	74.0		3" a 6"
Nº 50	0.300		--	26.0	74.0		6" a 10"
Nº 60	0.250	154.6	7.7	33.7	66.3		10" a más
Nº 80	0.180	198.6	9.9	43.6	56.4	OBSERVACIONES	
Nº 100	0.150	75.4	3.8	47.4	52.6		
N 200	0.074	58.6	2.9	50.3	49.7		
Menor que Nº 200		995.0	49.8	100.1	-0.1		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Ing. Civil

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

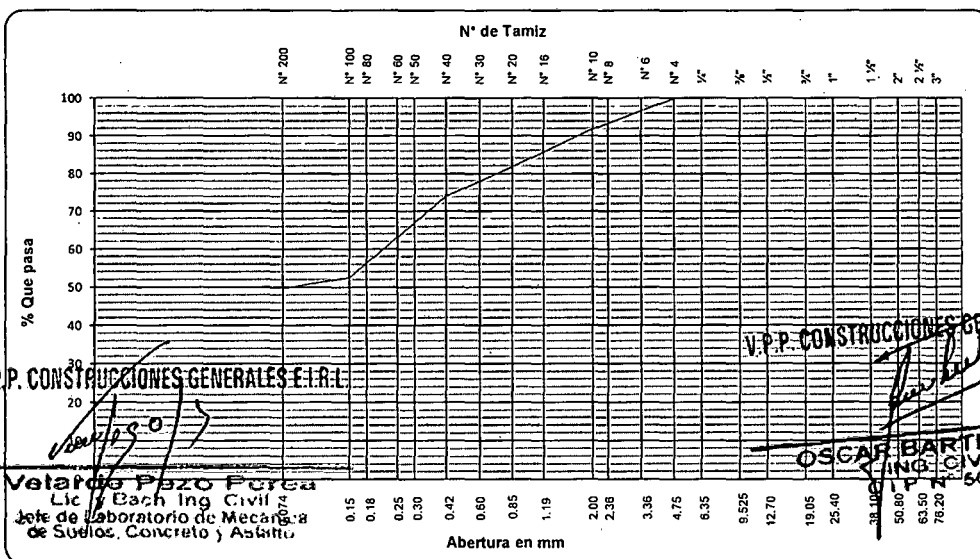
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-5	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 22.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 4+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 2000.0	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	44
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	36
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	8
3/4"	19.050		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	20.00
1/2"	12.700		--	--	100.0	% Grava	
3/8"	9.525		--	--	100.0	% Arena	50.3
1/4"	6.350		--	--	100.0	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	49.8
Nº 4	4.750		--	--	100.0	CLASIFICACIÓN	
Nº 6	3.360		--	--	100.0	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	ML
Nº 8	2.360	35.0	1.8	1.8	98.2	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-5 (4)
Nº 10	2.000	125.6	6.3	8.1	91.9	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 16	1.190	133.5	6.7	14.8	85.2	Tamaño máx. 3"	PIEDRA > 3"
Nº 20	0.850	67.2	3.4	18.2	81.8		3" a 6"
Nº 30	0.600		--	18.2	81.8		6" a 10"
Nº 40	0.420	156.5	7.8	26.0	74.0		10" a más
Nº 50	0.300		--	26.0	74.0	OBSERVACIONES	
Nº 60	0.250	154.6	7.7	33.7	66.3		
Nº 80	0.180	198.6	9.9	43.6	56.4		
Nº 100	0.150	75.4	3.8	47.4	52.6		
N 200	0.074	58.6	2.9	50.3	49.7		
Menor que Nº 200		995.0	49.8	100.1	-0.1		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pazo Pezo  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
Nº 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

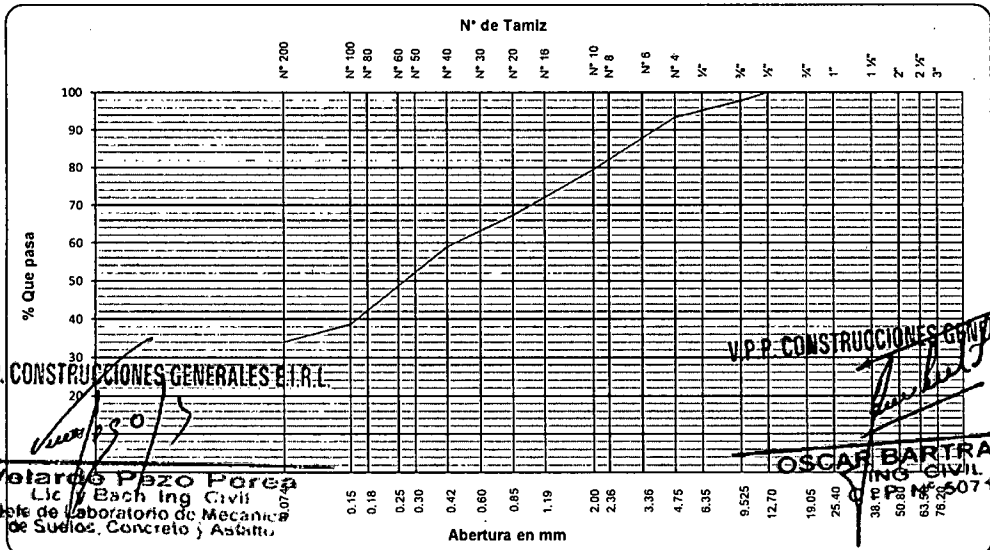
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-6 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 22.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 5+640 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525	44	2.2	2.2	97.8
1/4"	6.350	29	1.5	3.7	96.3
Nº 4	4.750	59	2.9	6.6	93.4
Nº 6	3.360	82.3	4.1	10.7	89.3
Nº 8	2.360	135.6	6.8	17.5	82.5
Nº 10	2.000	59.4	3.0	20.5	79.5
Nº 16	1.190	154.2	7.7	28.2	71.8
Nº 20	0.850	87.1	4.4	32.6	67.4
Nº 30	0.600		--	32.6	67.4
Nº 40	0.420	167.9	8.4	41.0	59.0
Nº 50	0.300		--	41.0	59.0
Nº 60	0.250	164.5	8.2	49.2	50.8
Nº 80	0.180	135.2	6.8	56.0	44.0
Nº 100	0.150	105.6	5.3	61.3	38.7
N 200	0.074	92.0	4.6	65.9	34.1
Menor que Nº 200		683.8	34.2	100.1	-0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		1867.6
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%) (ASTM D 4318)		34
Limite plástico (%) (ASTM D 4318)		29
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		5
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		19.40
% Grava		6.6
% Arena		59.3
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		34.2
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		SM
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-2-4 ( 0 )
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	1/8"	PIEDRA > 3"
		3" a 6"
		6" a 10"
		10" a más
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 01070714



# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

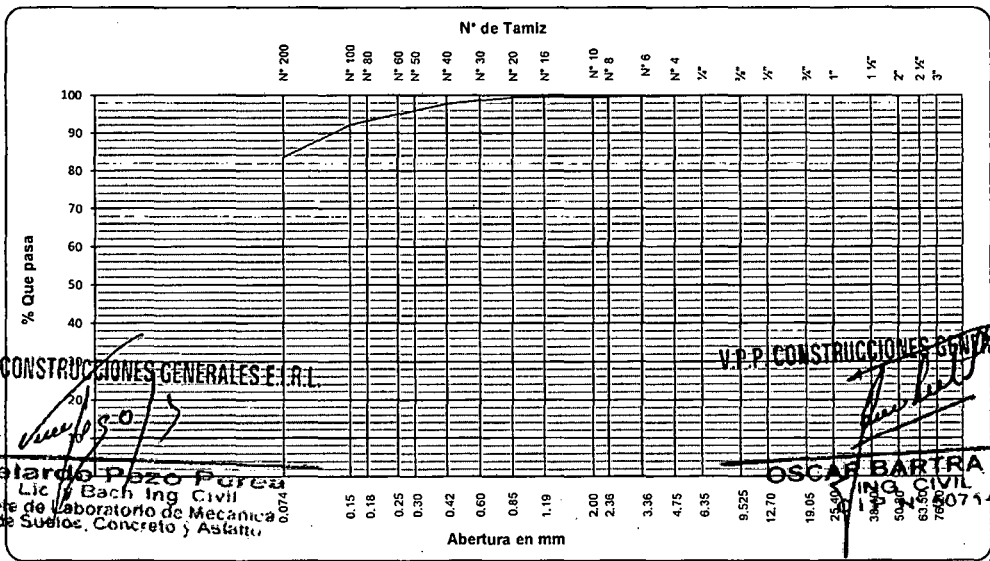
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750	1	0.1	0.1	99.9
Nº 6	3.360		--	0.1	99.9
Nº 8	2.360	8.6	0.4	0.5	99.5
Nº 10	2.000		--	0.5	99.5
Nº 16	1.190		--	0.5	99.5
Nº 20	0.850		--	0.5	99.5
Nº 30	0.600		--	0.5	99.5
Nº 40	0.420	33.6	1.7	2.2	97.8
Nº 50	0.300		--	2.2	97.8
Nº 60	0.250	20.3	1.0	3.2	96.8
Nº 80	0.180	40.8	2.0	5.2	94.8
Nº 100	0.150	52.6	2.6	7.8	92.2
N 200	0.074	171.5	8.6	16.4	83.6
Menor que Nº 200		1671.4	83.5	99.9	0.1

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial (gr)	2000.0
Porción de finos (gr)	1998.8
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	45
Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	38
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	7
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	19.40
% Grava	0.1
% Arena	16.3
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	83.5
CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	ML
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-5 (9)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Tamaño máx. 1/8"	PIEDRA > 3"
	3" a 6"
	6" a 10"
	10" a más
OBSERVACIONES	

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Velardo Pezo Pezo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARRERA PEZO  
 Ing. Civil  
 80714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

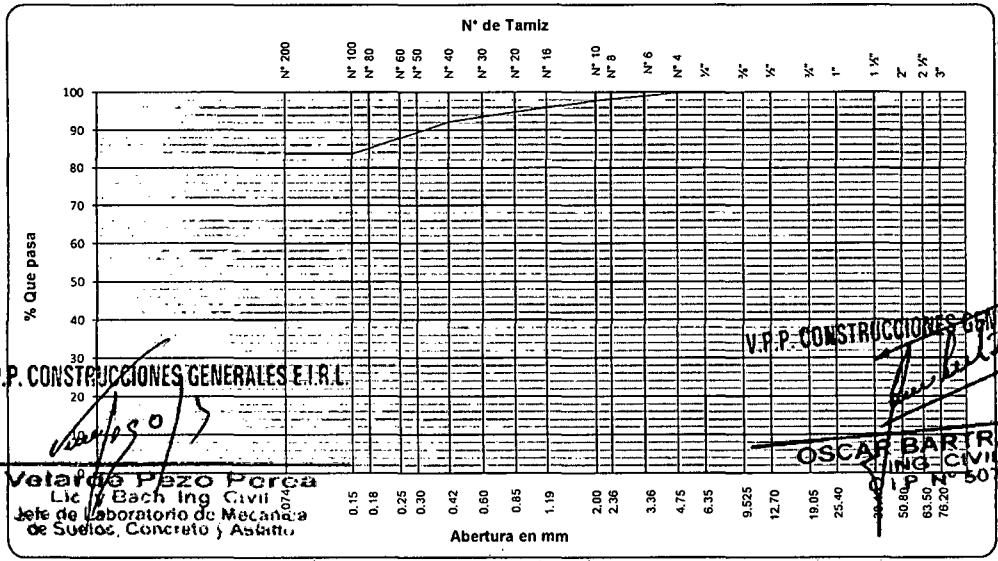
## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750	1	0.1	0.1	99.9
Nº 6	3.360		--	0.1	99.9
Nº 8	2.360	8.6	0.4	0.5	99.5
Nº 10	2.000	33.6	1.7	2.2	97.8
Nº 16	1.190	20.3	1.0	3.2	96.8
Nº 20	0.850	40.8	2.0	5.2	94.8
Nº 30	0.600		--	5.2	94.8
Nº 40	0.420	52.6	2.6	7.8	92.2
Nº 50	0.300		--	7.8	92.2
Nº 60	0.250	81.3	4.1	11.9	88.1
Nº 80	0.180		--	11.9	88.1
Nº 100	0.150	90.2	4.5	16.4	83.6
N 200	0.074		--	16.4	83.6
Menor que Nº 200		1671.4	83.5	99.9	0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		1998.8
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%) (ASTM D 4318)		26
Limite plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		26.40
% Grava		0.1
% Arena		16.3
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		83.5
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		ML
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-4 (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx. 1/8"	PIEDRA > 3"	--
	3" a 6"	--
	6" a 10"	--
	10" a más	--
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 Ing. Civil  
 N° 50714





PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

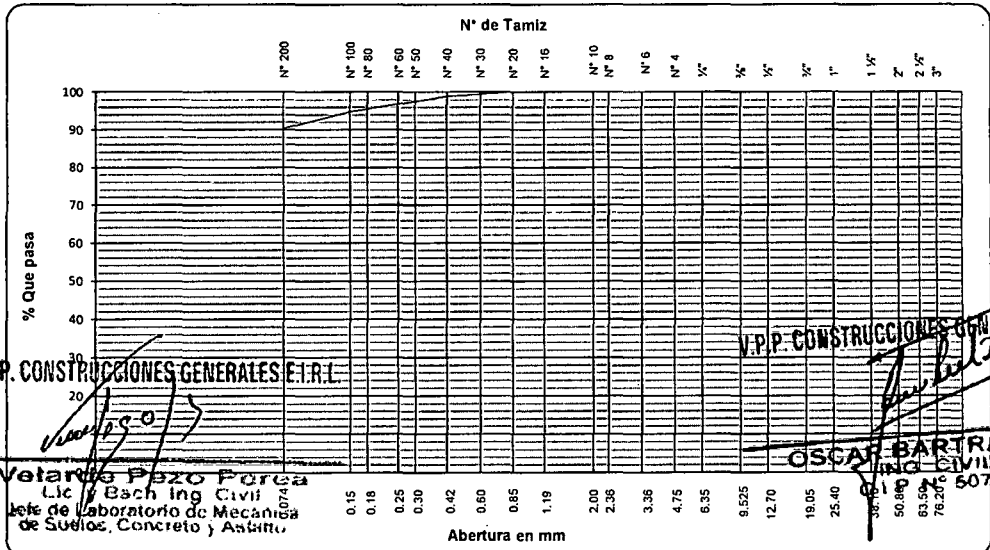
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-7 MUESTRA : 03 FECHA DE ENSAYO : 23.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 6+440 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : lzq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750		--	--	100.0
Nº 6	3.360		--	--	100.0
Nº 8	2.360		--	--	100.0
Nº 10	2.000		--	--	100.0
Nº 16	1.190		--	--	100.0
Nº 20	0.850		--	--	100.0
Nº 30	0.600		--	--	100.0
Nº 40	0.420	21.1	1.1	1.1	98.9
Nº 50	0.300		--	1.1	98.9
Nº 60	0.250		--	1.1	98.9
Nº 80	0.180	35.3	1.8	2.9	97.1
Nº 100	0.150	46.2	2.3	5.2	94.8
N 200	0.074	87.6	4.4	9.6	90.4
Menor que Nº 200		1809.8	90.5	100.1	-0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		2000.0
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)		46
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)		34
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		12
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		78.40
% Grava		
% Arena		9.6
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		90.5
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		ML
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-7-5 ( 14 )
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	PIEDRA > 3"	--
	3" a 6"	--
	6" a 10"	--
	10" a más	--
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Oscar Bartra Pezo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 021 00 507114





PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

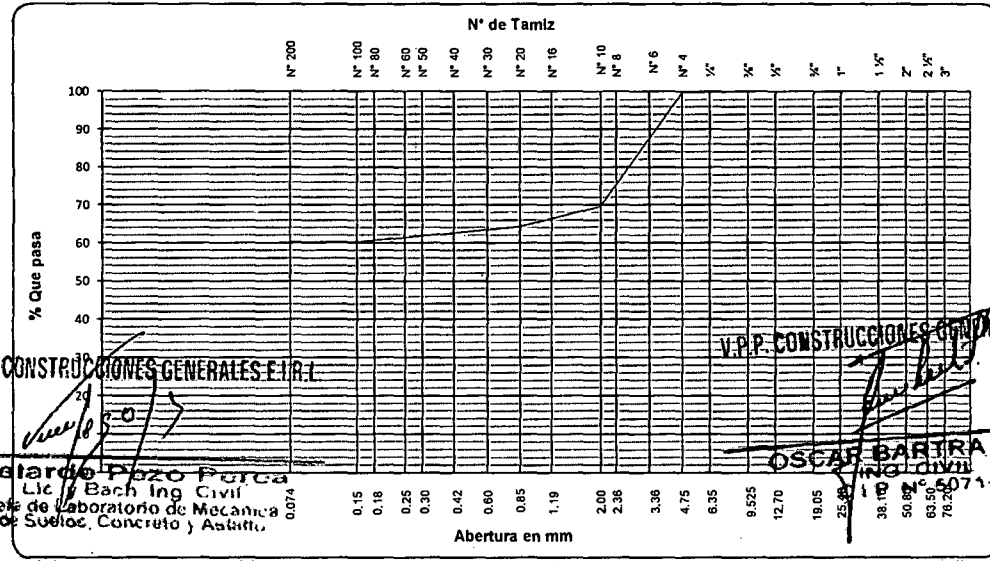
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-8 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 23.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 7+480 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : lzq. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	18.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750	5	0.3	0.3	99.7
Nº 6	3.360	112.3	5.6	5.9	94.1
Nº 8	2.360	195.4	9.8	15.7	84.3
Nº 10	2.000	293.8	14.7	30.4	69.6
Nº 16	1.190	40.7	2.0	32.4	67.6
Nº 20	0.850	66.8	3.3	35.7	64.3
Nº 30	0.600		--	35.7	64.3
Nº 40	0.420	33.6	1.7	37.4	62.6
Nº 50	0.300		--	37.4	62.6
Nº 60	0.250		--	37.4	62.6
Nº 80	0.180	49.0	2.4	39.8	60.2
Nº 100	0.150		--	39.8	60.2
N 200	0.074		--	39.8	60.2
Menor que Nº 200		1203.0	60.1	99.9	0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		1994.6
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)		38
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)		29
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		9
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		15.60
% Grava		0.3
% Arena		39.5
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		60.1
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		ML
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-4 (4)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	PIEDRA > 3"	--
	3" a 6"	--
	6" a 10"	--
	10" a más	--
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 Velardo Pezo Pezo  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
 OSCAR BARRERA PEZO  
 Ing Civil

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

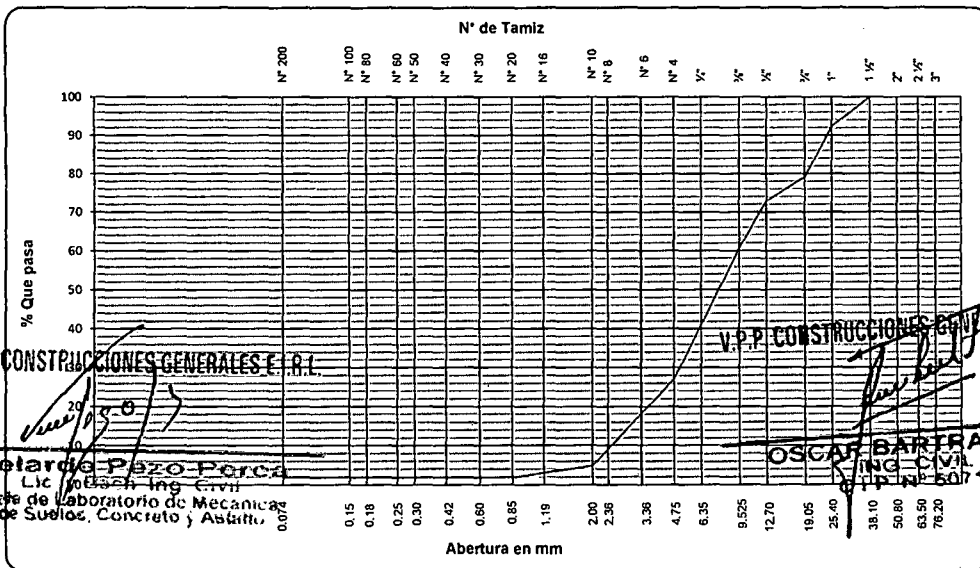
## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-9 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 8+520 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 542.6	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	21
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
1"	25.400	152	7.6	7.6	92.4	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
3/4"	19.050	265	13.2	20.8	79.2	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	20.80
1/2"	12.700	127	6.3	27.1	72.9	% Grava	72.9
3/8"	9.525	243	12.2	39.3	60.7	% Arena	25.2
1/4"	6.350	271	13.6	52.9	47.1	Pasante N° 200 (%) (ASTM D 1140)	1.9
N° 4	4.750	400	20.0	72.9	27.1	CLASIFICACIÓN	
N° 6	3.380	265.3	13.3	86.2	13.8	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GP
N° 8	2.380	123.5	6.2	92.4	7.6	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-a (0)
N° 10	2.000	54.5	2.7	95.1	4.9	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
N° 16	1.190	60.7	3.0	98.1	1.9		
N° 20	0.850		--	98.1	1.9		
N° 30	0.600		--	98.1	1.9	Tamaño máx. 1"	PIEDRA > 3" --
N° 40	0.420		--	98.1	1.9		3" a 6" --
N° 50	0.300		--	98.1	1.9		6" a 10" --
N° 60	0.250		--	98.1	1.9		10" a más --
N° 80	0.180		--	98.1	1.9	OBSERVACIONES	
N° 100	0.150		--	98.1	1.9		
N 200	0.074		--	98.1	1.9		
Menor que N° 200		38.6	1.9	100.0	--		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Volardo Pazo Porca  
 Lic. en Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARRERA PEZO  
 ING. CIVIL  
 P.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

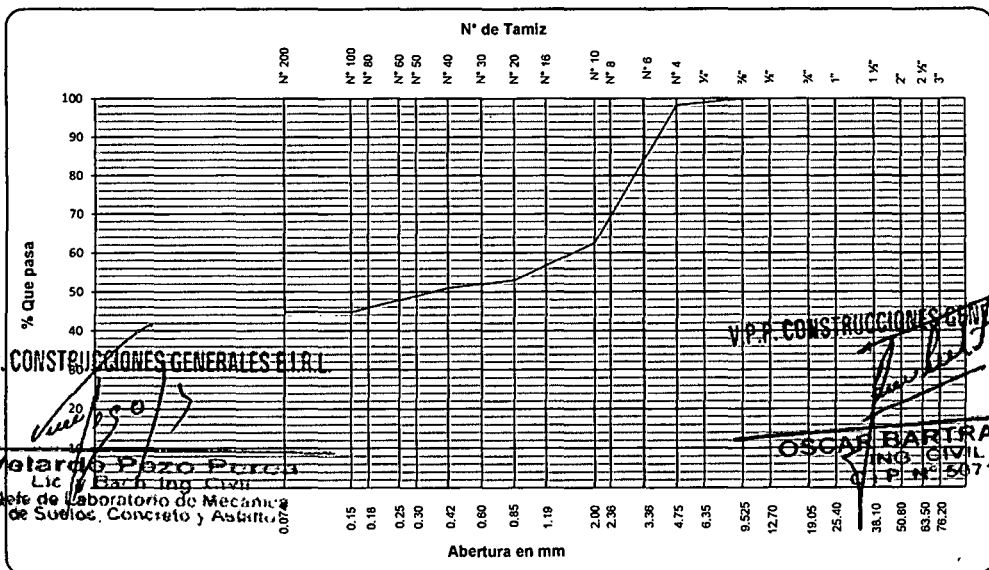
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-9	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 24.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 8+520	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400		--	--	100.0
3/4"	19.050		--	--	100.0
1/2"	12.700		--	--	100.0
3/8"	9.525		--	--	100.0
1/4"	6.350		--	--	100.0
Nº 4	4.750	34	1.7	1.7	98.3
Nº 6	3.360	259.7	13.0	14.7	85.3
Nº 8	2.360	294.3	14.7	29.4	70.6
Nº 10	2.000	159.4	8.0	37.4	62.6
Nº 16	1.190	192.6	9.6	47.0	53.0
Nº 20	0.850		--	47.0	53.0
Nº 30	0.600		--	47.0	53.0
Nº 40	0.420	40.3	2.0	49.0	51.0
Nº 50	0.300		--	49.0	51.0
Nº 60	0.250	70.4	3.5	52.5	47.5
Nº 80	0.180	52.7	2.6	55.1	44.9
Nº 100	0.150		--	55.1	44.9
N 200	0.074		--	55.1	44.9
Menor que Nº 200		896.6	44.8	99.9	0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		1966.0
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%) (ASTM D 4318)		29
Limite plástico (%) (ASTM D 4318)		21
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		8
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		36.40
% Grava		1.7
% Arena		53.4
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		44.8
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		SC
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-4 (1)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	1"	PIEDRA > 3"
		3" a 6"
		6" a 10"
		10" a más
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Volardo Pazo Pezo  
Lic. en Ingeniería Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARRERA PEZO  
ING. CIVIL  
P. Nº 50744

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

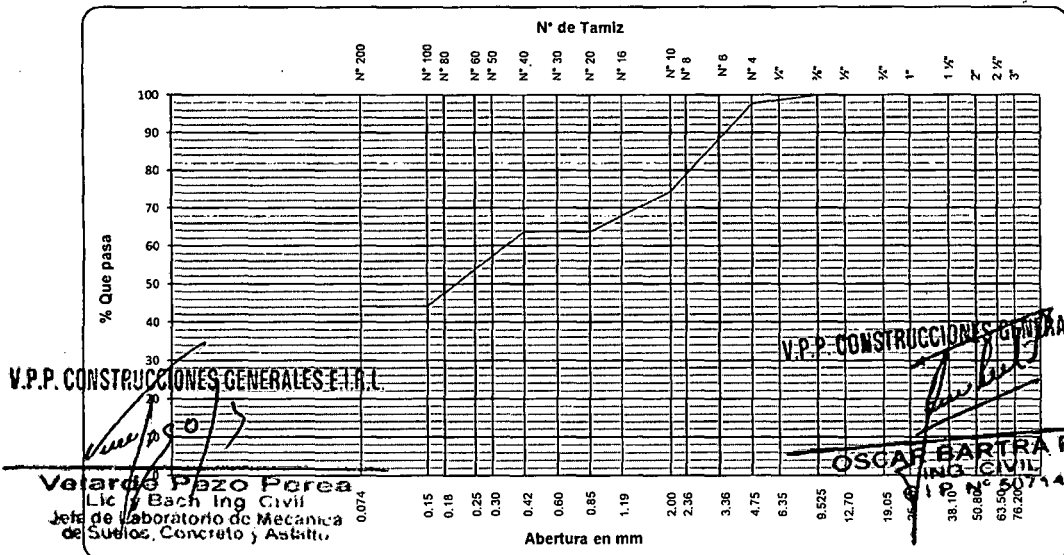
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 1954.2	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	31
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	25
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	6
3/4"	19.050		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	15.20
1/2"	12.700		--	--	100.0	% Grava	2.3
3/8"	9.525		--	--	100.0	% Arena	53.5
1/4"	6.350		--	--	100.0	Pasante N° 200 (%) (ASTM D 1140)	44.1
N° 4	4.750	46	2.3	2.3	97.7	CLASIFICACIÓN	
N° 6	3.360	124.6	6.2	8.5	91.5	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM
N° 8	2.360	95.3	4.8	13.3	86.7	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-4 (0)
N° 10	2.000	246.3	12.3	25.6	74.4	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
N° 16	1.190	15.6	0.8	26.4	73.6		
N° 20	0.850	196.4	9.8	36.2	63.8	Tamaño máx.	PIEDRA > 3" -- 3" a 6" -- 6" a 10" -- 10" a más --
N° 30	0.600		--	36.2	63.8	OBSERVACIONES	
N° 40	0.420		--	36.2	63.8		
N° 50	0.300		--	36.2	63.8		
N° 60	0.250	168.8	8.4	44.6	55.4		
N° 80	0.180		--	44.6	55.4		
N° 100	0.150	224.2	11.2	55.8	44.2		
N 200	0.074		--	55.8	44.2		
Menor que N° 200		883.0	44.1	99.9	0.1		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARRERA PEZO  
ING. CIVIL

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

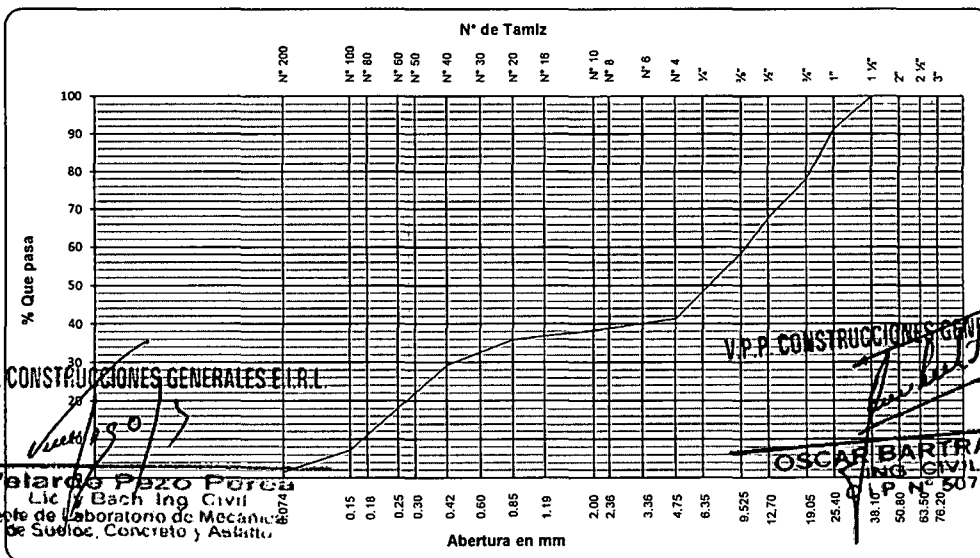
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-10 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 24.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 9+550 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400	171	8.6	8.6	91.4
3/4"	19.050	265	13.3	21.9	78.1
1/2"	12.700	209	10.5	32.4	67.6
3/8"	9.525	186	9.3	41.7	58.3
1/4"	6.350	183	9.2	50.9	49.1
Nº 4	4.750	155	7.7	58.6	41.4
Nº 6	3.360	62.3	3.1	61.7	38.3
Nº 8	2.360		--	61.7	38.3
Nº 10	2.000		--	61.7	38.3
Nº 16	1.190	48.3	2.4	64.1	35.9
Nº 20	0.850		--	64.1	35.9
Nº 30	0.600		--	64.1	35.9
Nº 40	0.420	132.5	6.6	70.7	29.3
Nº 50	0.300		--	70.7	29.3
Nº 60	0.250	145.6	7.3	78.0	22.0
Nº 80	0.180	212.3	10.6	88.6	11.4
Nº 100	0.150	84.6	4.2	92.8	7.2
N 200	0.074	109.8	5.5	98.3	1.7
Menor que Nº 200		35.8	1.8	100.1	-0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		831.2
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)		23
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		24.10
% Grava		58.6
% Arena		39.7
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		1.8
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		GP
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-1-a (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx. 1"	PIEDRA > 3"	--
	3" a 6"	--
	6" a 10"	--
	10" a más	--
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

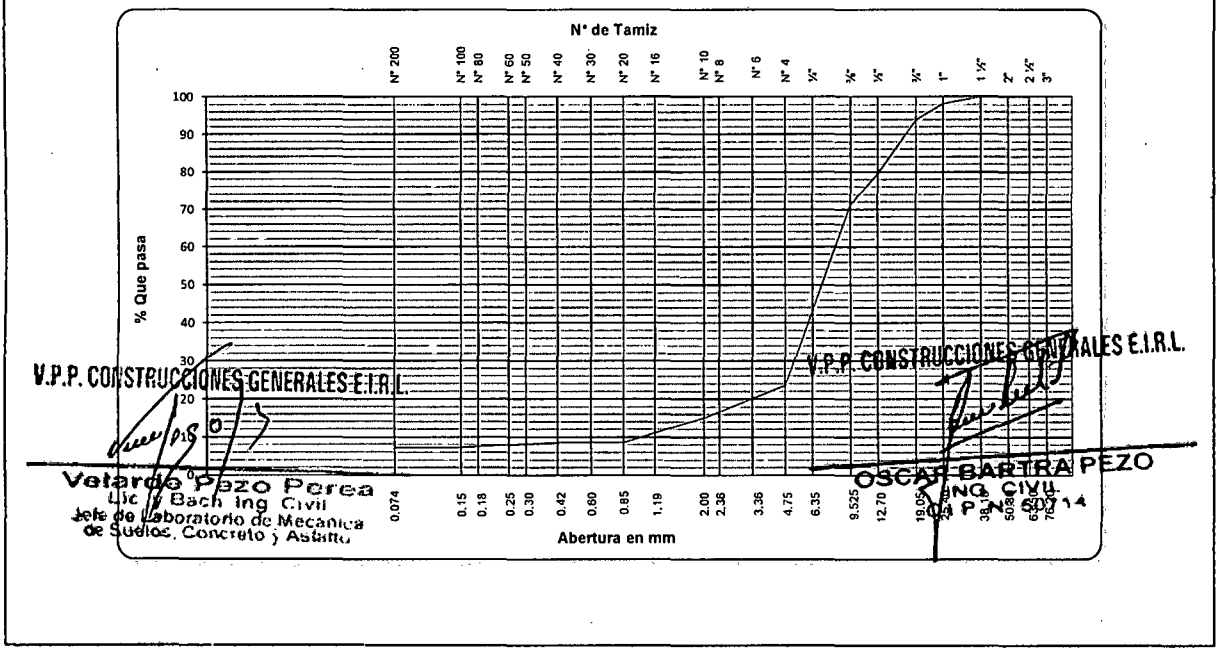
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-11 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 10+400 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400	34	1.7	1.7	98.3
3/4"	19.050	87	4.4	6.1	93.9
1/2"	12.700	284	14.2	20.3	79.7
3/8"	9.525	167	8.4	28.7	71.3
1/4"	6.350	319	16.0	44.7	55.3
Nº 4	4.750	634	31.7	76.4	23.6
Nº 6	3.360	126.4	6.3	82.7	17.3
Nº 8	2.360		--	82.7	17.3
Nº 10	2.000	43.8	2.2	84.9	15.1
Nº 16	1.190	76.3	3.8	88.7	11.3
Nº 20	0.850	53.6	2.7	91.4	8.6
Nº 30	0.600		--	91.4	8.6
Nº 40	0.420		--	91.4	8.6
Nº 50	0.300		--	91.4	8.6
Nº 60	0.250		--	91.4	8.6
Nº 80	0.180		--	91.4	8.6
Nº 100	0.150	27.1	1.3	92.7	7.3
N 200	0.074	1.4	0.1	92.8	7.2
Menor que Nº 200		146.4	7.3	100.1	-0.1

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		475.0
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)		27
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)		24
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		3
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		14.00
% Grava		76.4
% Arena		16.4
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		7.3
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		GP-GM
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-1-a (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx. 1"	PIEDRA > 3"	--
	3" a 6"	--
	6" a 10"	--
	10" a más	--
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

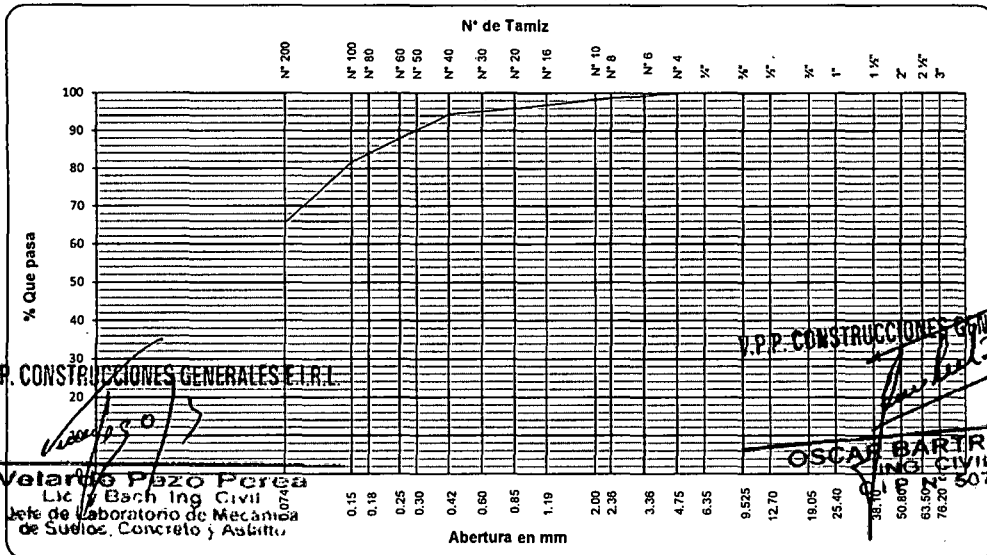
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-11	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 10+400	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
3"	76.200		--	--	100.0	2000.0	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0		
2"	50.800		--	--	100.0	Porción de finos (gr)	2000.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
1"	25.400		--	--	100.0	Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	49
3/4"	19.050		--	--	100.0	Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	37
1/2"	12.700		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	12
3/8"	9.525		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	24.10
1/4"	6.350		--	--	100.0	% Grava	
Nº 4	4.750		--	--	100.0	% Arena	34.3
Nº 6	3.360		--	--	100.0	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	65.7
Nº 8	2.360		--	--	100.0	CLASIFICACIÓN	
Nº 10	2.000	33.2	1.7	1.7	98.3	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	ML
Nº 16	1.190		--	1.7	98.3	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-7-5 (9)
Nº 20	0.850	47.2	2.4	4.1	95.9	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 30	0.600		--	4.1	95.9	Tamaño máx.	PIEDRA > 3"
Nº 40	0.420	29.2	1.5	5.6	94.4		3" a 6"
Nº 50	0.300		--	5.6	94.4		6" a 10"
Nº 60	0.250	68.7	3.4	9.0	91.0		10" a más
Nº 80	0.180		--	9.0	91.0	OBSERVACIONES	
Nº 100	0.150	186.7	9.3	18.3	81.7		
N 200	0.074	320.4	16.0	34.3	65.7		
Menor que Nº 200		1314.6	65.7	100.0	--		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pezo Perce  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARRERA PEZO  
ING. CIVIL  
76.200 50714



PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACIÓN	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 422

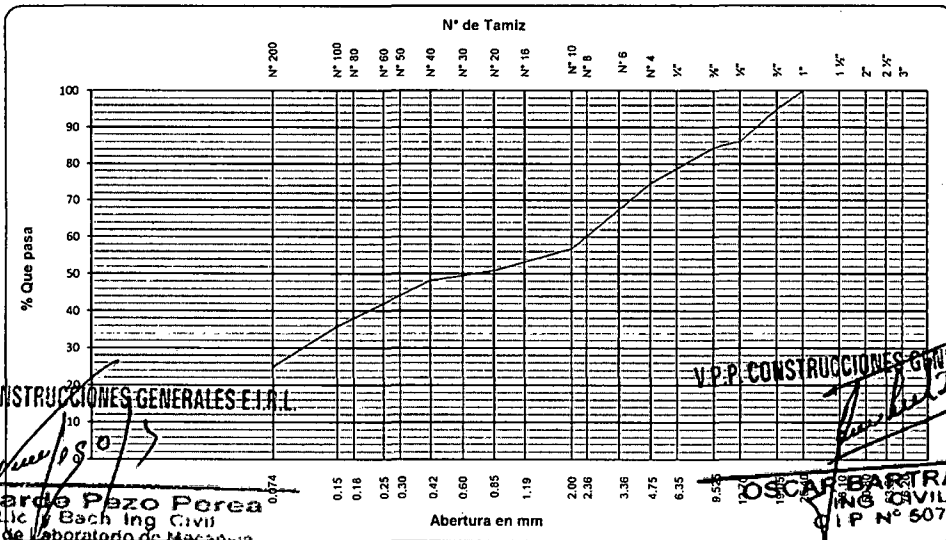
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-12	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 11+350	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					Peso Inicial (gr)	2000.0
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr)	1495.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	33
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	26
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	7
3/4"	19.050	101	5.1	5.1	94.9	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	17.20
1/2"	12.700	176	8.8	13.9	86.1	% Grava	25.4
3/8"	9.525	32	1.6	15.5	84.5	% Arena	49.7
1/4"	6.350	75	3.8	19.3	80.7	Pasante N° 200 (%) (ASTM D 1140)	24.9
N° 4	4.750	121	6.1	25.4	74.6	CLASIFICACIÓN	
N° 6	3.360	163.1	8.1	33.5	66.5	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM
N° 8	2.360	101.4	5.1	38.6	61.4	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4 ( 0 )
N° 10	2.000	91.6	4.6	43.2	56.8	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
N° 16	1.190	83.7	4.2	47.4	52.6		
N° 20	0.850	33.4	1.7	49.1	50.9	Tamaño máx.	PIEDRA > 3" --
N° 30	0.600		--	49.1	50.9		3" a 6" --
N° 40	0.420	53.7	2.7	51.8	48.2		6" a 10" --
N° 50	0.300		--	51.8	48.2		10" a más --
N° 60	0.250		--	51.8	48.2		OBSERVACIONES
N° 80	0.180	116.8	5.8	57.6	42.4		
N° 100	0.150	131.9	6.6	64.2	35.8		
N 200	0.074	219.4	10.9	75.1	24.9		
Menor que N° 200		500.0	24.9	100.0	--		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pezo Perea  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

OSCAR BARRERA PEZO  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

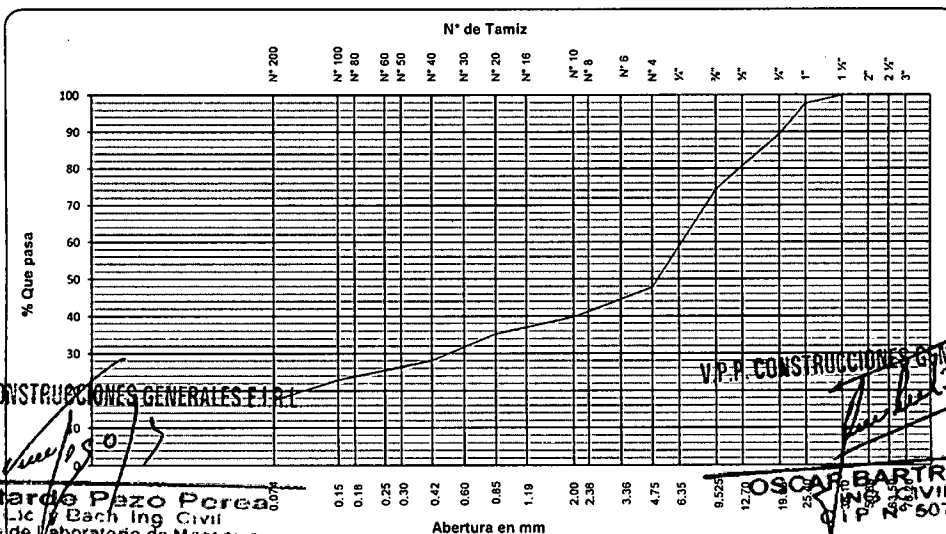
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-12	MUESTRA	: 02	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 11+350	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500		--	--	100.0
2"	50.800		--	--	100.0
1 1/2"	38.100		--	--	100.0
1"	25.400	44	2.2	2.2	97.8
3/4"	19.050	167	8.4	10.6	89.4
1/2"	12.700	174	8.7	19.3	80.7
3/8"	9.525	126	6.3	25.6	74.4
1/4"	6.350	237	11.9	37.5	62.5
Nº 4	4.750	293	14.7	52.2	47.8
Nº 6	3.360		--	52.2	47.8
Nº 8	2.360	73.1	3.6	55.8	44.2
Nº 10	2.000	87.4	4.4	60.2	39.8
Nº 16	1.180		--	60.2	39.8
Nº 20	0.850	89.6	4.5	64.7	35.3
Nº 30	0.600		--	64.7	35.3
Nº 40	0.420	143.4	7.2	71.9	28.1
Nº 50	0.300		--	71.9	28.1
Nº 60	0.250	37.8	1.9	73.8	26.2
Nº 80	0.180	14.8	0.7	74.5	25.5
Nº 100	0.150	52.9	2.6	77.1	22.9
N 200	0.074	107.6	5.4	82.5	17.5
Menor que Nº 200		352.0	17.6	100.1	-0.1

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso Inicial (gr)	2000.0
Porción de finos (gr)	958.6
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Límite líquido (%) (ASTM D 4318)	28
Límite plástico (%) (ASTM D 4318)	23
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	5
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	25.00
% Grava	52.2
% Arena	30.3
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	17.6
CLASIFICACIÓN	
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GM
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-b (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Tamaño máx.	PIEDRA > 3"
	3" a 6"
	6" a 10"
	10" a más
OBSERVACIONES	

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pazo Perea**  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 Ing Civil  
 N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 422

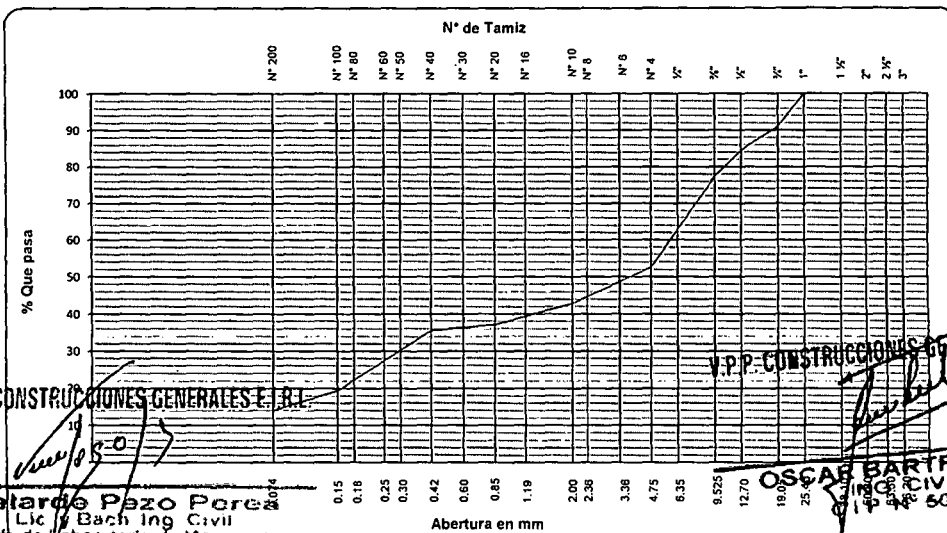
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-13	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 25.02.2010
UBICACIÓN	: KM. 12+250	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)				ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 1056.0	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	21
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
3/4"	19.050	176	8.8	8.8	91.2	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	15.60
1/2"	12.700	133	6.7	15.5	84.5	% Grava	47.4
3/8"	9.525	141	7.1	22.6	77.4	% Arena	38.6
1/4"	6.350	327	16.4	39.0	61.0	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	14.0
Nº 4	4.750	167	8.4	47.4	52.6	CLASIFICACIÓN	
Nº 6	3.360	62.3	3.1	50.5	49.5	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GM
Nº 8	2.360		--	50.5	49.5	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-b (0)
Nº 10	2.000	134.8	6.7	57.2	42.8	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 16	1.180		--	57.2	42.8	Tamaño máx. PIEDRA > 3" --	
Nº 20	0.850	112.7	5.6	62.8	37.2	3" a 6" --	
Nº 30	0.600		--	62.8	37.2	6" a 10" --	
Nº 40	0.420	32.8	1.6	64.4	35.6	10" a más --	
Nº 50	0.300		--	64.4	35.6	OBSERVACIONES	
Nº 60	0.250	163.9	8.2	72.6	27.4		
Nº 80	0.180	86.4	4.3	76.9	23.1		
Nº 100	0.150	73.6	3.7	80.6	19.4		
N 200	0.074	108.1	5.4	86.0	14.0		
Menor que Nº 200		281.4	14.0	100.0	--		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pezo Perea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

Abertura en mm

OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
019 448 50714

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
 LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
 HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

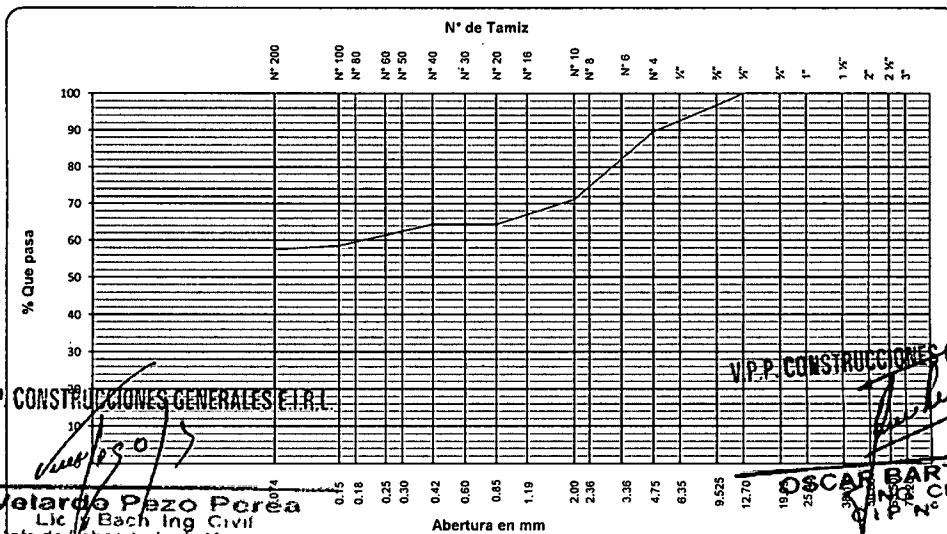
## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-13 MUESTRA : 02 FECHA DE ENSAYO : 25.02.2010  
 UBICACIÓN : KM. 12+250 USO : Varios COORDENADAS  
 LADO : Der. 26 MATERIAL : Natural NORTE  
 ACCESO (km) ESTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					2000.0	
3"	76.200		--	--	100.0	Porción de finos (gr) 1793.2	
2 1/2"	63.500		--	--	100.0	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
2"	50.800		--	--	100.0	Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	23
1 1/2"	38.100		--	--	100.0	Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	6
1"	25.400		--	--	100.0	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	17
3/4"	19.050		--	--	100.0	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	35.14
1/2"	12.700		--	--	100.0	% Grava	10.4
3/8"	9.525	64	3.2	3.2	96.8	% Arena	32.1
1/4"	6.350		--	3.2	96.8	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	57.4
Nº 4	4.750	143	7.2	10.4	89.6	CLASIFICACIÓN	
Nº 6	3.360	134.9	6.7	17.1	82.9	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	CL
Nº 8	2.360		--	17.1	82.9	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-6 (6)
Nº 10	2.000	234.2	11.7	28.8	71.2	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 16	1.180		--	28.8	71.2		
Nº 20	0.850	136.7	6.8	35.6	64.4		
Nº 30	0.600		--	35.6	64.4	Tamaño máx.	PIEDRA > 3" --
Nº 40	0.420		--	35.6	64.4		3" a 6" --
Nº 50	0.300		--	35.6	64.4		6" a 10" --
Nº 60	0.250	52.0	2.6	38.2	61.8		10" a más --
Nº 80	0.180		--	38.2	61.8	OBSERVACIONES	
Nº 100	0.150	64.9	3.2	41.4	58.6		
N 200	0.074	21.3	1.1	42.5	57.5		
Menor que Nº 200		1149.2	57.4	99.9	0.1		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Vetardo Pezo Perea  
 Lic y Bach Ing Civil  
 jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

Abertura in mm

OSCAR BARTRA PEZO  
 Lic y Bach Ing Civil  
 O.P.Nº 60714

**ANEXO N° 04: RELACIONES HUMEDAD DENSIDAD**



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

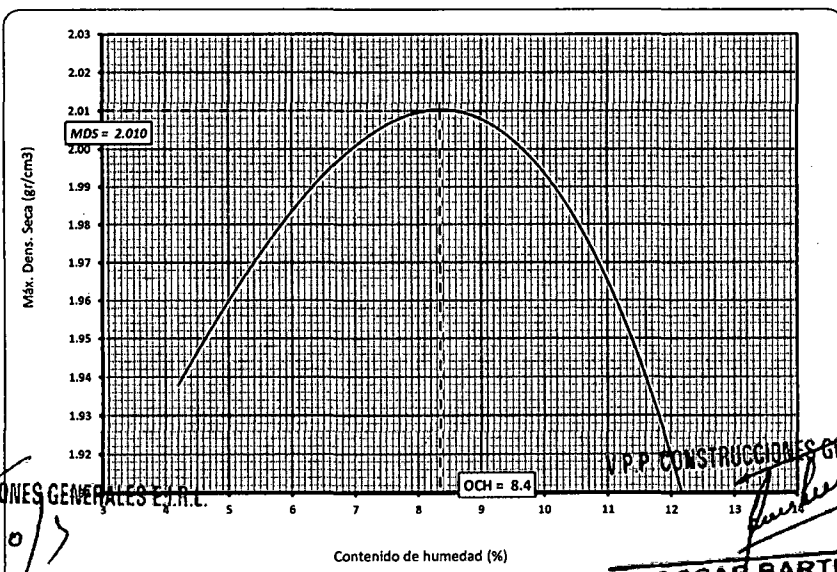
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pe³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 6	Altura de caída plisón	: 45.60 cm	Peso plisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Plisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10383.0		10631.0		10749.0	10615.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4284.0		4532.0		4650.0	4516.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	2.020		2.137		2.192	2.129		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2635.0	2698.3	2645.0	2569.0	2515.0	2649.0	2608.0	2647.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2515.0	2604.0	2485.0	2394.0	2291.0	2398.0	2315.0	2369.0
09 - Peso del agua	(gr)	120.0	94.3	160.0	175.0	224.0	251.0	293.0	288.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2515.0	2604.0	2485.0	2394.0	2291.0	2398.0	2315.0	2359.0
12 - Contenido de humedad	(%)	4.77	3.62	6.44	7.31	9.78	10.47	12.66	12.21
13 - Promedio de humedad	(%)		4.2		6.9		10.1		12.4
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)		1.938		1.999		1.991		1.894

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 2.010
Óptimo cont. de hum. (%)	: 8.4



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Vetarde Pezo Perea**  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 Ing Civil  
 OIP Nº 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

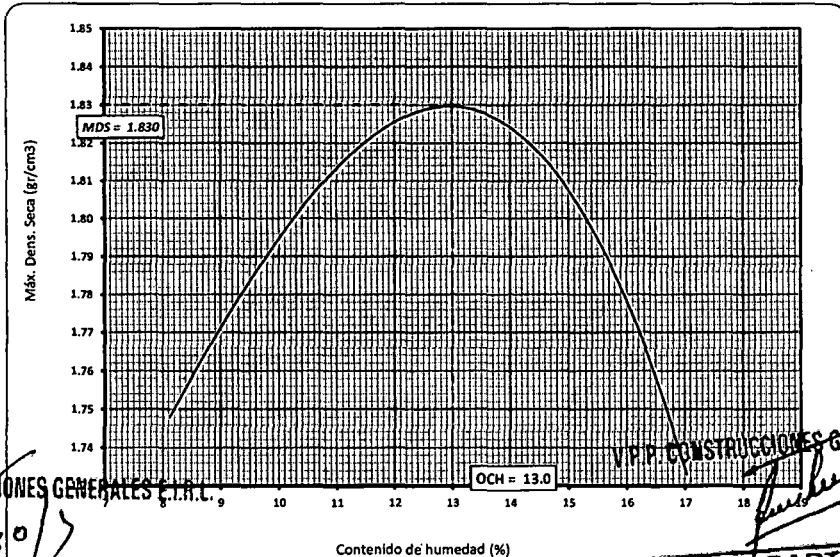
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-3	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACION	: KM. 2+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 6	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10108.0		10376.0		10508.0	10443.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6100.0		6100.0		6100.0	6100.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4008.0		4276.0		4408.0	4343.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	1.890		2.016		2.078	2.048		
06 - Tarro N°									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2647.0	2589.0	2689.0	2578.0	2465.0	2668.0	2543.0	2433.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2449.0	2394.0	2399.0	2341.0	2168.0	2342.0	2178.0	2092.0
09 - Peso del agua	(gr)	198.0	195.0	290.0	237.0	297.0	326.0	365.0	341.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2449.0	2394.0	2399.0	2341.0	2168.0	2342.0	2178.0	2092.0
12 - Contenido de humedad	(%)	8.08	8.15	12.09	10.12	13.70	13.92	16.76	16.30
13 - Promedio de humedad	(%)		8.1		11.1		13.8		16.5
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)		1.748		1.816		1.826		1.757

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 1.830
Óptimo cont. de hum. (%)	: 13.0



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velarde Pezo Pezo  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
 ING CIVIL  
 OIP N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

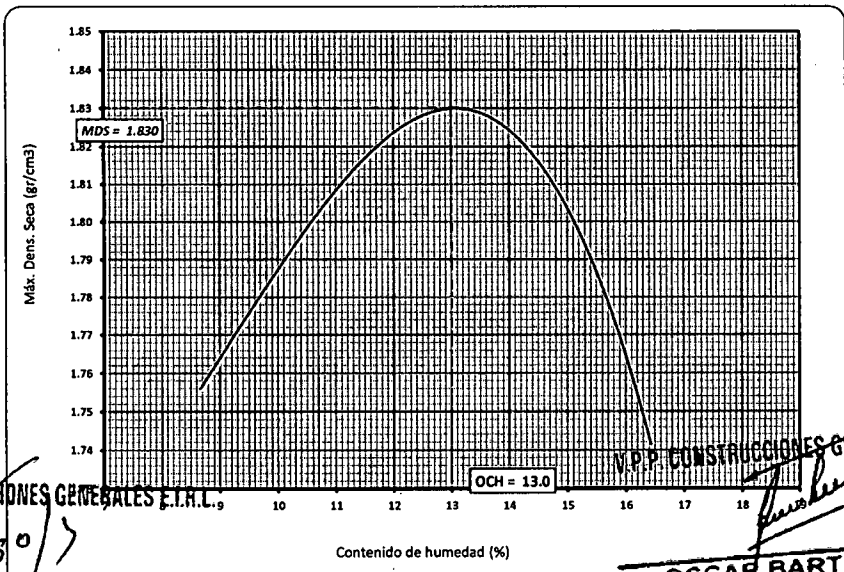
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-4	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 3+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 57	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10146.0		10378.0		10510.0	10447.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4047.0		4279.0		4411.0	4348.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	1.908		2.017		2.080	2.050		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2573.0	2549.0	2613.0	2594.0	2473.0	2465.0	2579.0	2531.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2368.0	2346.0	2339.0	2341.0	2169.0	2154.0	2231.0	2177.0
09 - Peso del agua	(gr)	205.0	203.0	274.0	253.0	304.0	311.0	348.0	354.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2368.0	2346.0	2339.0	2341.0	2169.0	2154.0	2231.0	2177.0
12 - Contenido de humedad	(%)	8.66	8.65	11.71	10.81	14.02	14.44	15.60	16.26
13 - Promedio de humedad	(%)	8.7		11.3		14.2		15.9	
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)	1.756		1.813		1.821		1.768	

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 1.830
Óptimo cont. de hum. (%)	: 13.0



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.      V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velarde Pezo Parca**  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 OIP N° 50714





PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

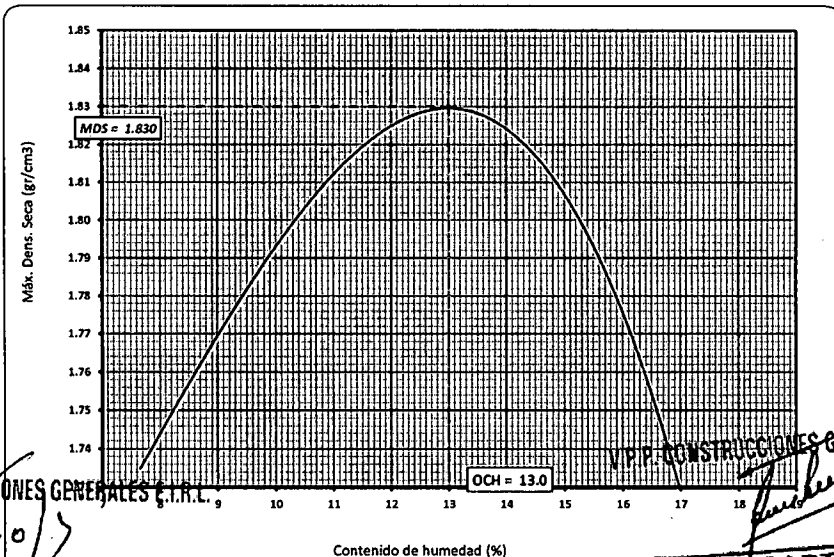
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-5	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 4+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"		
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10061.0	10342.0	10511.0	10423.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0	6099.0	6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	3962.0	4243.0	4412.0	4324.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121	2121	2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	1.868	2.000	2.080	2.039		
06 - Tarro Nº							
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2562.0	2542.0	2439.0	2443.0	2563.0	2551.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2376.0	2365.0	2201.0	2209.0	2248.0	2234.0
09 - Peso del agua	(gr)	186.0	177.0	238.0	234.0	315.0	317.0
10 - Peso del tarro	(gr)						
11 - Peso suelo seco	(gr)	2376.0	2365.0	2201.0	2209.0	2248.0	2234.0
12 - Contenido de humedad	(%)	7.83	7.48	10.81	10.59	14.01	14.19
13 - Promedio de humedad	(%)	7.7		10.7		14.1	16.6
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)	1.735		1.807		1.823	1.748

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 1.830
Optimo cont. de hum. (%)	: 13.0



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pezo Pareo**  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 OIP Nº 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

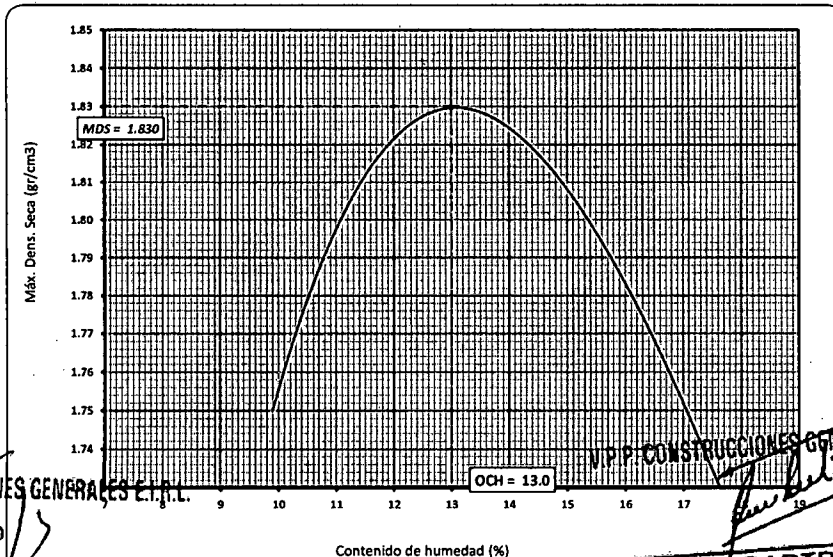
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-6	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACION	: KM. 5+640	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de calda plisón	: 45.60 cm	Peso plisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Plisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10179.0		10434.0		10511.0	10437.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4080.0		4335.0		4412.0	4338.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	1.924		2.044		2.080	2.045		
06 - Tarro N°									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2635.0	2698.0	2645.0	2568.9	2514.0	2648.0	2608.0	2647.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2395.0	2458.0	2357.0	2294.0	2191.0	2305.0	2226.0	2259.0
09 - Peso del agua	(gr)	240.0	240.0	288.0	274.9	323.0	343.0	382.0	388.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2395.0	2458.0	2357.0	2294.0	2191.0	2305.0	2226.0	2259.0
12 - Contenido de humedad	(%)	10.02	9.76	12.22	11.98	14.74	14.88	17.16	17.18
13 - Promedio de humedad	(%)		9.9		12.1		14.8		17.2
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)		1.750		1.823		1.812		1.746

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 1.830
Óptimo cont. de hum. (%)	: 13.0



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pezo Perea**  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
ING. CIVIL  
CIP N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

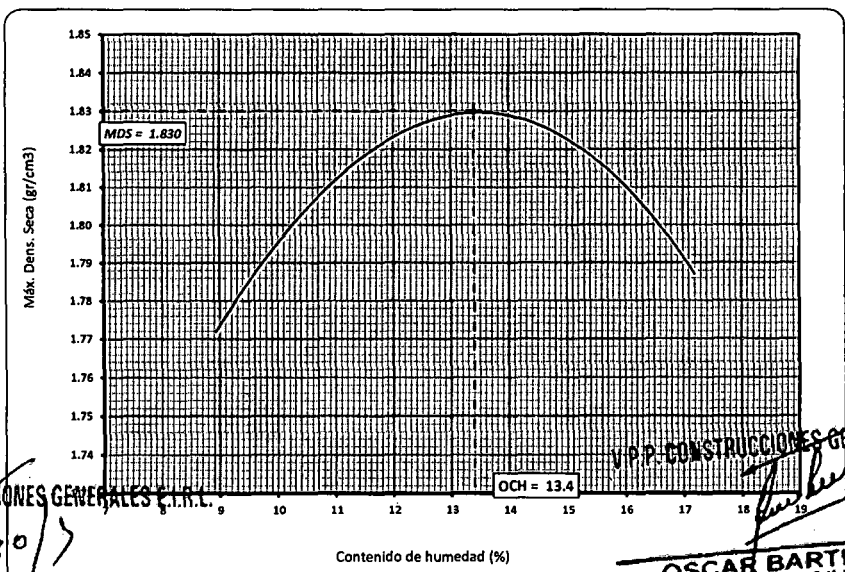
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA , 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-7	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 02.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 6+440	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.620 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10193.0		10386.0		10529.0	10548.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4094.0		4287.0		4430.0	4449.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	1.930		2.021		2.089	2.098		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2653.0	2689.0	2641.0	2586.0	2541.0	2684.0	2680.0	2674.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2435.0	2469.0	2375.0	2321.0	2227.0	2347.0	2303.0	2286.0
09 - Peso del agua	(gr)	218.0	220.0	266.0	265.0	314.0	337.0	377.0	389.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2435.0	2469.0	2375.0	2321.0	2227.0	2347.0	2303.0	2285.0
12 - Contenido de humedad	(%)	8.95	8.91	11.20	11.42	14.10	14.36	16.37	17.02
13 - Promedio de humedad	(%)	8.9		11.3		14.2		16.7	
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)	1.772		1.816		1.828		1.798	

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 1.830
Óptimo cont. de hum. (%)	: 13.4



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pezo Parea**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

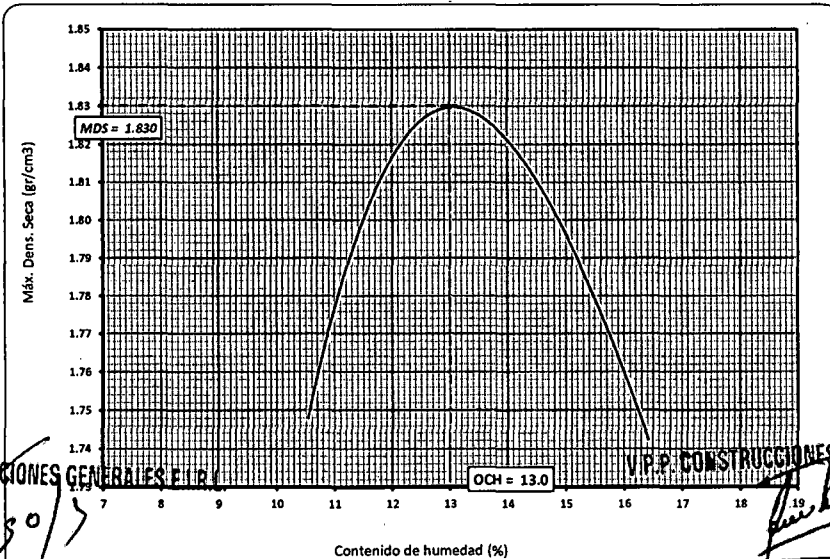
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m<sup>3</sup>, 56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-8	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 02.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 7+480	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 6	Altura de cada pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm <sup>3</sup>	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"		
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10198.0	10419.0	10502.0	10433.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0	6099.0	6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4099.0	4320.0	4403.0	4334.0		
04 - Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.933	2.037	2.076	2.043		
06 - Tarro Nº							
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2545.0	2598.0	2541.0	2572.0	2554.0	2686.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2298.0	2355.0	2262.0	2301.0	2234.0	2358.0
09 - Peso del agua	(gr)	247.0	243.0	279.0	271.0	320.0	328.0
10 - Peso del tarro	(gr)						
11 - Peso suelo seco	(gr)	2298.0	2355.0	2262.0	2301.0	2234.0	2358.0
12 - Contenido de humedad	(%)	10.75	10.32	12.33	11.78	14.32	13.91
13 - Promedio de humedad	(%)	10.5		12.1		14.1	15.9
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.748		1.818		1.819	1.763

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm <sup>3</sup> )	: 1.830
Óptimo cont. de hum. (%)	: 13.0



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Volardo Pazo Perea**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

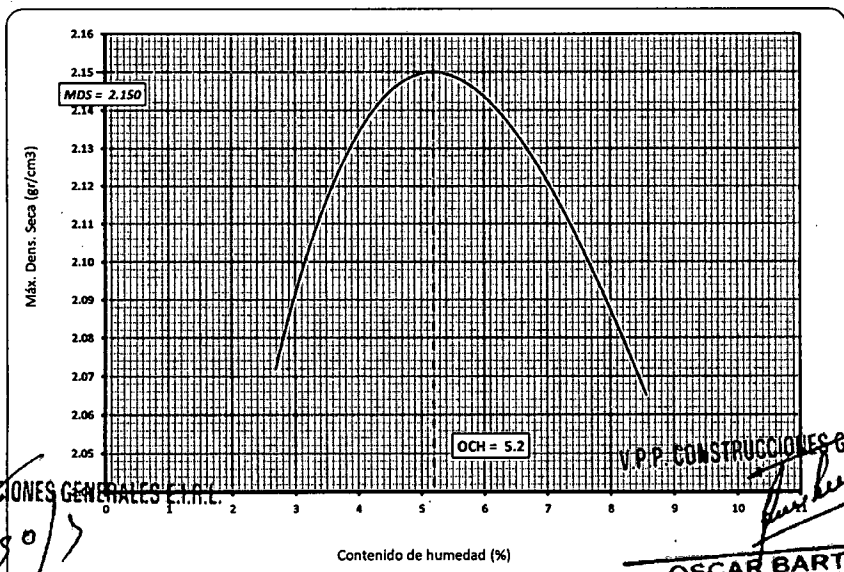
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA,**  
**2700 kn-m/m<sup>2</sup>, 56000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

CALICATA	: C-9	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 03.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 8+520	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

N° de capas	: 6	Altura de caída plisón	: 45.60 cm	Peso plisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm <sup>3</sup>	N° de golpes x capa	: 57	Plisón Manual	: "A"		
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10611.0	10817.0	10921.0	10877.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0	6099.0	6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4512.0	4718.0	4822.0	4778.0		
04 - Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )	2.127	2.224	2.273	2.253		
06 - Tarro N°							
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2565.0	2598.0	2641.0	2568.0	2584.0	2685.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2496.0	2532.0	2535.0	2468.0	2426.0	2523.0
09 - Peso del agua	(gr)	69.0	66.0	106.0	100.0	158.0	162.0
10 - Peso del tarro	(gr)						
11 - Peso suelo seco	(gr)	2496.0	2532.0	2535.0	2468.0	2426.0	2523.0
12 - Contenido de humedad	(%)	2.76	2.61	4.18	4.05	6.51	6.42
13 - Promedio de humedad	(%)	2.7	4.1	6.5	8.1		
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm <sup>3</sup> )	2.072	2.137	2.135	2.085		

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm <sup>3</sup> )	: 2.150
Optimo cont. de hum. (%)	: 5.2



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pezo Pareja**  
 Lic. Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1557

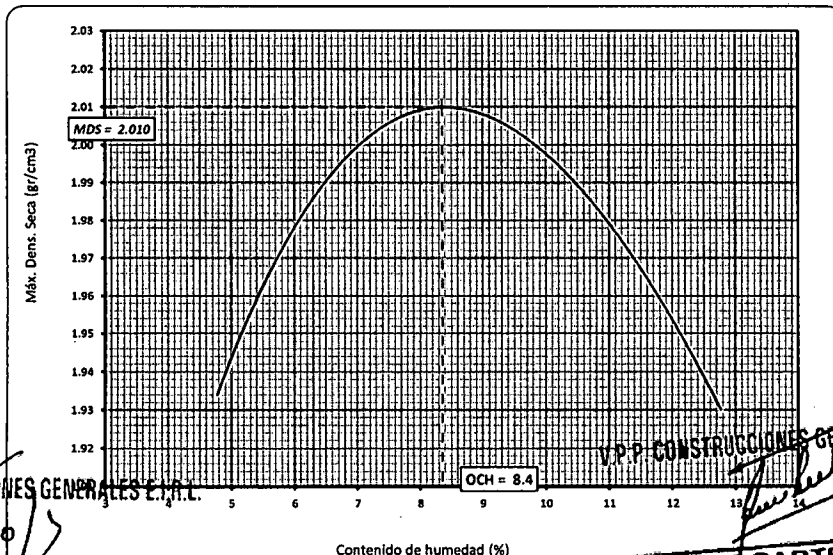
COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA,  
 2700 kn-m/m<sup>3</sup>, 56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-10	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 03.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 9+550	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de calda pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm <sup>3</sup>	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10397.0		10606.0		10760.0	10733.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4298.0		4507.0		4661.0	4634.0		
04 - Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )	2.026		2.125		2.198	2.185		
06 - Tarro N°									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2598.0	2604.0	2591.0	2574.0	2631.0	2619.0	2578.0	2587.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2478.0	2487.0	2429.0	2415.0	2388.0	2377.0	2296.0	2306.0
09 - Peso del agua	(gr)	120.0	117.0	162.0	159.0	243.0	242.0	283.0	281.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2478.0	2487.0	2429.0	2415.0	2388.0	2377.0	2295.0	2306.0
12 - Contenido de humedad	(%)	4.84	4.70	6.67	6.58	10.18	10.18	12.33	12.19
13 - Promedio de humedad	(%)		4.8		6.6		10.2		12.3
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm <sup>3</sup> )		1.934		1.993		1.995		1.946

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm <sup>3</sup> )	: 2.010
Óptimo cont. de hum. (%)	: 8.4



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pezo Perca  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 1557 COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA , 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

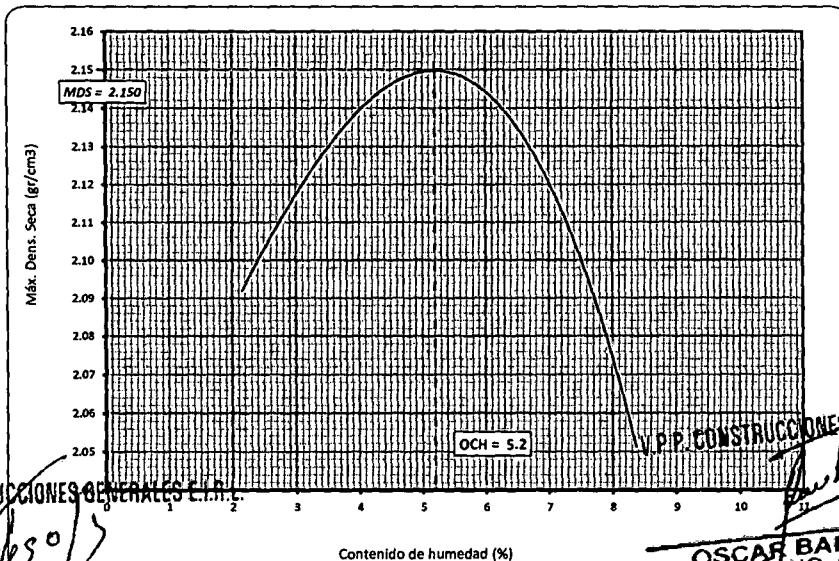
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-11	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 13.09.2014
UBICACIÓN	: KM. 10+400	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45,60 cm	Peso pisón	: 4,520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 57	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10632.0		10803.0		10923.0	10863.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4533.0		4704.0		4824.0	4764.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	2.137		2.218		2.274	2.246		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2585.0	2598.0	2641.0	2668.0	2543.0	2614.0	2588.0	2647.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2531.0	2543.0	2543.0	2571.0	2392.0	2461.0	2404.0	2449.0
09 - Peso del agua	(gr)	54.0	55.0	98.0	97.0	151.0	153.0	184.0	198.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2531.0	2543.0	2543.0	2571.0	2392.0	2461.0	2404.0	2449.0
12 - Contenido de humedad	(%)	2.13	2.16	3.85	3.77	6.31	6.22	7.65	8.08
13 - Promedio de humedad	(%)		2.1		3.8		6.3		7.9
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)		2.092		2.136		2.140		2.082

RESULTADOS DE ENSAYO

Procedimiento utilizado : "C"  
 Método de Preparación utilizado : Seco  
 Máx. Dens. Seca (kg/cm³) : 2.150  
 Optimo cont. de hum. (%) : 5.2



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 R.P. Nº 50714

**Velardo Pezo Pareá**  
 Lic Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

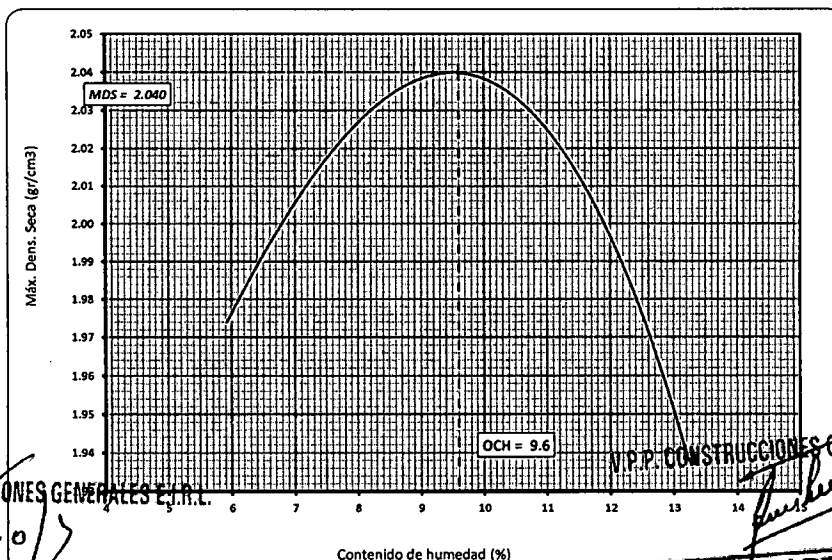
**ASTM D 1557**      **COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-12	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 13.09.2014
UBICACIÓN	: KM. 11+350	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 57	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10534.0		10714.0		10868.0	10797.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4435.0		4615.0		4769.0	4698.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	2.091		2.176		2.248	2.215		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2618.0	2623.0	2605.0	2596.0	2564.0	2587.0	2607.0	2618.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2473.0	2475.0	2418.0	2412.0	2316.0	2332.0	2312.0	2323.0
09 - Peso del agua	(gr)	145.0	148.0	187.0	184.0	249.0	255.0	295.0	295.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2473.0	2475.0	2418.0	2412.0	2315.0	2332.0	2312.0	2323.0
12 - Contenido de humedad	(%)	5.86	5.98	7.73	7.63	10.76	10.93	12.76	12.70
13 - Promedio de humedad	(%)	5.9		7.7		10.8		12.7	
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)	1.974		2.021		2.028		1.965	

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 2.040
Óptimo cont. de hum. (%)	: 9.6



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velarde Pezo Pareo**  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
ING. CIVIL  
OIP Nº 50714



ANEXO N° 05: GRÁFICOS C.B.R.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Izq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

SUCS	: SM-SC	LIMITE LIQUIDO	22.2	% QUE PASA MALLA 200	: 18.9
AASHTO	: A-2-4 (0)	ÍNDICE PLÁSTICO	6.2		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 6			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	10	14	21	MOLDE		10		14		21	
N° DE GOLPES	66	26	12	PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2039	2045	2069	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	12422	11914	12022	0.025	0.630	46.0	46.0	18.0	18.0	8.0	8.0
PESO MOLDE (gr)	7980	7635	7740	0.050	1.27	83.0	83.0	42.0	42.0	19.0	19.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4442	4279	4282	0.075	1.900	152.0	152.0	71.0	71.0	38.0	38.0
N° TARRO				0.100	2.540	204.0	204.0	78.0	78.0	59.0	59.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1637.0	1749.0	1636.0	0.150	3.810	254.0	254.0	154.0	154.0	139.0	139.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1510.0	1613.0	1417.0	0.200	5.080	309.0	309.0	216.0	216.0	193.0	193.0
PESO DE AGUA (gr)	127.0	136.0	119.0	0.300	7.620	386.0	386.0	312.0	312.0	280.0	280.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1510.0	1613.0	1417.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	8.4	8.4	8.4								
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.178	2.092	2.070								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.010	1.930	1.909								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	10	14	21
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12472	11971	12080
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	7980	7635	7740
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	4492	4336	4340
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	4442	4279	4282
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	50	57	58
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4097	3946	3950
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	1.2	1.4	1.6

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 1883**

**MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA)  
 DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

CALICATA	: C-5	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACION	: KM. 4+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	

SUCS	: ML	LIMITE LIQUIDO	44	% QUE PASA MALLA 200	: 49.8
AASHTO	: A-5 (4)	INDICE PLÁSTICO	8		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	01			MOLDE		01		02		03	
N° DE GOLPES	01	02	03	PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026	0.000	0.000	15.0	0.0	11.0	0.0	2.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	11918	12486	11461	0.025	0.630	18.0	18.0	17.0	17.0	11.0	11.0
PESO MOLDE (gr)	7548	8196	7459	0.050	1.27	28.0	28.0	23.0	23.0	17.0	17.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4370	4290	4002	0.075	1.900	37.0	37.0	31.0	31.0	28.0	28.0
N° TARRO				0.100	2.540	45.0	45.0	40.0	40.0	33.0	33.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1647.0	1683.0	1697.0	0.150	3.810	61.0	61.0	54.0	54.0	46.0	46.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1452.0	1485.0	1405.0	0.200	5.080	75.0	75.0	64.0	64.0	54.0	54.0
PESO DE AGUA (gr)	195.0	198.0	192.0	0.300	7.620	103.0	103.0	93.0	93.0	72.0	72.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1452.0	1485.0	1405.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	13.4	13.3	13.7								
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.076	2.022	1.876								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.830	1.784	1.738								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	01	02	03
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12882	12413	12463
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	7548	8196	7459
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	5334	4217	4994
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	4370	4290	4002
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	964	-73	992
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3853	3785	3521
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	25.0	-1.9	28.2

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-6	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 5+640	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	
SUCS	: SM	LIMITE LIQUIDO	34	% QUE PASA MALLA 200	: 34.2
AASHTO	: A-2-4 (0)	ÍNDICE PLÁSTICO	5		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 6			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	04	06	06	MOLDE		04		05		06	
N° DE GOLPES	66	26	12	PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2094	2099	2100	0.000	0.000	32.0	0.0	11.0	0.0	4.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	12747	11926	11612	0.025	0.630	94.0	94.0	64.0	64.0	32.0	32.0
PESO MOLDE (gr)	8418	7692	7474	0.050	1.27	172.0	172.0	124.0	124.0	97.0	97.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4329	4234	4138	0.075	1.900	303.0	303.0	276.0	276.0	175.0	175.0
N° TARRO				0.100	2.540	383.0	383.0	310.0	310.0	233.0	233.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1621.0	1714.0	1547.0	0.150	3.810	564.0	564.0	497.0	497.0	412.0	412.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1435.0	1516.0	1365.0	0.200	5.080	678.0	678.0	606.0	606.0	534.0	534.0
PESO DE AGUA (gr)	186.0	198.0	182.0	0.300	7.620	862.0	862.0	814.0	814.0	714.0	714.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1435.0	1516.0	1365.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	13.0	13.1	13.3	13.000							
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.067	2.017	1.970								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.830	1.784	1.739								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	04	06	06
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12882	12112	11812
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	8418	7692	7474
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	4464	4420	4338
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	4329	4234	4138
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	135	186	200
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3832	3745	3651
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	3.5	6.0	6.5

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-9	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 03.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 8+520	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	
SUCS	: GP	LIMITE LIQUIDO	: 21	% QUE PASA MALLA 200	: 1.9
AASHTO	: A-1-a (0)	INDICE PLÁSTICO	: NP		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	10	14	21	MOLDE		10		14		21	
N° DE GOLPES	66	26	12	PENETR. (pu/g)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2039	2045	2069	0.000	0.000	55.0	0.0	31.0	0.0	4.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	12592	12139	12184	0.025	0.630	78.0	78.0	65.0	65.0	32.0	32.0
PESO MOLDE (gr)	7980	7635	7740	0.050	1.27	167.0	167.0	142.0	142.0	61.0	61.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	4612	4504	4444	0.075	1.900	276.0	276.0	172.0	172.0	104.0	104.0
N° TARRO				0.100	2.540	329.0	329.0	236.0	236.0	144.0	144.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1537.0	1549.0	1436.0	0.150	3.810	438.0	438.0	367.0	367.0	231.0	231.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1461.0	1474.0	1365.0	0.200	5.080	555.0	555.0	431.0	431.0	308.0	308.0
PESO DE AGUA (gr)	76.0	75.0	71.0	0.300	7.620	752.0	752.0	623.0	623.0	514.0	514.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1461.0	1474.0	1365.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	5.2	5.1	5.2	5.200							
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.262	2.202	2.148								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.160	2.086	2.042								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	10	14	21
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12608	12212	12232
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	7980	7635	7740
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	4628	4577	4492
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	4612	4504	4444
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	16	73	48
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4384	4286	4224
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	0.4	1.7	1.1

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

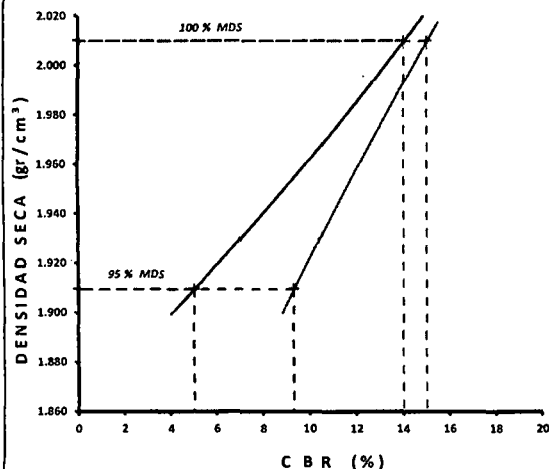
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-1	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 1+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: lzq.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	



ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.4 %  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.010 g/cm³

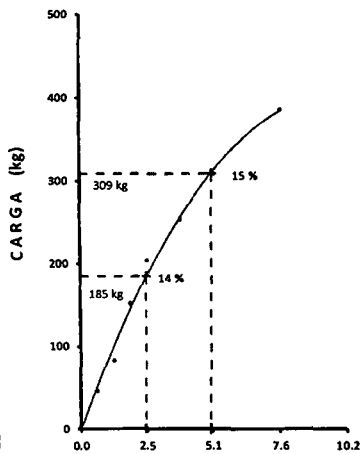
#### CBR A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 14 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 5 %

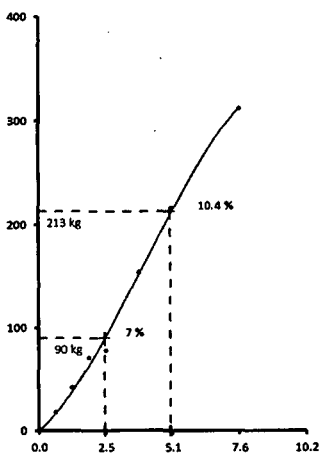
#### CBR A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 15 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 9 %

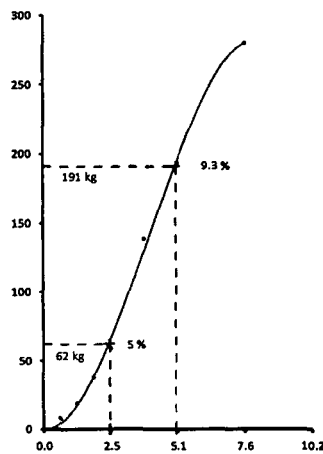
E.C.= 57 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12,2 kg-cm/cm²)



E.C.= 12 golpes (6,1 kg-cm/cm²)



PENETRACIÓN (m m)

Observaciones:

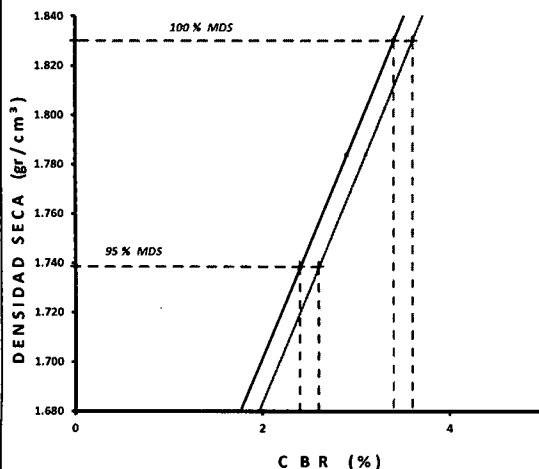
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-5	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 4+000	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	



ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.0 %  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.830 g/cm³

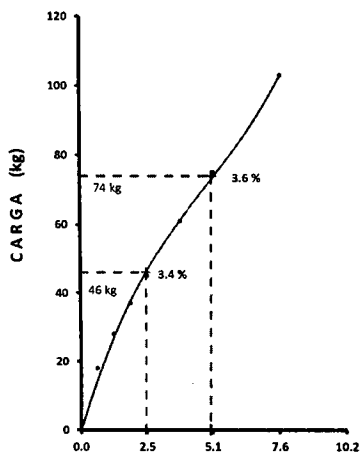
#### CBR A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 3 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 2 %

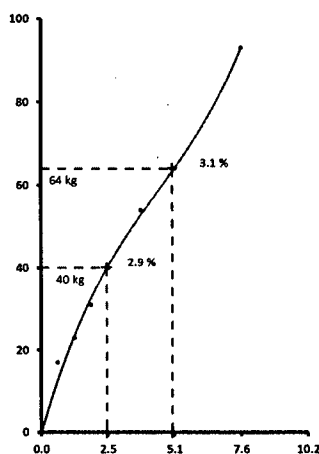
#### CBR A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN

CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 4 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 3 %

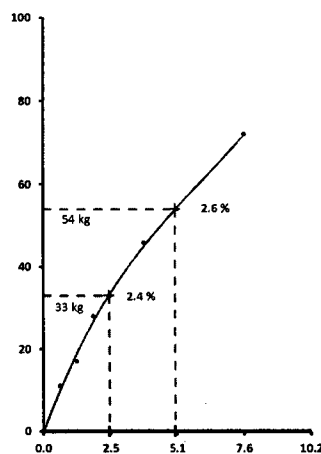
E.C.= 57 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12.2 kg-cm/cm²)



E.C.= 12 golpes (6.1 kg-cm/cm²)



PENETRACIÓN (mm)

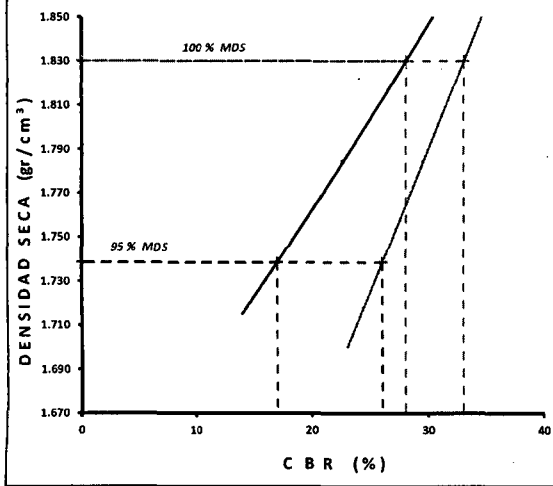
Observaciones:

**PROYECTO** : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
**LOCALIZACION** : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
**HECHO POR** : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 1883** **MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

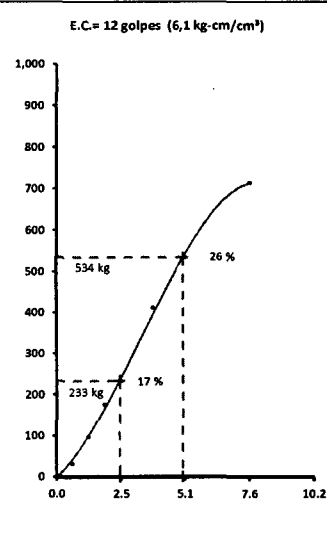
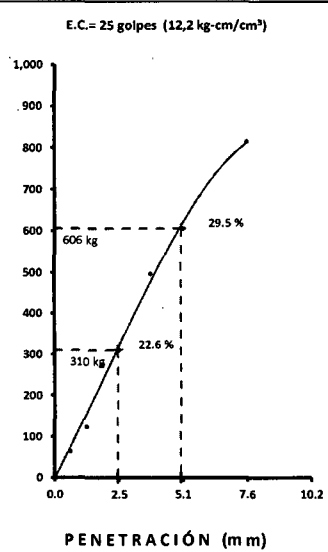
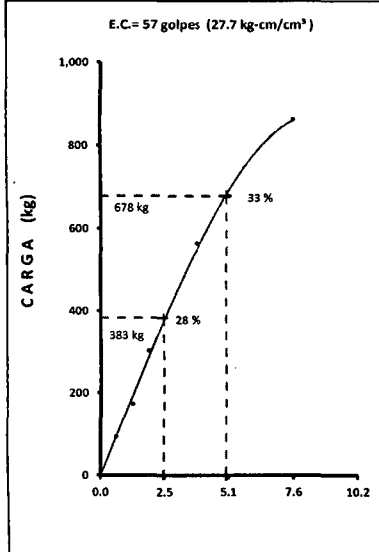
<b>CALICATA</b> : C-6	<b>MUESTRA</b> : 01	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 01.03.2010
<b>UBICACIÓN</b> : KM. 5+640	<b>USO</b> : Varios	<b>COORDENADAS</b>
<b>LADO</b> : Der.	<b>MATERIAL</b> : Natural	<b>NORTE</b>
<b>ACCESO (km)</b> : 0		<b>ESTE</b>



**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** : 13.0 %  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.830 g/cm³

**CBR A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN**  
**CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 28 %  
**CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 17 %

**CBR A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN**  
**CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 33 %  
**CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA** : 26 %



**Observaciones:**

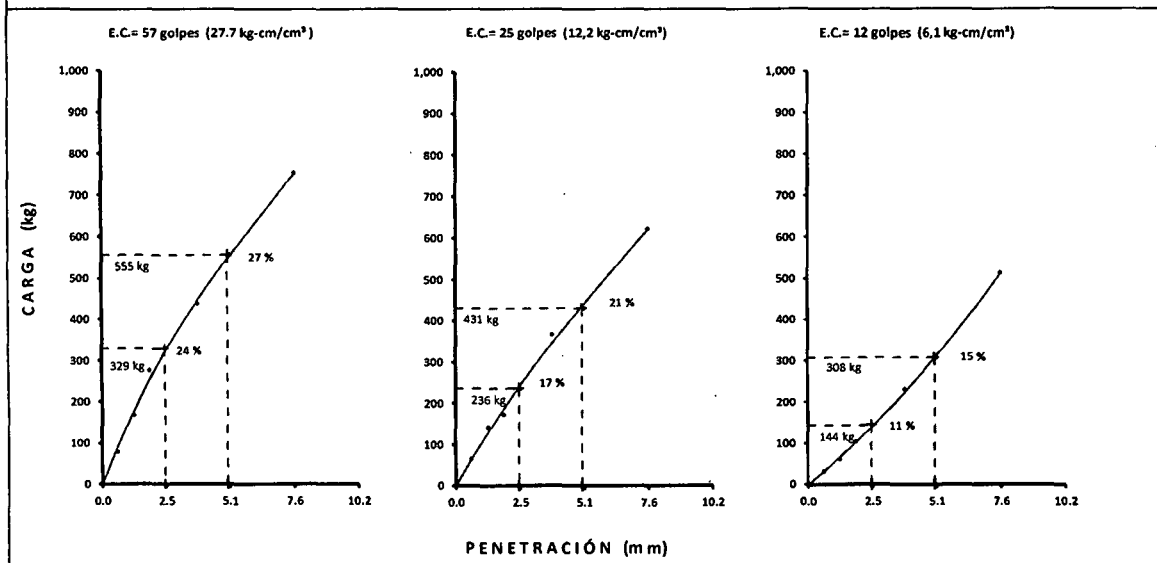
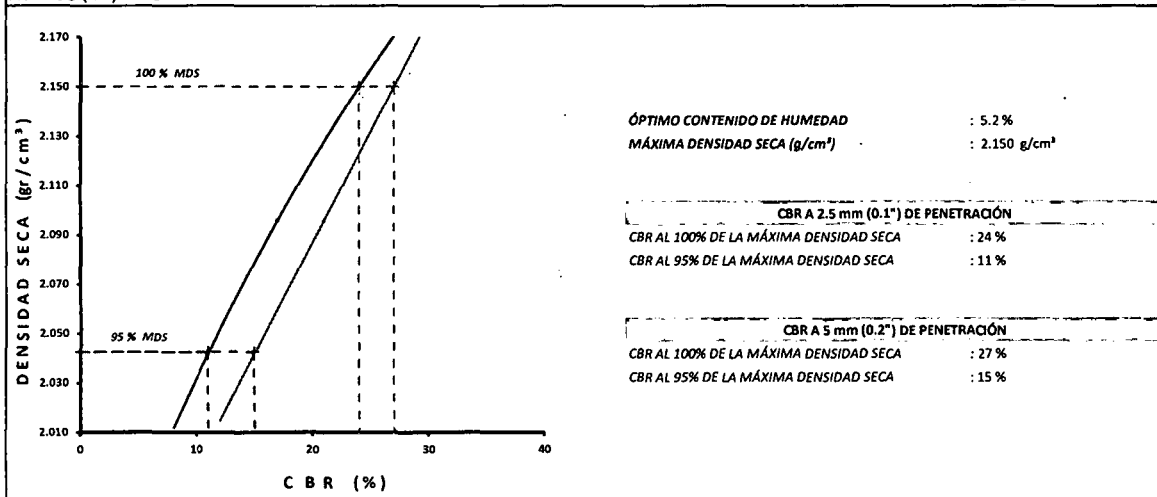


PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

**ASTM D 1883**                      **MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA)**  
**DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-9	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 03.03.2010
UBICACIÓN	: KM. 8+520	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 0			ESTE	



**Observaciones:**



## ANEXO N° 06: ABRASIÓN

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

MTC E 207

**RESISTENCIA AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 02.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5			ESTE	

PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		MÉTODO			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.50	1 1/2"	25.00	1"				
25.00	1"	19.00	3/4"	1250			
19.00	3/4"	12.50	1/2"	1250			
12.50	1/2"	9.50	3/8"	1250			
9.50	3/8"	6.30	1/4"	1250			
6.30	1/4"	4.75	N° 4				
4.75	N° 4	2.36	N° 8				
PESO ANTES DEL ENSAYO (gr)				5000			
PESO DESPUÉS DEL ENSAYO (gr)				3348			
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr)				1652			
NUMERO DE ESFERAS				12			
DESASTRE %				33.0			

V.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

OSCAR BARTRA PEZO  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. N° 50714

Observaciones:

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

MTC E 207

**RESISTENCIA AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 05.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+6E)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 25			ESTE	

PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		MÉTODO			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.50	1 1/2"	25.00	1"				
25.00	1"	19.00	3/4"	1250			
19.00	3/4"	12.50	1/2"	1250			
12.50	1/2"	9.50	3/8"	1250			
9.50	3/8"	6.30	1/4"	1250			
6.30	1/4"	4.75	N° 4				
4.75	N° 4	2.36	N° 8				
PESO ANTES DEL ENSAYO (gr)				5000			
PESO DESPUÉS DEL ENSAYO (gr)				3352			
MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr)				1648			
NUMERO DE ESPERAS				12			
DESCASTE (%)				33.0			

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

OSCAR BARTRA PEZO  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714

Observaciones:

**ANEXO N° 07: ESTUDIO DE CANTERAS**

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

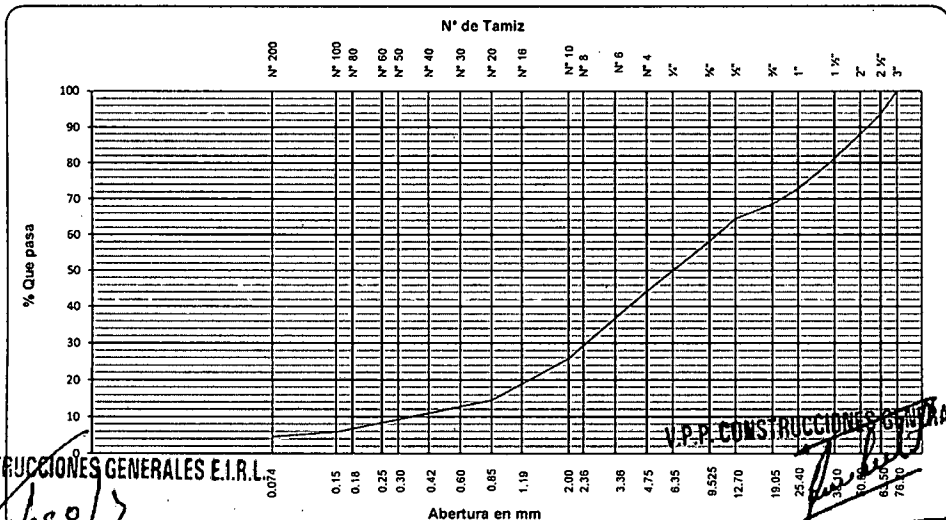
## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5	ESTE			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						DATOS DE LA MUESTRA	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	Peso Inicial (gr)	
3"	76.200		--	--	100.0	2000.0	
2 1/2"	63.500	125	6.3	6.3	93.7	Porción de finos (gr)	889.4
2"	50.800	112	5.6	11.9	88.1	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
1 1/2"	38.100	136	6.8	18.7	81.3	Limite líquido (%) (ASTM D 4318)	21
1"	25.400	167	8.4	27.1	72.9	Limite plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
3/4"	19.050	86	4.3	31.4	68.6	Índice plástico (%) (ASTM D 4318)	NP
1/2"	12.700	82	4.1	35.5	64.5	Humedad natural (%) (ASTM D 2216)	0.50
3/8"	9.525	126	6.3	41.8	58.2	% Grava	55.7
1/4"	6.350	187	8.4	51.2	48.8	% Arena	39.7
Nº 4	4.750	90	4.5	55.7	44.3	Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)	4.0
Nº 6	3.360	130.7	6.5	62.2	37.8	CLASIFICACIÓN	
Nº 8	2.360	126.7	6.3	68.5	31.5	Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GW
Nº 10	2.000	113.4	5.6	74.1	25.9	Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-a (0)
Nº 16	1.180	117.2	5.8	79.9	20.1	DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)	
Nº 20	0.850	111.3	5.5	85.4	14.6	Tamaño máx.	2 1/2"
Nº 30	0.600		--	85.4	14.6		PIEDRA > 3"
Nº 40	0.420	72.1	3.6	89.0	11.0		3" a 6"
Nº 50	0.300		--	89.0	11.0		6" a 10"
Nº 60	0.250		--	89.0	11.0		10" a más
Nº 80	0.180	50.0	2.5	91.5	8.5	OBSERVACIONES	
Nº 100	0.150	52.1	2.6	94.1	5.9		
N 200	0.074	25.3	1.3	95.4	4.6		
Menor que Nº 200		80.6	4.0	99.4	0.6		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velardo Pazo Parea  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

OSCAR BARTRAPEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. Nº 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
ASESORAMIENTOS  
ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltd.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216


## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

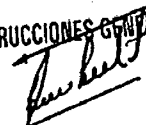
CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 01.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	166.5		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	156.0		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	57.9		
PESO DEL AGUA (gr)	0.5		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	98.1		Promedio
% DE HUMEDAD	0.50		0.50

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

  
Velarde Pezo Parca  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 50714



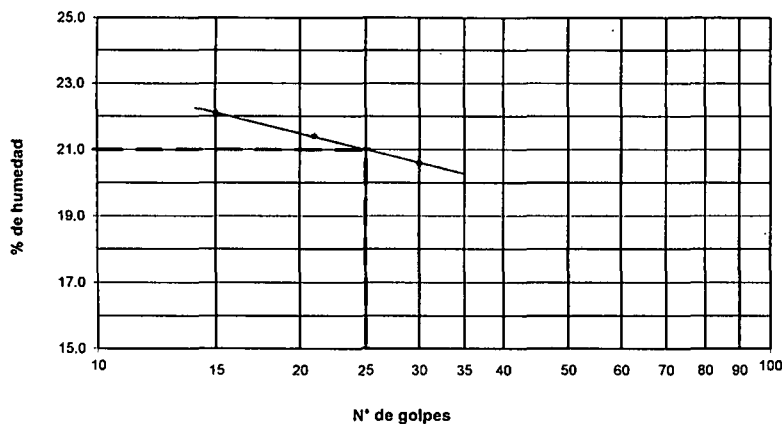
PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA  
LOCALIZACION : DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN  
HECHO POR : BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 4318 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : 01 MUESTRA : 01 FECHA DE ENSAYO : 01.03.2010  
UBICACIÓN : CANTERA PUERTO PACOTA USO : Varios COORDENADAS  
LADO : Der. MATERIAL : Natural NORTE  
ACCESO (km) : 7.5 ESTE

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
NUMERO DE GOLPES	30	21	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	16	17	18	--	19	20
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	56.12	55.46	57.34	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	48.95	48.27	49.57	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	14.17	14.68	14.42	--		
PESO DEL AGUA (gr)	7.17	7.19	7.77	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	34.78	33.59	35.15	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.60	21.40	22.10	--		



Límite Líquido (%)	21
Límite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Valardo Pezo Pareo*  
Valardo Pezo Pareo  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
OSCAR BARTRA PEZO  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 60714



PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

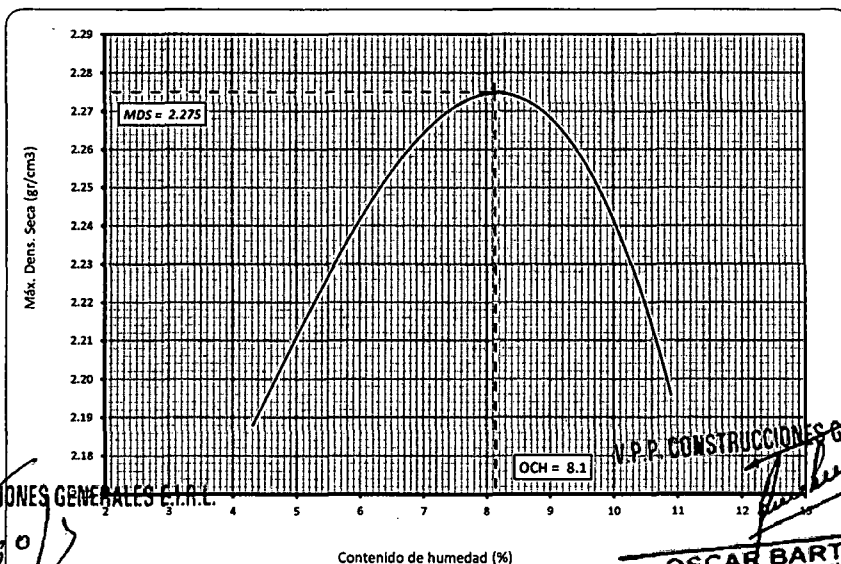
**ASTM D 1557 COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 08.03.2010
UBICACION	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5	ESTE			

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4,620 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm³	Nº de golpes x capa	: 67	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde (gr)		10939.0		11208.0		11339.0	11274.0		
02 - Peso del molde (gr)		6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo (gr)		4840.0		5109.0		5240.0	5175.0		
04 - Volumen del molde (cm³)		2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm³)		2.282		2.409		2.471	2.440		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro (gr)		2572.0	2552.0	2449.0	2453.0	2573.0	2561.0	2421.0	2462.0
08 - Peso suelo seco + tarro (gr)		2465.0	2447.0	2296.0	2299.0	2366.0	2366.0	2189.0	2218.0
09 - Peso del agua (gr)		107.0	105.0	153.0	154.0	207.0	205.0	232.0	244.0
10 - Peso del tarro (gr)									
11 - Peso suelo seco (gr)		2465.0	2447.0	2296.0	2299.0	2366.0	2356.0	2189.0	2218.0
12 - Contenido de humedad (%)		4.34	4.29	6.66	6.70	8.75	8.70	10.60	11.00
13 - Promedio de humedad (%)		4.3		6.7		8.7		10.8	
14 - Densidad del suelo seco (g/cm³)		2.188		2.258		2.272		2.202	

RESULTADOS DE ENSAYO	
Procedimiento utilizado	: "C"
Método de Preparación utilizado	: Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³)	: 2.275
Óptimo cont. de hum. (%)	: 8.1



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velarde Pezo Parea**  
 Lic y Bach Ing Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING CIVIL  
 O.T.P. Nº 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 08.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5			ESTE	

SUCS	: GW	LIMITE LIQUIDO	: 21	% QUE PASA MALLA 200	: 4.0
AASHTO	: A-1-a (0)	ÍNDICE PLÁSTICO	: NP		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	01	02	03	MOLDE		01		02		03	
N° DE GOLPES	66	26	12	PENETR. (pu/g)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026	0.000	0.000	178.0	0.0	113.0	0.0	75.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	12731	13286	12200	0.025	0.630	354.0	354.0	247.0	247.0	214.0	214.0
PESO MOLDE (gr)	7548	8196	7459	0.050	1.27	547.0	547.0	423.0	423.0	347.0	347.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	5183	5090	4741	0.075	1.900	764.0	764.0	725.0	725.0	753.0	753.0
N° TARRO				0.100	2.540	1028.0	1028.0	932.0	932.0	836.0	836.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1647.0	1683.0	1597.0	0.150	3.810	1556.0	1556.0	1256.0	1256.0	1136.0	1136.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1522.0	1556.0	1475.0	0.200	5.080	1747.0	1747.0	1596.0	1596.0	1445.0	1445.0
PESO DE AGUA (gr)	125.0	127.0	122.0	0.300	7.620	2314.0	2314.0	2167.0	2167.0	1823.0	1823.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1522.0	1556.0	1475.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	8.2	8.2	8.3								
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.462	2.399	2.340								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.276	2.218	2.161								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	01	02	03
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12823	13372	12262
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	7548	8196	7459
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	5275	5176	4793
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	5183	5090	4741
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	92	86	52
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4790	4706	4379
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	1.9	1.8	1.2

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Porca*  
Lic. En Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
O.P. N° 50714

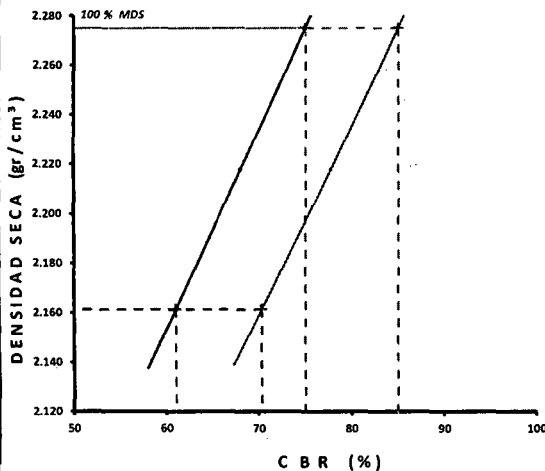
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

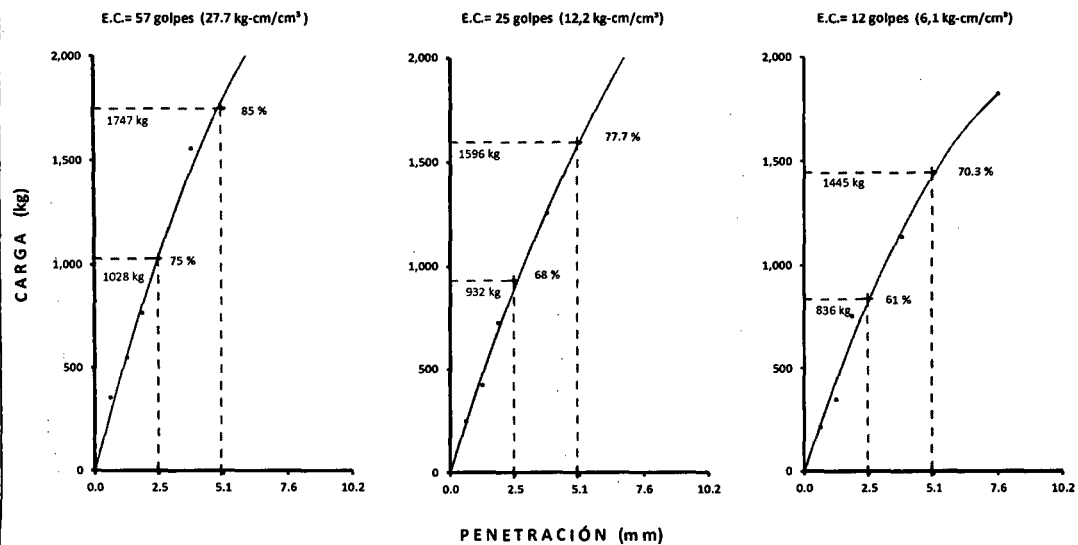
CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 08.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA PUERTO PACOTA	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 7.5			ESTE	



ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 8.1 %  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.275 g/cm³

**CBR A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN**  
 CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 75 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 61 %

**CBR A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN**  
 CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 85 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 70 %



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Pezo*  
 Lic. y Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714



PROYECTOS - CONSTRUCCIONES  
 ASESORAMIENTOS  
 ESTUDIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

# VPP Construcciones Generales E.I.R.Ltda.

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

## ASTM D 422 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

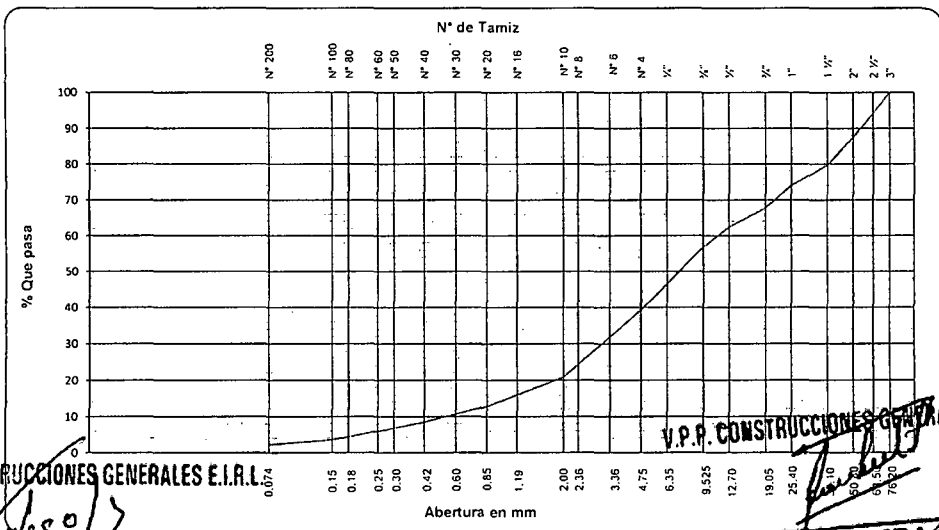
### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 04.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+680)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: .25			ESTE	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLAS		PESO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	76.200		--	--	100.0
2 1/2"	63.500	116	5.8	5.8	94.2
2"	50.800	132	6.6	12.4	87.6
1 1/2"	38.100	156	7.8	20.2	79.8
1"	25.400	114	5.7	25.9	74.1
3/4"	19.050	126	6.3	32.2	67.8
1/2"	12.700	106	5.3	37.5	62.5
3/8"	9.525	112	5.6	43.1	56.9
1/4"	6.350	235	11.8	54.9	45.1
Nº 4	4.750	113	5.7	60.6	39.4
Nº 6	3.360	130.7	6.5	67.1	32.9
Nº 8	2.360	126.7	6.3	73.4	26.6
Nº 10	2.000	113.4	5.7	79.1	20.9
Nº 16	1.190	47.2	2.4	81.5	18.5
Nº 20	0.850	111.3	5.6	87.1	12.9
Nº 30	0.600		--	87.1	12.9
Nº 40	0.420	91.1	4.5	91.6	8.4
Nº 50	0.300		--	91.6	8.4
Nº 60	0.250		--	91.6	8.4
Nº 80	0.180	53.3	2.7	94.3	5.7
Nº 100	0.150	41.2	2.1	96.4	3.6
N 200	0.074	25.3	1.3	97.7	2.3
Menor que Nº 200		49.8	2.5	100.2	-0.2

DATOS DE LA MUESTRA		
Peso Inicial (gr)		2000.0
Porción de finos (gr)		790.0
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%) (ASTM D 4318)		15
Limite plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Índice plástico (%) (ASTM D 4318)		NP
Humedad natural (%) (ASTM D 2216)		
% Grava		60.6
% Arena		37.1
Pasante Nº 200 (%) (ASTM D 1140)		2.5
CLASIFICACIÓN		
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)		GW
Clasificación AASHTO (ASTM D 3282)		A-1-a (0)
DESCRIPCIÓN VISUAL (ASTM D 2488)		
Tamaño máx.	2 1/2"	PIEDRA > 3"
		3" a 6"
		6" a 10"
		10" a más
OBSERVACIONES		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

Velarde Pezo Pareo  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

OSCAR BARTRA PEZO  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. Nº 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 2216

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 04.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+6E)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: .25			ESTE	

DESCRIPCIÓN	01	02	
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	155.3		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	155.3		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	56.5		
PESO DEL AGUA (gr)	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	98.8		Promedio
% DE HUMEDAD	0.00		0.00

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velarde Pezo Porca*  
**Velarde Pezo Porca**  
 Lic. Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714

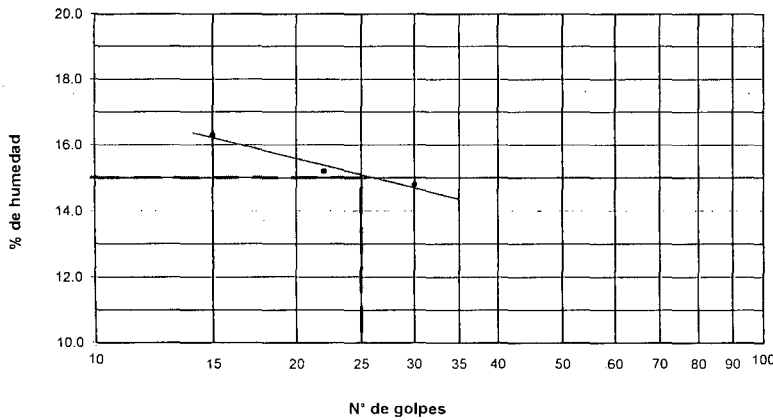
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS.

**ASTM D 4318                      MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO DE LOS SUELOS**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 04.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+680)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: .25			ESTE	

	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	30	22	15	--	--	--
NUMERO DE GOLPES	30	22	15	--	--	--
Nº RECIPIENTE	21	22	23	--	24	25
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (gr)	56.12	55.46	57.34	--		
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (gr)	51.03	50.10	51.09	--		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	16.67	14.83	12.77	--		
PESO DEL AGUA (gr)	5.09	5.36	6.25	--		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	34.36	35.27	38.32	--		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.80	15.20	16.30	--		



Limite Liquido (%)	15
Limite Plástico (%)	NP
Índice Plástico (%)	NP

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
 Lic. Bach Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING. CIVIL  
 O.P. N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTEGA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

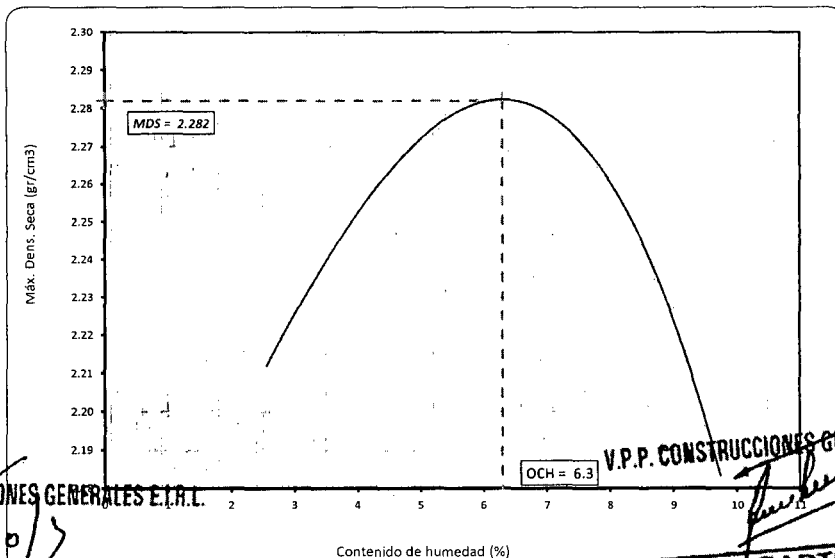
**ASTM D 1557 COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA, 2700 kn-m/m³, 56000 pie-lbf/pie³**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 11.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+680)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 25			ESTE	

Nº de capas	: 5	Altura de caída pisón	: 45.60 cm	Peso pisón	: 4.520 kg	Molde	: "C"		
Energía de Compact. Modificada	: 27.7 kg.cm / cm²	Nº de golpes x capa	: 57	Pisón Manual	: "A"				
01 - Peso suelo húmedo + molde	(gr)	10911.0		11138.0		11278.0	11225.0		
02 - Peso del molde	(gr)	6099.0		6099.0		6099.0	6099.0		
03 - Peso suelo húmedo	(gr)	4812.0		5039.0		5179.0	5126.0		
04 - Volumen del molde	(cm³)	2121		2121		2121	2121		
05 - Densidad suelo húmedo	(g/cm³)	2.269		2.376		2.442	2.417		
06 - Tarro Nº									
07 - Peso suelo húmedo + tarro	(gr)	2562.0	2542.0	2439.0	2443.0	2563.0	2551.0	2431.0	2472.0
08 - Peso suelo seco + tarro	(gr)	2497.0	2480.0	2327.0	2333.0	2385.0	2375.0	2227.0	2261.0
09 - Peso del agua	(gr)	65.0	62.0	112.0	110.0	178.0	176.0	204.0	211.0
10 - Peso del tarro	(gr)								
11 - Peso suelo seco	(gr)	2497.0	2480.0	2327.0	2333.0	2385.0	2375.0	2227.0	2261.0
12 - Contenido de humedad	(%)	2.60	2.50	4.81	4.71	7.46	7.41	9.16	9.33
13 - Promedio de humedad	(%)	2.6		4.8		7.4		9.2	
14 - Densidad del suelo seco	(g/cm³)	2.212		2.268		2.273		2.212	

RESULTADOS DE ENSAYO
Procedimiento utilizado : "C"
Método de Preparación utilizado : Seco
Máx. Dens. Seca (kg/cm³) : 2.282
Optimo cont. de hum. (%) : 6.3



V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

**Velardo Pezo Perca**  
 Lic. y Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**OSCAR BARTRA PEZO**  
 ING. CIVIL  
 OIP N° 50714

PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 11.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+680)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: 25			ESTE	
SUCS	: GW	LIMITE LIQUIDO	: 15	% QUE PASA MALLA 200	: 2.5
AASHTO	: A-1-a (0)	ÍNDICE PLÁSTICO	: NP		

C.B.R.	PENETRACIÓN										
	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
N° DE MOLDE	01	02	03	MOLDE		01		02		03	
N° DE GOLPES	66	25	12	PENETR. (pu/g)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
VOLUMEN DE MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2105	2122	2026	0.000	0.000	187.0	0.0	127.0	0.0	54.0	0.0
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	12656	13206	12123	0.025	0.630	317.0	317.0	178.0	178.0	172.0	172.0
PESO MOLDE (gr)	7548	8196	7459	0.050	1.27	587.0	587.0	434.0	434.0	321.0	321.0
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	5108	5010	4664	0.075	1.900	783.0	783.0	614.0	614.0	412.0	412.0
N° TARRO				0.100	2.540	1014.0	1014.0	822.0	822.0	630.0	630.0
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)	1647.0	1683.0	1597.0	0.150	3.810	1494.0	1494.0	1197.0	1197.0	1073.0	1073.0
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	1549.0	1585.0	1503.0	0.200	5.080	1718.0	1718.0	1573.0	1573.0	1348.0	1348.0
PESO DE AGUA (gr)	98.0	98.0	94.0	0.300	7.620	2341.0	2341.0	1982.0	1982.0	1880.0	1880.0
PESO DE TARRO (gr)	0.0	0.0	0.0	0.400	10.160						
PESO SUELO SECO (gr)	1549.0	1585.0	1503.0	0.500	12.700						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	6.3	6.2	6.3								
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.427	2.361	2.302								
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.282	2.224	2.167								

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	01	02	03
PESO SUELO HÚMEDO + PLATO + MOLDE (gr)	12662	13217	12131
PESO DEL PLATO + MOLDE (gr)	7548	8196	7459
PESO SUELO HÚMEDO EMBEBIDO (gr)	5114	5021	4672
PESO SUELO HÚMEDO SIN EMBEBER (gr)	5108	5010	4664
PESO DEL AGUA ABSORBIDA (gr)	6	11	8
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4804	4718	4389
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	0.1	0.2	0.2

EXPANSIÓN (%)				
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL	LECTURA DIAL
% EXPANSIÓN		S/E	S/E	S/E

Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Pezo*  
Lic. Bach. Ing. Civil  
Jefe de Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
ING. CIVIL  
O.P. N° 50714



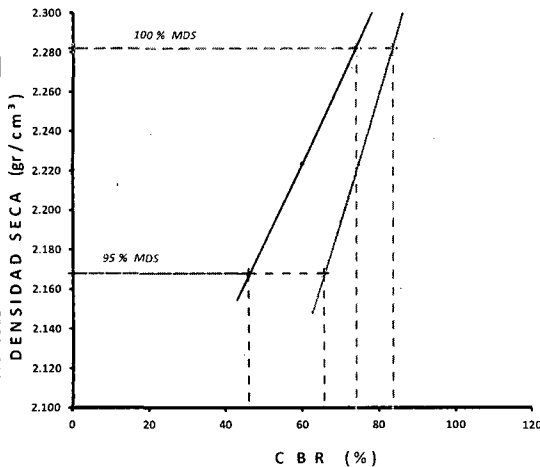
PROYECTO	: ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA MANTECA - LA FLORIDA - ALTO UCHIZA
LOCALIZACION	: DISTRITO DE NUEVO PROGRESO - PROVINCIA DE TOCACHE - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
HECHO POR	: BACH. LUIS DELGADO HIDALGO Y BACH. JOSE LUIS AREVALO SALAS

ASTM D 1883

## MÉTODO DE ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

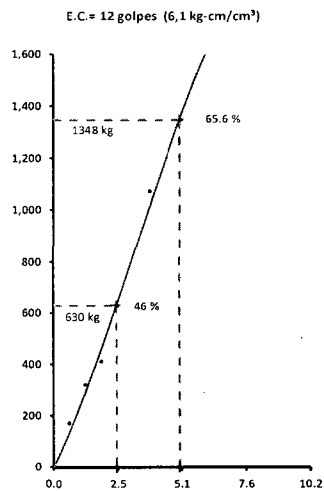
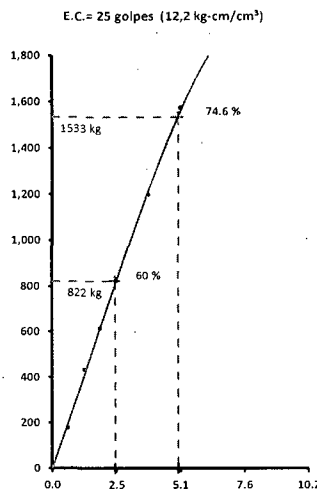
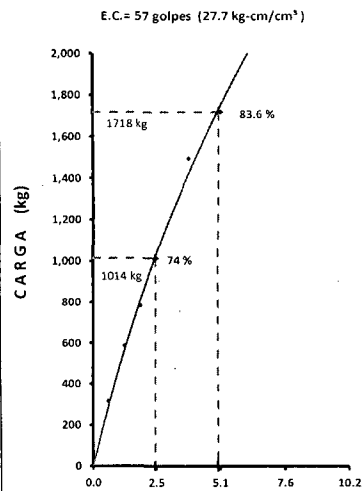
CALICATA	: 01	MUESTRA	: 01	FECHA DE ENSAYO	: 11.03.2010
UBICACIÓN	: CANTERA ALTO UCHIZA (KM 10+680)	USO	: Varios	COORDENADAS	
LADO	: Der.	MATERIAL	: Natural	NORTE	
ACCESO (km)	: .25			ESTE	



ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.3 %  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 2.282 g/cm<sup>3</sup>

CBR A 2.5 mm (0.1") DE PENETRACIÓN  
 CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 74 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 46 %

CBR A 5 mm (0.2") DE PENETRACIÓN  
 CBR AL 100% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 84 %  
 CBR AL 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA : 66 %



Observaciones:

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Velardo Pezo Perea*  
 Lic. y Bach. Ing. Civil  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos, Concreto y Asfalto.

V.P.P. CONSTRUCCIONES GENERALES E.I.R.L.

*Oscar Bartra Pezo*  
 ING. CIVIL  
 OIP N° 50714

**ANEXO N° 08: RADIOS MÍNIMOS PARA CURVAS DE VOLTEO**

**Cuadro 3.2.6.1b: Radios mínimos y peraltes máximos**

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{max}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Pág. 45

ANEXO N° 09: VALORES DE SOBRECARGO

**Cuadro 3.2.7: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m)**  
 (Calzada de dos carriles de circulación)

Velocidad directriz km/h	Radio de curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Pág. 52

**ANEXO N° 10: LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE PERALTES**

**Cuadro 3.2.6.1.c: Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)**

Velocidad directriz (Km./h)	Valor del peralte						Transición de bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

\* Longitud de transición basada en la rotación de un carril.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Pág. 46

## ANEXO N° 11: CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE CURVAS



## CALCULO DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS

Vd= 30 Km/h El cálculo se hará en base a las normas  
Dp= 35 técnicas de diseño de caminos de bajo  
volumen de tránsito (pág. 56)

Se calculará en base a los índices dados en el Cuadro N° 3.3.2 b de las Normas Peruanas de Bajo Transito

Para una velocidad de 30 Km/h tenemos un índice de curvatura de 5.1

Entonces :

$$Lc = K \cdot A$$

m1= pendiente 1

m2= pendiente 2

A= Diferencia algebraica de pendientes

k= 5.1

## CALCULO DE LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES

PROGRESIVA	m1	m2	A	Lc	Lcfinal
00+310	-3.39	2.96	6.35	32.39	40.00
00+565	2.96	14.33	11.37	57.99	80.00
01+215	-4.10	1.47	5.57	28.41	80.00
01+351	-5.88	4.30	10.18	51.92	60.00
01+439	4.30	12.32	8.02	40.90	40.00
01+652	0.83	8.21	7.38	37.64	50.00
01+946	-1.10	2.66	3.76	19.18	100.00
02+206	0.98	5.04	4.06	20.71	30.00
02+886	1.13	5.60	4.47	22.80	40.00
03+134	0.86	4.29	3.43	17.49	30.00
03+365	0.54	4.50	3.96	20.20	60.00
03+536	-3.75	-9.80	6.05	30.86	40.00
03+627	-7.26	4.85	12.11	61.76	60.00
03+676	4.85	6.37	1.52	7.75	20.00
03+976	-6.79	4.15	10.94	55.79	60.00
04+165	2.82	5.22	2.40	12.24	30.00
04+506	-8.24	-5.41	2.83	14.43	20.00
04+827	-5.41	0.50	5.91	30.14	100.00
05+125	-8.55	-0.50	8.05	41.06	20.00
05+205	-0.50	5.16	5.66	28.87	80.00
05+358	1.03	3.71	2.68	13.67	30.00
06+220	-9.91	-4.59	5.32	27.13	20.00
06+256	-4.59	-1.03	3.56	18.16	20.00
06+296	-1.03	0.95	1.98	10.10	20.00
06+426	-4.04	0.50	4.54	23.15	40.00
06+619	-6.06	-0.56	5.50	28.05	20.00
06+700	-7.38	2.34	9.72	49.57	20.00
06+901	-3.73	-0.50	3.23	16.47	40.00
07+263	2.13	0.54	1.59	8.11	80.00
07+611	-4.44	1.47	5.91	30.14	40.00

### CALCULO DE CURVAS VERTICALES CONCAVAS

Vd= 30 Km/h El cálculo se hará en base a las normas  
Dp= 35 técnicas de diseño de caminos de bajo  
volumen de tránsito (pág. 56)

Se calculará en base a los índices dados en el Cuadro N° 3.3.2 b de las Normas Peruanas de Bajo Transito

Para una velocidad de 30 Km/h tenemos un índice de curvatura de 5.1

Entonces :

$$Lc = K \cdot A$$

m1= pendiente 1

m2= pendiente 2

A= Diferencia algebraica de pendientes

k= 5.1

### CALCULO DE LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES

PROGRESIVA	m1	m2	A	Lc	Lcfinal
07+706	1.47	10.04	8.57	43.71	20.00
07+948	-8.76	-1.00	7.76	39.58	20.00
08+014	-1.00	7.53	8.53	43.50	20.00
08+265	-12.56	-3.39	9.17	46.77	20.00
08+399	-11.47	0.50	11.97	61.05	140.00
09+160	0.50	8.62	8.12	41.41	40.00
09+365	-2.56	2.98	5.54	28.25	60.00
09+688	1.01	6.67	5.66	28.87	40.00
09+867	1.81	14.47	12.66	64.57	40.00
10+358	-13.67	-3.38	10.29	52.48	40.00
10+416	-3.38	3.91	7.29	37.18	30.00
10+509	3.91	11.54	7.63	38.91	80.00
10+773	-1.73	4.76	6.49	33.10	80.00
10+995	4.76	11.21	6.45	32.90	20.00
11+436	-6.99	-1.64	5.35	27.29	20.00
11+620	-10.04	-6.95	3.09	15.76	20.00
11+685	-6.95	14.25	21.20	108.12	30.00
11+912	6.73	15.46	8.73	44.52	40.00

## CALCULO DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS

Vd= 30 Km/h  
 Dp= 75 mts

Para una velocidad de 30 Km/h tenemos un índice de curvatura de 1.9

Entonces :

$$Lc = A * Dp^2 / 404$$

m1= pendiente 1  
 m2= pendiente 2  
 A= Diferencia algebraica de pendientes  
 Dp= 75

## CALCULO DE LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES

PROGRESIVA	m1	m2	A	Lc	Lcfinal
00+198	5.36	4.85	0.51	6.46	40.00
00+729	14.33	2.32	12.01	152.15	40.00
01+076	3.17	-1.13	4.30	54.48	60.00
01+160	-1.13	-4.10	2.97	37.63	20.00
01+297	1.47	-5.88	7.35	93.12	40.00
01+543	12.32	0.83	11.49	145.57	80.00
01+688	8.21	2.75	5.46	69.17	20.00
01+767	2.75	-1.10	3.85	48.78	80.00
02+369	5.04	1.66	3.38	42.82	80.00
02+746	3.66	1.13	2.53	32.05	40.00
02+967	5.60	0.86	4.74	60.05	60.00
03+180	4.29	0.54	3.75	47.51	30.00
03+450	4.50	-3.75	8.25	104.52	60.00
03+589	9.80	-7.26	17.06	216.13	20.00
03+760	6.37	2.46	3.91	49.54	80.00
03+912	2.46	-6.79	9.25	117.19	20.00
04+289	5.22	-1.33	6.55	82.98	80.00
04+407	-1.33	-8.24	6.91	87.54	20.00
05+033	0.50	-8.55	9.05	114.65	100.00
05+272	5.16	1.03	4.13	52.32	40.00
05+425	3.71	1.00	2.71	34.33	40.00
06+028	2.19	-3.00	5.19	65.75	40.00
06+188	-1.82	-9.91	8.09	102.49	20.00
06+350	-0.95	-4.04	3.09	39.15	40.00
06+564	0.50	-6.06	6.56	83.11	80.00
06+659	-0.56	-7.38	6.82	86.40	20.00
06+813	2.34	-3.73	6.07	76.90	40.00
07+443	1.88	-1.34	3.22	40.79	20.00
07+569	-1.34	-4.44	3.10	39.27	20.00
07+725	10.04	-1.20	11.24	142.40	18.00
07+893	-1.20	-8.76	7.56	95.78	50.00
08+089	7.53	-2.07	9.60	121.62	60.00

## CALCULO DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS

Vd= 30 Km/h  
Dp= 75 mts

Para una velocidad de 30 Km/h tenemos un índice de curvatura de 1.9

Entonces :

$$Lc = A \cdot Dp^2 / 404$$

m1= pendiente 1

m2= pendiente 2

A= Diferencia algebraica de pendientes

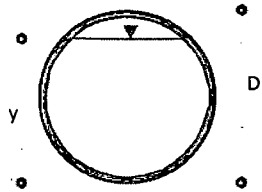
Dp= 75

## CALCULO DE LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES

PROGRESIVA	m1	m2	A	Lc	Lcfinal
08+182	-2.07	-12.56	10.49	132.90	40.00
08+347	-3.39	-11.47	8.08	102.36	20.00
09+241	8.62	-2.56	11.18	141.64	20.00
09+559	2.98	1.01	1.97	24.96	40.00
09+724	6.67	1.81	4.86	61.57	40.00
09+992	14.47	-0.50	14.97	189.65	120.00
10+283	-0.50	-13.67	13.17	166.85	60.00
10+559	11.54	-1.73	13.27	168.12	20.00
11+210	11.21	1.86	9.35	118.45	40.00
11+355	1.86	-6.99	8.85	112.12	40.00
11+564	-1.64	-10.04	8.40	106.42	20.00
11+811	14.25	3.73	10.52	133.28	60.00
12+055	15.46	3.98	11.48	145.44	40.00
12+166	3.98	-1.69	5.67	71.83	60.00

## ANEXO N° 12: FÓRMULA DE MANNING EN CONDUCTOS CERRADOS

Tabla 3.2.2.1. Area, Perimetro mojado y Radio hidraulico en conductos parcialmente llenos



y: Tirante  
 D: Diametro  
 A: Area  
 p: Perimetro mojado  
 R: Radio hidraulico

y/D	A/D <sup>2</sup>	p/D	R/D	y/D	A/D <sup>2</sup>	p/D	R/D
0.01	0.0013	0.2003	0.0066	0.26	0.1623	1.0701	0.1516
0.02	0.0037	0.2838	0.0132	0.27	0.1711	1.0928	0.1566
0.03	0.0069	0.3482	0.0197	0.28	0.1800	1.1152	0.1614
0.04	0.0105	0.4027	0.0262	0.29	0.1890	1.1373	0.1662
0.05	0.0147	0.4510	0.0326	0.30	0.1982	0.1593	0.1709
0.06	0.0192	0.4949	0.0389	0.31	0.2074	1.1810	0.1755
0.07	0.0242	0.5355	0.0451	0.32	0.2167	1.2025	0.1801
0.08	0.0294	0.5735	0.0513	0.33	0.2260	1.2239	0.1848
0.09	0.0350	0.6094	0.0574	0.34	0.2355	1.2451	0.1891
0.10	0.0409	0.6435	0.0635	0.35	0.2450	1.2661	0.1935
0.11	0.0470	0.6761	0.0695	0.36	0.2546	1.2870	0.1978
0.12	0.0534	0.7075	0.0754	0.37	0.2642	1.3078	0.2020
0.13	0.0600	0.7377	0.0813	0.38	0.2739	1.3284	0.2061
0.14	0.0668	0.7670	0.0871	0.39	0.2836	1.3490	0.2102
0.15	0.0739	0.7954	0.0929	0.40	0.2934	1.3694	0.2142
0.16	0.0811	0.8230	0.0986	0.41	0.3032	1.3898	0.2181
0.17	0.0885	0.8500	0.1042	0.42	0.3130	1.4101	0.2220
0.18	0.0961	0.8763	0.1097	0.43	0.3229	1.4303	0.2257
0.19	0.1039	0.9020	0.1152	0.44	0.3328	1.4505	0.2294
0.20	0.1118	0.9273	0.1206	0.45	0.3428	1.4706	0.2331
0.21	0.1199	0.9521	0.1259	0.46	0.3527	1.4907	0.2366
0.22	0.1281	0.9764	0.1312	0.47	0.3627	1.5108	0.2400
0.23	0.1365	1.0003	0.1364	0.48	0.3727	1.5308	0.2434
0.24	0.1449	1.0239	0.1416	0.49	0.3827	1.5508	0.2467
0.25	0.1535	1.0472	0.1466	0.50	0.3927	1.5708	0.2500

y/D	A/D <sup>2</sup>	p/D	R/D	y/D	A/D <sup>2</sup>	p/D	R/D
0.51	0.4027	1.5908	0.2531	0.76	0.6404	2.1176	0.3025
0.52	0.4126	1.6108	0.2561	0.77	0.6489	2.1412	0.3032
0.53	0.4227	1.6308	0.2591	0.78	0.6573	2.1652	0.3037
0.54	0.4327	1.6509	0.2620	0.79	0.6655	2.1895	0.3040
0.55	0.4426	1.6710	0.2649	0.80	0.6736	2.2143	0.3042
0.56	0.4526	1.6911	0.2676	0.81	0.6815	2.2395	0.3044
0.57	0.4625	1.7113	0.2703	0.82	0.6893	2.2653	0.3043
0.58	0.4723	1.7315	0.2728	0.83	0.6969	2.2916	0.3041
0.59	0.4822	1.7518	0.2753	0.84	0.7043	2.3186	0.3038
0.60	0.4920	1.7722	0.2776	0.85	0.7115	2.3462	0.3033
0.61	0.5018	1.7926	0.2797	0.86	0.7186	2.3746	0.3026
0.62	0.5115	1.8123	0.2818	0.87	0.7254	2.4038	0.3017
0.63	0.5212	1.8338	0.2839	0.88	0.7320	2.4341	0.3008
0.64	0.5308	1.8546	0.2860	0.89	0.7384	2.4655	0.2996
0.65	0.5404	1.8755	0.2881	0.90	0.7445	2.4981	0.2980
0.66	0.5499	1.8965	0.2899	0.91	0.7504	2.5322	0.2963
0.67	0.5594	1.9177	0.2917	0.92	0.7560	2.5681	0.2944
0.68	0.5687	1.9391	0.2935	0.93	0.7642	2.6021	0.2922
0.69	0.5780	1.9606	0.2950	0.94	0.7662	2.6467	0.2895
0.70	0.5872	1.9823	0.2962	0.95	0.7707	2.6906	0.2864
0.71	0.5964	2.0042	0.2973	0.96	0.7749	2.7389	0.2830
0.72	0.6054	2.0264	0.2984	0.97	0.7785	2.7934	0.2787
0.73	0.6143	2.0488	0.2995	0.98	0.7816	2.8578	0.2735
0.74	0.6231	2.0714	0.3006	0.99	0.7841	2.9412	0.2665
0.75	0.6318	2.0944	0.3017	1.00	0.7854	3.1416	0.2500

**ANEXO N° 13: DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE ARTE**

## Diseño de Cunetas

UBICACIÓN : Km. 0 + 720 - Km. 1 + 050 (Tramo más crítico = 330 m)

✦ Cálculo del Gasto (Método Racional) :

$$Q = 27.78 \times C \times I \times A$$

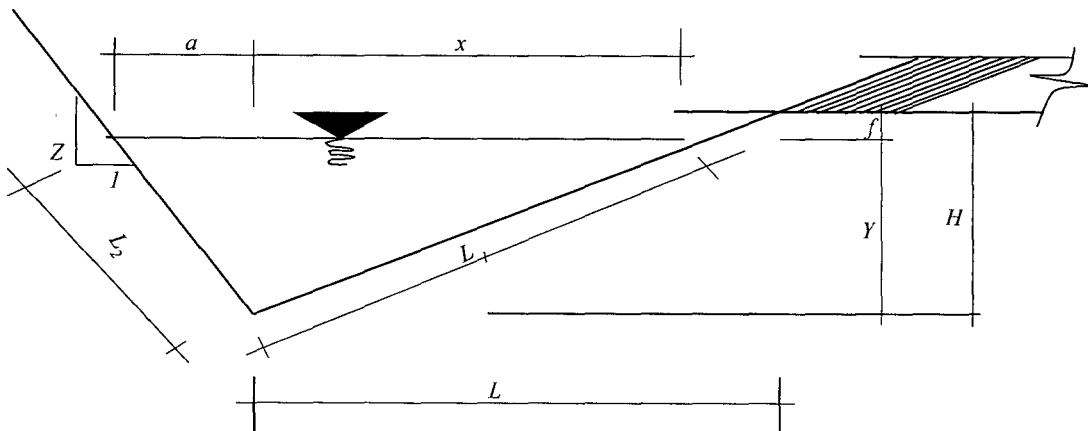
$Q$  = Gasto m<sup>3</sup>/seg  
 $C$  = Coeficiente de escorrentía  $C = 0.7$  (Suelo semi impermeable con vegetación)  
 $I$  = Intensidad  $I = 6.055$  cm/H  
 $A$  = Area Tributaria de la cuenca = 7.230 Há  
 $A_p$  = Area de media plataforma = 2.50 \* 330.00 = 0.0825 Há  
 $AT$  = Area tributaria total = 7.313 Há

$$Q = 27.78 * 0.7 * 6.055 * 7.31 = 861.01 \text{ lt/seg}$$

$$Q = 0.861 \text{ m}^3/\text{seg}$$

✦ Diseño Geométrico e Hidráulico

$Q = 0.861 \text{ m}^3/\text{seg}$   
 $n = 0.025$   
 $S = 14.33 \%$   
 $Z = 1$



Asumiendo una sección de cuneta :

$H = 0.50 \text{ m}$   
 $Y = 0.38 \text{ m}$   
 $f = 0.13 \text{ m}$   
 $L = 1.00 \text{ m}$

Por relación de triángulos :

$$\frac{x}{Y} = \frac{L}{H}$$

$$\frac{x}{0.38} = \frac{1.00}{0.50}$$

$$x = 0.750 \text{ m}$$



$$\frac{a}{0.38} = \frac{l}{l}$$

$$a = 0.375 \text{ m}$$

Por pitagoras :

$$L_1 = \sqrt{Y^2 + x^2}$$

$$L_1 = \sqrt{0.38^2 + 0.750^2}$$

$$L_1 = 0.839 \text{ m}$$

$$L_2 = \sqrt{Y^2 + a^2}$$

$$L_2 = \sqrt{0.38^2 + 0.375^2}$$

$$L_2 = 0.530 \text{ m}$$

Area Hidráulica:

$$A = \frac{(x+a)*Y}{2}$$

$$A = \left[ \frac{0.750 + 0.375}{2} \right] * 0.38$$

$$A = 0.211 \text{ m}^2$$

Perimetro Mojado :

$$P = L_1 + L_2$$

$$P = 0.839 + 0.530$$

$$P = 1.369 \text{ m}$$

Radio Hidráulico :

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

$$R = \frac{0.211}{1.369}$$

$$R = 0.154 \text{ m}$$

Por manning :

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

$$Q = \frac{0.211 [0.154]^{2/3} [0.1433]^{1/2}}{0.025}$$

$$Q = 0.91794 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$> Q_{\text{diseño}} = 0.861 \text{ m}^3/\text{seg} \longrightarrow \text{OK}$$

Velocidad :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.861}{0.211}$$

$$V = 4.08 \text{ m/seg}$$

$$> 0.25 \text{ m/seg (Vmin-por sedimentación)} \longrightarrow \text{OK}$$

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.73 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

⚡ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.73 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 6.73}{1000} = 0.226 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.23 \text{ m}^3/\text{seg}$$

⚡ **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla. (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 \cdot D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \quad \longrightarrow \quad D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \quad \longrightarrow \quad A = 0.7662 \cdot D^2$$

$$A = 0.7662 \left[ 3.4542 \times R \right]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 40 ‰ = 0.4 Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021  $\longrightarrow$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[9.1421 R^2] [R^{2/3}] * S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.226 \times 0.021}{9.1421 \times [0.4]^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.070 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.241 \text{ m}$$

$$D = 9.477 \text{ Pulg} <> \boxed{\phi = 36} \text{ " (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

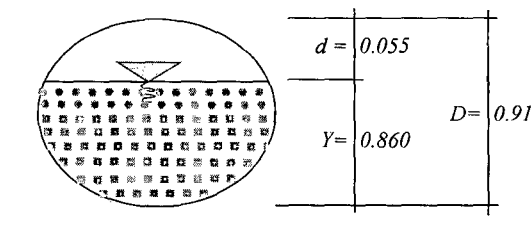
Verificando la velocidad :

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.226}{0.641} = 0.35 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.6406 \times [0.265]^{2/3} \times [0.4]^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 7.95 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.226 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.50 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

← **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.50 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 14.50}{1000} = 0.488 \text{ m}^3/\text{seg}$$

← **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 \cdot D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 \cdot D^2$$

$$A = 0.7662 \left[ 3.4542 \times R \right]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 30 ‰ = 0.3      Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021      → Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{9.1421 R^2}{n} \left[ R^{2/3} \right] \cdot S^{1/2}$$

$$R = \left[ \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.488 \times 0.021}{9.1421 \times (0.3)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.098 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.339 \text{ m}$$

$$D = 13.338 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36 \text{ ''}} \text{ (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

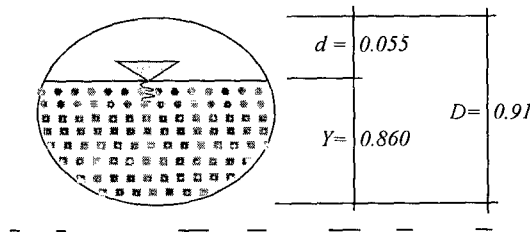
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.488}{0.641} = 0.76 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.6406 \times (0.265)^{2/3} \times (0.3)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 6.89 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.488 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 26.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

**\* Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 26.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 26.00}{1000} = 0.875 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**\* Cálculo del Diámetro de la alcantarilla. (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 [ 3.4542 \times R ]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 10 ‰ = 0.1 Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021 → Tuberia de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[ 9.1421 R^2 ] [ R^{2/3} ] S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.875 \times 0.021}{9.1421 \times [0.1]^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.150 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.518 \text{ m}$$

$$D = 20.401 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36}'' \text{ (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

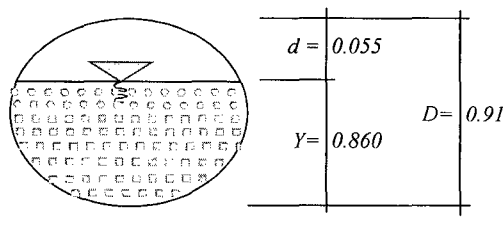
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.875}{0.641} = 1.37 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times [0.265]^{2/3} \times [0.1]^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 3.98 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.875 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.50 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentia  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.50 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 14.50}{1000} = 0.488 \text{ m}^3/\text{seg}$$

⊕ **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 [ 3.4542 \times R ]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 15 ‰ = 0.15 Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021 → Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[ 9.1421 R^2 ] [ R^{2/3} ] S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right)^{3/8}$$



$$R = \left( \frac{0.488 \times 0.021}{9.1421 \times (0.15)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.112 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.386 \text{ m}$$

$$D = 15.189 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36} \text{ " (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

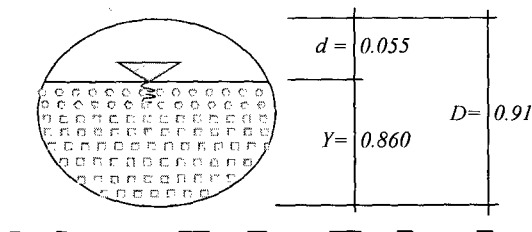
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.488}{0.641} = 0.76 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.15)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 4.87 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.488 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

4- **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 6.00}{1000} = 0.202 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4\* **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla. (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \quad \longrightarrow \quad D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \quad \longrightarrow \quad A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 \left[ 3.4542 \times R \right]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 R^2$$

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

*S* = 30 ‰ = 0.3 Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021  $\longrightarrow$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{\left[ 9.1421 R^2 \right] \left[ R^{2/3} \right] S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left[ \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.202 \times 0.021}{9.1421 \times (0.3)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.070 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.243 \text{ m}$$

$$D = 9.580 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36}'' \text{ (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

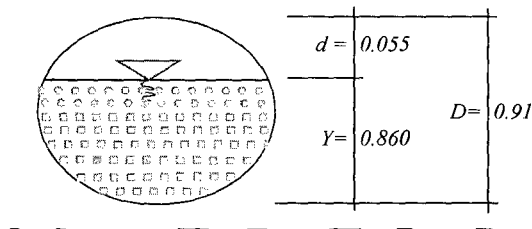
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.202}{0.641} = 0.32 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.3)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 6.89 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.202 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

$I = \text{Intensidad} = 6.06 \text{ cm/h}$   
 $A = \text{Area Tributaria} = 11.00 \text{ Há}$   
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de  $C = 0.20$

4\* **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

$Q = \text{Gasto lt/seg}$   
 $C = \text{Coeficiente de escorrentía}$   
 $I = \text{Intensidad} = 6.06 \text{ cm/h}$   
 $A = \text{Area Tributaria} = 11.00 \text{ Há}$

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 11.00}{1000} = 0.370 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4\* **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 [ 3.4542 \times R ]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 R^2$$

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

$S = 15 \% = 0.15$  Pendiente de la cuenca  
 $n = 0.021$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[ 9.1421 R^2 ] [ R^{2/3} ] S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = \left[ \frac{0.370 \times 0.021}{9.1421 \times (0.15)^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$R = 0.101 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.348 \text{ m}$$

$$D = 13.694 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36}'' \text{ (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

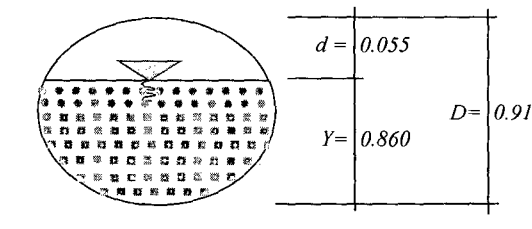
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.370}{0.641} = 0.58 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.15)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 4.87 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.370 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 10.50 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

4\* **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 10.50 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 10.50}{1000} = 0.353 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4\* **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \quad \longrightarrow \quad D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \quad \longrightarrow \quad A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 \left[ 3.4542 \times R \right]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 15 ‰ = 0.15      Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021       $\longrightarrow$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{\left[ 9.1421 R^2 \right] \left[ R^{2/3} \right] \times S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left[ \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.353 \times 0.021}{9.1421 \times (0.15)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.099 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.342 \text{ m}$$

$$D = 13.458 \text{ Pulg} < > \boxed{\phi = 36}'' \text{ (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\updownarrow R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\updownarrow A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\updownarrow Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

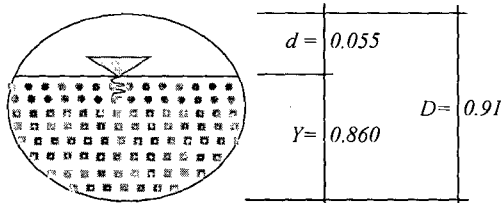
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.353}{0.641} = 0.55 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.15)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 4.87 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.353 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**Alcantarilla N° 08 - Km. 10+620**

**DATOS:**

$I = \text{Intensidad} = 6.06 \text{ cm/h}$   
 $A = \text{Area Tributaria} = 6.50 \text{ Há}$   
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de  $C = 0.20$

4- **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

$Q = \text{Gasto lt/seg}$   
 $C = \text{Coeficiente de escorrentía}$   
 $I = \text{Intensidad} = 6.06 \text{ cm/h}$   
 $A = \text{Area Tributaria} = 6.50 \text{ Há}$

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 6.50}{1000} = 0.219 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4- **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 \left[ 3.4542 \times R \right]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

$S = 25 \text{ \%} = 0.25$  Pendiente de la cuenca  
 $n = 0.021$   $\longrightarrow$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[9.1421 R^2] [R^{2/3}] * S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left[ \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right]^{3/8}$$



$$R = \left( \frac{0.219 \times 0.021}{9.1421 \times (0.25)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.075 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.259 \text{ m}$$

$$D = 10.216 \text{ Pulg} \quad \langle \rangle \quad \boxed{\phi = 36} \text{ " (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\uparrow R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\uparrow A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\uparrow Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

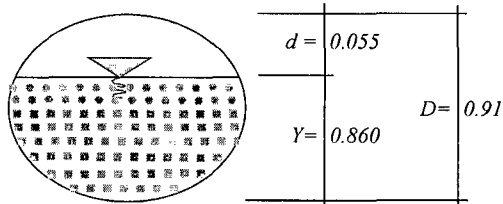
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.219}{0.641} = 0.34 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.25)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 6.29 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.219 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 8.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 8.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 8.00}{1000} = 0.269 \text{ m}^3/\text{seg}$$

⊕ **Cálculo del Diámetro de la alcantarilla.(para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando una sección para máxima eficiencia hidráulica tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.94$$

$$Y = 0.94 D$$

2.- Con este valor ingresamos a la tabla 3.2.2.1 - Fórmula de Manning en Conductos Cerrados y obtenemos :

$$\frac{R}{D} = 0.2895 \longrightarrow D = 3.4542 R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7662 \longrightarrow A = 0.7662 D^2$$

$$A = 0.7662 [ 3.4542 \times R ]^2 = 9.1421 R^2$$

$$A = 9.1421 \times R^2$$

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

*S* = 20 ‰ = 0.2 Pendiente de la cuenca  
*n* = 0.021  $\longrightarrow$  Tubería de fierro galvanizado corrugado comercial

$$Q = \frac{[ 9.1421 R^2 ] [ R^{2/3} ] \times S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \times n}{9.1421 \times S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = \left( \frac{0.269 \times 0.021}{9.1421 \times (0.2)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.085 \text{ m}$$

Reemplazando en :  $D = 3.4542 \times R$

$$D = 0.292 \text{ m}$$

$$D = 11.515 \text{ Pulg} <> \boxed{\phi = 36} \text{ " (Diámetro comercial)}$$

Con el diámetro comercial obtenemos :

$$\dagger R = 0.2895 \times \phi$$

$$\boxed{R = 0.265 \text{ m}}$$

$$\dagger A = 9.1421 \times R^2$$

$$\boxed{A = 0.641 \text{ m}^2}$$

$$\dagger Y = 0.94 \times D$$

$$\boxed{Y = 0.860 \text{ m}}$$

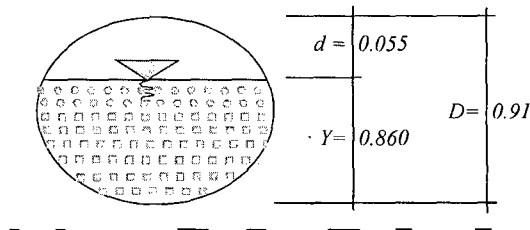
Verificando la velocidad :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.269}{0.641} = 0.42 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (velocidad mínima por sedimentación)} \rightarrow \text{OK}$$

Verificando el gasto por Manning :

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} = \frac{0.641 \times (0.265)^{2/3} \times (0.2)^{1/2}}{0.021}$$

$$Q = 5.62 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.269 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \text{OK}$$



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 30.02 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg

*C* = Coeficiente de escorrentía

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h

*A* = Area Tributaria = 30.02 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 30.02}{1000} = 1.010 \text{ m}^3/\text{seg}$$

⊕ **Cálculo de las dimensiones de la alcantarilla (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

$$Q = V \times A \rightarrow A = B \times L \leftrightarrow V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*V* : Velocidad  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*P* : Perimetro Mojado

$$Q = \frac{A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Para encontrar la seccion transversal , se considera que el caudal hidrológicamente calculado no exceda la velocidad de 3 m/s

Despues de iterar se escoge el ancho de *L*= 3.0 y *S*=0.30%, entonces se tiene:

Altura de lamina de agua: *B*= 0.80 m

Area hidraulica: *A* = *B* x *L*  
*A* = 0.8 m x 3.0 m  
*A* = 2.4 m<sup>2</sup>

Perimetro mojado:

$$P = L + 2 \times B$$
$$P = 3.0 + 2 \times 0.8$$
$$P = 4.6 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$R = A / P$$
$$R = \frac{2.4}{4.6}$$
$$R = 0.5217 \text{ m}$$

Considerar:

$$n = 0.013 \text{ Rugosidad concreto}$$
$$S = 0.003$$

Calculo caudal de descarga:

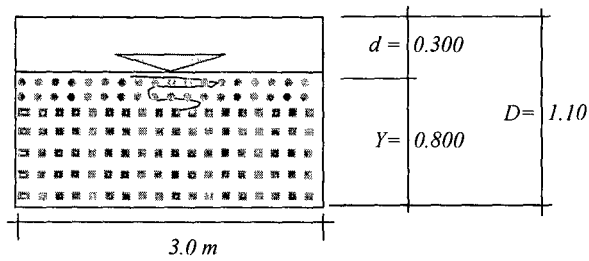
$$Qd = 6.6 \text{ m}^3$$

$$\frac{Qd}{6.6} > \frac{Q}{1.010} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 2.731 \text{ m/seg} < 3.0 \text{ m/seg} \quad (\text{velocidad maxima}) \quad \mathbf{OK}$$

Considerar la altura libre de la seccion a 0.30 m, para determinar las dimensiones finales de la seccion hidraulica de la alcantarilla cajon:



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.27 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.20

**Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 14.27 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.20 \times 6.055 \times 14.27}{1000} = 0.480 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**Cálculo de las dimensiones de la alcantarilla (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

$$Q = V \times A \rightarrow A = B \times L \leftrightarrow V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*V* : Velocidad  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*P* : Perimetro Mojado

$$Q = \frac{A \times \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Para encontrar la seccion transversal , se considera que el caudal hidrologicamente calculado no exceda la velocidad de 3 m/s

Despues de iterar se escoge el ancho de *L*= 3.0 y *S*=0.20%, entonces se tiene:

Altura de lamina de agua: *B*= 0.80 m  
 Area hidraulica: *A* = *B* x *L*  
                           *A* = 0.8 m x 4.0 m  
                           *A* = 3.2 m<sup>2</sup>

Perimetro mojado:

$$P = L + 2 \times B$$
$$P = 3.0 + 2 \times 0.8$$
$$P = 4.6 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$R = A / P$$
$$R = \frac{3.2}{4.6}$$
$$R = 0.6957 \text{ m}$$

Considerar:

$$n = 0.013 \text{ Rugosidad concreto}$$
$$S = 0.002$$

Calculo caudal de descarga:

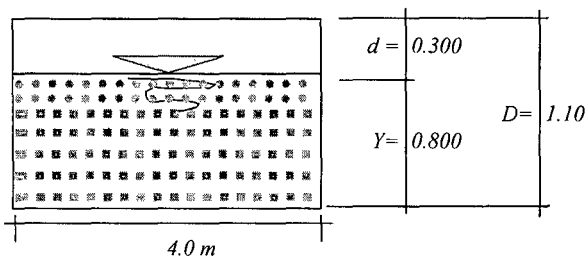
$$Qd = 8.6 \text{ m}^3$$

$$\frac{Qd}{8.6} > \frac{Q}{0.480} \quad \text{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 2.701 \text{ m/seg} < 3.0 \text{ m/seg} \quad (\text{velocidad maxima}) \quad \text{OK}$$

Considerar la altura libre de la seccion a 0.30 m, para determinar las dimensiones finales de la seccion hidraulica de la alcantarilla cajon:



**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 7.23 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

➤ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg

*C* = Coeficiente de escorrentía

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h

*A* = Area Tributaria = 7.23 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 7.23}{1000} = 0.365 \text{ m}^3/\text{seg}$$

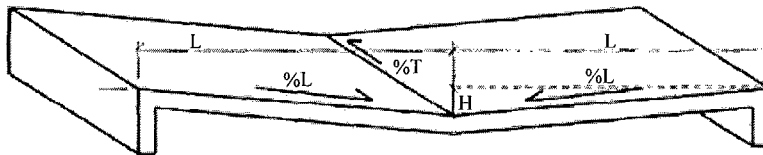
➤ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.25 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 5.5 \% = 0.055$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$



Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.1364 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 9.1046 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.125 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 3.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 3.1 > 0.365 \end{array}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.321 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.321 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.25	≈	0.25	m
Longitud	L=	4.55	≈	4.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**Baden de Paso N° 02 - Km. 1+890**

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 12.14 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⌘ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 12.14 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 12.14}{1000} = 0.613 \text{ m}^3/\text{seg}$$

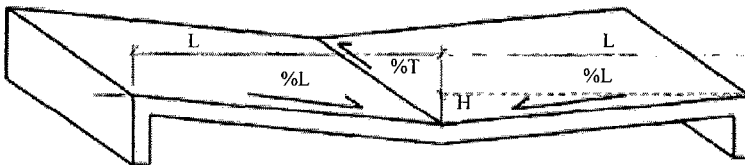
⌘ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.25 m  
 Pendiente de los lados: %L = 5.5 % = 0.055  
 Pendiente de fondo de canal: %T = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.1364 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 9.1046 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.125 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 3.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 3.1 > 0.613 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.539 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.539 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.25	≈	0.25	m
Longitud	L=	4.55	≈	4.5	m
Ancho de via	A=			7.1	m

**Baden de Paso N° 03 - Km. 2+140**

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 8.77 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 8.77 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 8.77}{1000} = 0.443 \text{ m}^3/\text{seg}$$

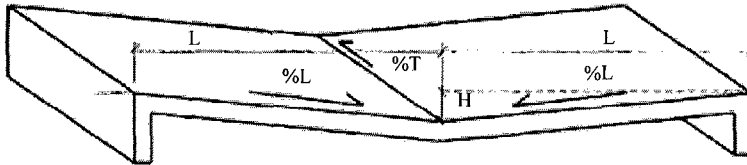
⊕ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.3 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 7.5 \% = 0.075$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 13.333$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.2 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 8.0225 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.150 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 3.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 3.7 > 0.443 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.369 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.369 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.3	≈	0.3	m
Longitud	L=	4	≈	4.0	m
Ancho de via	A=			6.0	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 7.95 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⇒ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 7.95 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 7.95}{1000} = 0.401 \text{ m}^3/\text{seg}$$

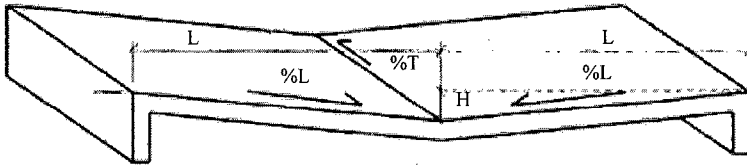
⇒ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

- Q* : Caudal de diseño
- A* : Area de la seccion hidraulica
- R* : Radio hidraulico de la seccion
- S* : Pendiente de estructura
- n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.25 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 5 \% = 0.05$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 20$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.25 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 10.012 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$R_h = A/P$$

$$R_h = 0.125 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Q_d = 3.40 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Q_d > Q \\ 3.4 > 0.401 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.321 \text{ m/seg} \quad V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.321 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.25	≈	0.25	m
Longitud	L=	5	≈	5.0	m
Ancho de via	A=			6.55	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 5.50 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.35

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 5.50 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.35 \times 6.055 \times 5.50}{1000} = 0.324 \text{ m}^3/\text{seg}$$

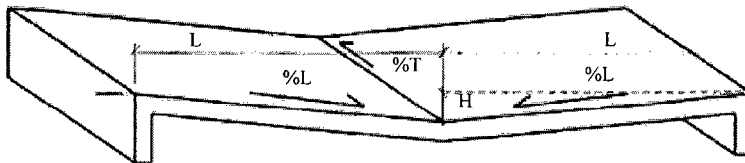
⊕ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.2 m  
 Pendiente de los lados: %L = 4 % = 0.04  
 Pendiente de fondo de canal: %T = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 25$



Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 10.008 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.100 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 2.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 2.3 > 0.324 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.324 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.324 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.2	≈	0.20	m
Longitud	L=	5	≈	5.00	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 6.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 6.00}{1000} = 0.303 \text{ m}^3/\text{seg}$$

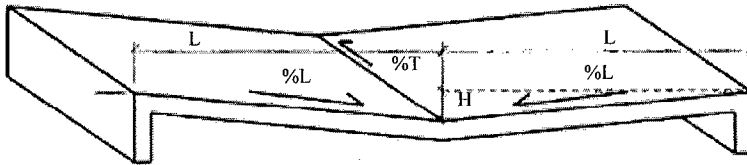
⊕ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.2 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 4 \% = 0.04$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 25$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 10.008 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.100 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 2.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 2.3 > 0.303 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.303 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.303 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.2	≈	0.25	m
Longitud	L=	5	≈	5.00	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 4.80 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.35

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 4.80 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.35 \times 6.055 \times 4.80}{1000} = 0.283 \text{ m}^3/\text{seg}$$

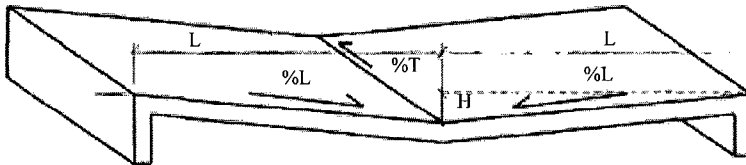
⊕ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

- Q* : Caudal de diseño
- A* : Area de la seccion hidraulica
- R* : Radio hidraulico de la seccion
- S* : Pendiente de estructura
- n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.2 m  
 Pendiente de los lados: %L = 4.5 % = 0.045  
 Pendiente de fondo de canal: %T = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura: *Z* = 1 / %L = 22.222

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 0.8889 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 8.8979 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.100 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 2.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Qd}{2.1} > \frac{Q}{0.283}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.318 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.318 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.2	≈	0.25	m
Longitud	L=	4.44	≈	4.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 5.20 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

4- **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 5.20 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 5.20}{1000} = 0.262 \text{ m}^3/\text{seg}$$

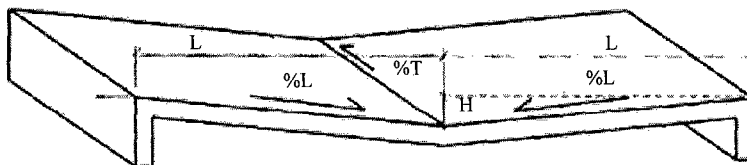
4\* **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.2 m  
 Pendiente de los lados: %L = 4.7 % = 0.047  
 Pendiente de fondo de canal: %T = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 21.277$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 0.8511 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 8.52 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$R_h = A/P$$

$$R_h = 0.100 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Q_d = 1.99 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Q_d}{2.0} > \frac{Q}{0.262} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.308 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.308 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

$$\text{Profundidad} \quad H = 0.2 \approx 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} \quad L = 4.26 \approx 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de via} \quad A = 6.25 \text{ m}$$

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 11.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⌘ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 11.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 11.00}{1000} = 0.555 \text{ m}^3/\text{seg}$$

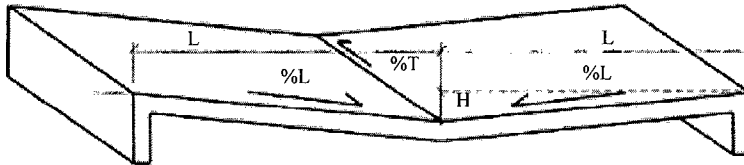
⌘ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

- Q* : Caudal de diseño
- A* : Area de la seccion hidraulica
- R* : Radio hidraulico de la seccion
- S* : Pendiente de estructura
- n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.25 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 5.5 \% = 0.055$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$



Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.1364 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 9.1046 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.125 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 3.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 3.1 > 0.555 \end{array}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.488 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.488 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.25	≈	0.25	m
Longitud	L=	4.55	≈	4.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 10.80 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

⊕ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 10.80 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 10.80}{1000} = 0.545 \text{ m}^3/\text{seg}$$

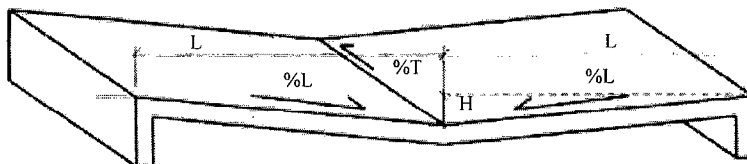
⊕ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

- Q* : Caudal de diseño
- A* : Area de la seccion hidraulica
- R* : Radio hidraulico de la seccion
- S* : Pendiente de estructura
- n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.25 m  
 Pendiente de los lados: *%L* = 5.5 % = 0.055  
 Pendiente de fondo de canal: *%T* = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.1364 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 9.1046 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.125 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 3.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 3.1 > 0.545 \end{array} \quad \mathbf{OK}$$

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 0.48 \text{ m/seg}$$

$$V_{\max} = 3.0 \text{ m/s} > 0.480 \text{ m/s} > V_{\min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.25	≈	0.25	m
Longitud	L=	4.55	≈	4.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**Baden de Paso N° 11 - Km. 6+701**

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 75.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

☛ **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 75.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 75.00}{1000} = 3.785 \text{ m}^3/\text{seg}$$

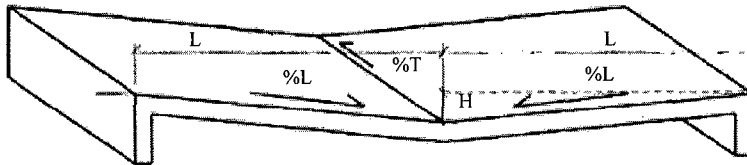
☛ **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima: *H* = 0.4 m  
 Pendiente de los lados: %L = 5.5 % = 0.055  
 Pendiente de fondo de canal: %T = 2 % = 0.02  
 Coeficiente de Manning: *n* = 0.013 Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 2.9091 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 14.567 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.200 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 10.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 10.8 > 3.785 \end{array}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 1.301 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 1.301 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.4	≈	0.4	m
Longitud	L=	7.27	≈	7.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 70.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

4\* **Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 70.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 70.00}{1000} = 3.532 \text{ m}^3/\text{seg}$$

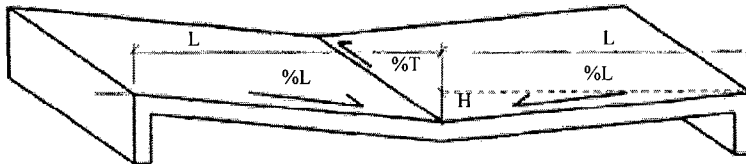
4\* **Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.4 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 5.5 \% = 0.055$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 18.182$

Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 2.9091 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 14.567 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.200 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 10.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Qd > Q \\ 10.8 > 3.532 \end{array}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 1.214 \text{ m/seg}$$

$$V_{\max} = 3.0 \text{ m/s} > 1.214 \text{ m/s} > V_{\min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

Profundidad	H=	0.4	≈	0.4	m
Longitud	L=	7.27	≈	7.5	m
Ancho de via	A=			6.25	m

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 35.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

**Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentía  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 35.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 35.00}{1000} = 1.766 \text{ m}^3/\text{seg}$$

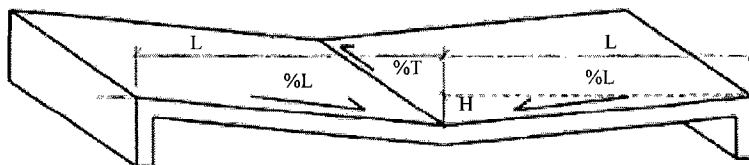
**Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.3 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 6 \% = 0.06$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1/\%L = 16.667$



Area:

$$A = Z \times H^2$$

$$A = 1.5 \text{ m}^2$$

Perimetro mojado:

$$P = 2 \times H \times (1 + Z^2)^{1/2}$$

$$P = 10.018 \text{ m}$$

Radio hidraulico:

$$Rh = A/P$$

$$Rh = 0.150 \text{ m}$$

Calculo caudal de descarga de diseño:

$$Qd = 4.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Qd}{4.6} > \frac{Q}{1.766}$$

**OK**

Verificando velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = 1.177 \text{ m/seg}$$

$$V_{max} = 3.0 \text{ m/s} > 1.177 \text{ m/s} > V_{min} = 0.3 \text{ m/s}$$

**OK**

Dimensiones:

$$\text{Profundidad} \quad H = 0.3 \approx 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} \quad L = 5 \approx 5.00 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de via} \quad A = 6.72 \text{ m}$$

**DATOS:**

*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 12.00 Há  
 Suelo semi permeable con vegetación el valor de *C* = 0.30

**Cálculo del Gasto (Método Racional) :**

$$Q = \frac{27.78 \times C \times I \times A}{1000}$$

*Q* = Gasto lt/seg  
*C* = Coeficiente de escorrentia  
*I* = Intensidad = 6.06 cm/h  
*A* = Area Tributaria = 12.00 Há

$$Q = \frac{27.78 \times 0.30 \times 6.055 \times 12.00}{1000} = 0.606 \text{ m}^3/\text{seg}$$

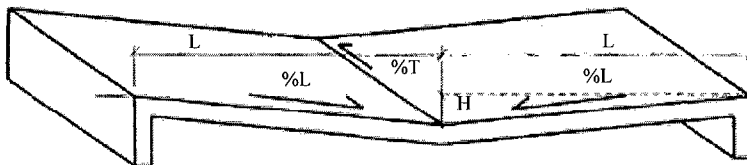
**Cálculo de las dimensiones del baden (para máxima eficiencia hidráulica)**

1.- Considerando lo siguiente:

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

Donde:

*Q* : Caudal de diseño  
*A* : Area de la seccion hidraulica  
*R* : Radio hidraulico de la seccion  
*S* : Pendiente de estructura  
*n* : Coeficiente de Manning



Consideraciones de calculo:

Profundidad maxima:  $H = 0.3 \text{ m}$   
 Pendiente de los lados:  $\%L = 6 \% = 0.06$   
 Pendiente de fondo de canal:  $\%T = 2 \% = 0.02$   
 Coeficiente de Manning:  $n = 0.013$  Concreto

Pendiente de los lados de estructura:  $Z = 1 / \%L = 16.667$

Area:

$$A = C \cdot H^2$$

$$A = 1.5 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado:

$$P = C \cdot H \cdot \sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 10.018 \text{ m}$$

Radio hidráulico:

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

$$R_h = 0.150 \text{ m}$$

Caudal crítico de descarga de diseño:

$$Q_d = 4.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{array}{l} Q_d > Q \\ 4.6 > 0.606 \end{array}$$

OK

Profundidad velocidad:

$$T = \frac{Q}{A} = 0.404 \text{ m/seg}$$

$$V_{\text{máx}} = 3.0 \text{ m/s} > 0.404 \text{ m/s} > V_{\text{mín}} = 0.3 \text{ m/s}$$

OK

Dimensiones:

Profundidad	H =	0.3	≈	0.30	m
Longitud	L =	5	≈	5.00	m
Ancho de vía	A =			6.25	m