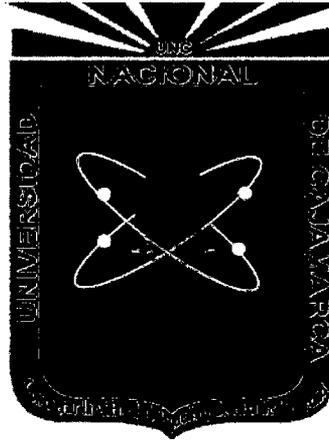




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Profesional: "Estudio de la Pavimentación en la Urbanización Santa Rosa de Lima I, II Etapa".



**ESTUDIO DE LA PAVIMENTACION EN LA URBANIZACION
SANTA ROSA DE LIMA I, II ETAPA**

PROYECTO PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

Mirella Bernardita Peralta Guerrero

Julio César Vigo Muñoz

ASESOR:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

CAJAMARCA – PERU

- 2014-



DEDICATORIA

Dedicado a mis Padres, por el inmenso amor incondicional que me demuestran día a día y por el gran apoyo y paciencia que tuvieron para ver realizado este Proyecto Profesional.

A mis queridos hijos, Piero y Karol, que son los motores que me impulsan a seguir adelante y no desfallecer en el camino de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de tener esta profesión tan hermosa que es la Ingeniería Civil.

A nuestro asesor, Ing. Alejandro Cubas Becerra, por la paciencia que tuvo durante el desarrollo de este Proyecto Profesional; y en general, a todas las personas que me brindaron su apoyo para que se haga realidad.

Mirella

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas que confiaron y nos alentaron para culminar este trabajo, y como consecuencia de ello nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO

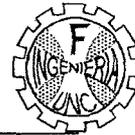
A Dios, por darnos la oportunidad de alcanzar este anhelo personal y profesional. Al Ing. Alejandro Cubas Becerra, por su apoyo incondicional. A todas las personas que directa e indirectamente contribuyeron a hacer realidad esta aspiración personal.

Julio César

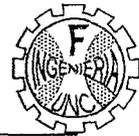


INDICE

INDICE	3
TITULO:.....	8
I. CAPITULO I: INTRODUCCION.....	8
1.1. OBJETIVOS	10
i. Objetivo general.....	10
ii. Objetivos específicos.....	10
1.2. ANTECEDENTES	10
1.3. ALCANCES	11
1.4. CARACTERISTICAS LOCALES:	12
1.4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCION DE LA ZONA:.....	12
1.4.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y GEOLÓGICA.....	13
DE LA ZONA:.....	13
1.4.3 REFERENCIAS CLIMÁTICAS:.....	14
1.4.4 ESTUDIO SOCIO - ECONOMICO:.....	15
a. POBLACIÓN:.....	17
b. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS BENEFICIADAS:	17
c. VIVIENDA:	19
d. EDUCACIÓN:	20
e. SALUD:	21
f. ECONOMIA:.....	21
g. OTROS SERVICIOS:	22
h. IMPACTOS ESPERADOS DE LA PAVIMENTACIÓN:	22
1.5. JUSTIFICACIÓN	24
II. CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA	26
2.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO	26
2.1.1 GENERALIDADES	26
2.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	26
2.1.3 TRABAJO DE CAMPO	29
2.1.4 TIPO DE TOPOGRAFÍA	30
2.1.5 TRAZO DE LOS EJES LONGITUDINALES	32
2.1.6 SECCIONAMIENTO	32
2.1.7 TRABAJO DE GABINETE.....	33
2.2 DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS	34
2.2.1 GENERALIDADES	34
2.2.2 DISEÑO DE LOS EJES LONGITUDINALES EN PLANTA:.....	35
2.2.3 TRAZADO DE PERFILES LONGITUDINALES:.....	35
2.2.4 SECCIONES TRANSVERSALES:	36
2.2.5 TIPOS DE VEHÍCULOS:.....	38



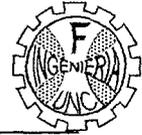
2.3	ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES PARA LA PAVIMENTACION:	47
2.3.1	GENERALIDADES:	47
2.3.2	ESTUDIO DE SUELOS: ENSAYOS DE LABORATORIO:	48
2.3.3	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS:	56
2.3.4	ESTUDIO DE MATERIALES: CANTERAS:	57
2.3.5	ESTABILIDAD DE SUELOS:	58
2.4	DISEÑO DEL PAVIMENTO:	58
2.4.1	GENERALIDADES:	58
2.4.2	PAVIMENTO:	59
2.4.3	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE TRÁFICO:	64
2.4.4	ELECCIÓN DEL PAVIMENTO:	68
2.4.5	DISEÑO DEL PAVIMENTO:	70
2.4.6	METODO DE DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND:	82
2.4.7	MATERIALES A USAR EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS:	100
2.4.8	DISEÑO DE MEZCLAS:	106
2.5	OBRAS DE ARTE:	109
2.5.1	GENERALIDADES:	109
2.5.2	DRENAJE SUPERFICIAL:	109
2.5.3	DRENAJE SECUNDARIO:	109
2.5.4	DRENAJE PRIMARIO:	110
2.5.5	ESTUDIO HIDROLÓGICO:	110
2.5.6	DISEÑO DEL DRENAJE:	111
2.5.7	PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS OBRAS DE ARTE	123
2.5.8	DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE ARTE	124
2.6	SEÑALIZACIÓN DEL TRÁFICO:	124
2.6.1	GENERALIDADES:	124
2.6.2	ESTABLECIMIENTO DE LAS SEÑALES:	125
2.6.3	SEÑALES EN EL PAVIMENTO:	130
III.	CAPITULO III: RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	134
3.1	RECURSOS HUMANOS	134
3.2	RECURSOS MATERIALES	134
IV.	CAPITULO IV: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO	137
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES	137
4.1.1	ANTECEDENTES	137
4.1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	137
4.1.3	JUSTIFICACIÓN	137
4.1.4	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	137
4.1.5	ESTUDIO CLIMATOLOGICO	138
4.1.6	POBLACIÓN	138
4.2	ESTUDIO TOPOGRAFICO:	138



4.2.1	GENERALIDADES	138
4.2.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	139
4.3	DISEÑO GEOMETRICO	156
4.3.1	DISEÑO DE EJES LONGITUDINALES	156
4.3.2	TRAZO DE PERFILES LONGITUDINALES	156
4.3.3	SECCIONES TRANSVERSALES	156
4.3.4	TIPOS DE VEHICULOS.....	157
4.4	ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES PARA LA PAVIMENTACIÓN: 158	
4.4.1	EXPLORACIÓN DE SUELOS: CALICATAS.....	158
4.4.2	ESTUDIO DE SUELOS: Ensayos de Laboratorio con fines de Pavimentación.....	160
4.4.3	RESULTADOS	167
4.4.4	PERFILES ESTRATIGRAFICOS	210
4.4.5	GRAFICOS	211
4.4.6	ESTUDIO DE MATERIALES: Canteras.....	213
4.5	DISEÑO DEL PAVIMENTO	214
4.5.1	CALCULO DEL INDICE DE TRAFICO	214
4.6	ELECCION DEL PAVIMENTO.....	223
4.7	COEFICIENTE DE SEGURIDAD.....	223
4.8	DISEÑO DEL PAVIMENTO APROPIADO PARA LA ZONA.....	223
4.8.1	METODO DE FATIGA DE LA ASOCIACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND.	223
4.8.2	DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO SEGÚN: GERALD PICKETT.	226
4.8.3	CHEQUEO DEL ESFUERZO POR CARGA	227
4.8.4	DISEÑO DE JUNTAS.....	229
4.9	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO.....	230
4.9.1	PISTA O CALZADA	231
4.9.2	VEREDAS Y CUNETAS	239
4.10	DISEÑO DE OBRAS DE ARTE.....	247
4.10.1	DISEÑO GEOMETRICO.....	247
4.10.2	CALCULO DE LOS CAUDALES HIDROLOGICOS	247
4.10.3	CALCULO DE CAUDALES HIDROLOGICOS ACUMULADOS POR TRAMO.....	259
4.10.4	CAUDALES POR PUNTO	261
4.10.5	CALCULO DE LAS CAPACIDADES HIDRAULICAS.....	263
4.10.6	CALCULO DE VELOCIDADES EN CADA TRAMO	310
4.11	SEÑALIZACIÓN	314
4.11.1	SEÑALES REGULADORAS DE SENTIDO DE CIRCULACIÓN.....	314
4.11.2	SEÑALES PREVENTIVAS Y REGULADORAS DE VELOCIDAD	314

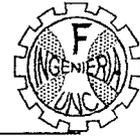


4.11.3 PARE	314
4.11.4 MARCAS EN EL PAVIMENTO	314
V. CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	316
5.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO	316
5.2 DISEÑO GEOMETRICO	316
5.3 RESULTADOS DE PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS	317
5.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO	318
5.5 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE.....	318
VI. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	320
6.1 CONCLUSIONES	320
6.2 RECOMENDACIONES	320
ANEXOS	322
COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	323
PLANILLA DE METRADOS.....	336
METRADOS DE EXPLANACIONES	346
ESPECIFICACIONES TECNICAS	352
PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	376
BIBLIOGRAFIA	378



CAPITULO I

INTRODUCCION



TITULO:

"Estudio de la Pavimentación en la Urbanización Santa Rosa de Lima
I, II Etapa"

I. CAPITULO I: INTRODUCCION

En los últimos años, se ha dado bastante impulso a los proyectos de pavimentación de vías en nuestra ciudad. Esto como resultado de la gestión de autoridades y población que buscan otorgar un mejor ornato y una mayor comodidad a las zonas urbanas donde se emplazan grupos poblacionales importantes de nuestra localidad.

Actualmente, la zona en estudio no cuenta con el 100% de vías de acceso y circulación debidamente pavimentadas, lo que repercute en el nivel de vida de sus habitantes. En épocas de lluvia las vías no aseguran un desplazamiento adecuado de personas y vehículos, ya que se sumado a la presencia de lodos, se generan aniegos y hundimientos pronunciados en el terreno; por su parte, en época de estiaje la presencia de polvo es muy perjudicial para transeúntes y habitantes en general.

El "Estudio de la Pavimentación en la Urbanización Santa Rosa de Lima I, II Etapa", ha tomado en cuenta el análisis de todas las variables necesarias para formular y presentar una propuesta para la pavimentación de las vías. Para tal efecto, se presenta de forma ordenada y sistemática seis capítulos en los que se presenta información seleccionada acerca del estudio de la pavimentación.

En el capítulo I se muestra los antecedentes y las características locales y socio económicas de la población en estudio.

El capítulo II describe las consideraciones generales, tratando desde los conceptos, clasificación, aplicaciones y otros relacionados al estudio de suelos, estudio de tráfico, estudio hidrológico, diseño de pavimentos y diseño de obras de arte.

El capítulo III resume los recursos, tanto humanos como materiales, empleados para llevar adelante el Estudio.

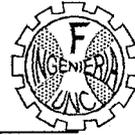
En el capítulo IV se presentan los aspectos más importantes a tomar en cuenta para el diseño, tanto de los componentes, como de la estructura del pavimento de concreto. Para este último se presenta el método y procedimiento utilizado para



definir el espesor del pavimento mediante el método de fatiga de la Asociación de Cemento Portland.

En el capítulo V se presentan de manera resumida los resultados de nuestro estudio.

El capítulo VI muestra las conclusiones y recomendaciones, así como los anexos que forman parte de nuestro Estudio.



1.1. OBJETIVOS

i. Objetivo general

Elaborar el Estudio de la Pavimentación en la Urbanización Santa Rosa de Lima I, II Etapa.

ii. Objetivos específicos

- a. Ejecutar el levantamiento topográfico de la zona en estudio.
- b. Realizar el estudio de suelos que nos permita conocer las características físicas y mecánicas de sus elementos, para un adecuado diseño del pavimento.
- c. Efectuar el estudio de tráfico que permita conocer la cantidad y tipo de vehículo a utilizar para el diseño de pavimento.
- d. Diseñar el pavimento de acuerdo a las características de la zona, los datos del estudio de suelos y los parámetros del estudio de tráfico.
- e. Realizar el estudio hidrológico para un conveniente diseño de las obras de arte.

1.2. ANTECEDENTES

La urbanización Santa Rosa de Lima se establece por iniciativa del personal de la Policía Nacional del Perú, en situación activa y/o en retiro. La lotización de los terrenos comienza alrededor del año 1990 con un total aproximado de 320 lotes de terreno que van desde los 120 hasta los 160 m². En la actualidad, no obstante contar con los planos de zonificación y lotización aprobados por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, no se ha podido avanzar de manera significativa en la construcción de pavimentos en las diferentes calles de la Urbanización. Un aspecto importante es que la mayoría de calles que conforman esta lotización disponen de instalaciones de



agua, desagüe y luz eléctrica. Actualmente residen en esta urbanización aproximadamente 200 familias con un promedio de 5 personas por familia. La zona no dispone aún de establecimientos de salud e instituciones educativas, por lo que la demanda de servicios de educación y salud es atendida mayormente por instituciones cercanas al lugar.

El presente estudio complementa esfuerzos anteriores, orientados a lograr la pavimentación de las vías en su totalidad. A la fecha, las vías que ya se encuentran pavimentadas son:

- Jr. Yurimaguas, entre la Av. La Paz y la Av. San Martín de Porres.
- Jr. Cusco, entre la Av. La Paz y la Av. Nuevo Cajamarca.
- Av. Nuevo Cajamarca.
- Jr. San Bernardo, entre Jr. Santa Sarita y Av. San Martín de Porres.

Estas vías, a excepción del Jr. San Bernardo, cuentan con pavimento de cemento portland, en buen estado de conservación, con un espesor promedio de 20 cm.; asimismo, disponen de cunetas de concreto de sección triangular de 50 cm. de ancho por 30 cm. de altura. Por su parte, el Jr. San Bernardo, presenta una pavimentación con adoquines de concreto de 8 cm. de espesor, y cunetas similares a las mencionadas anteriormente.

1.3. ALCANCES

El presente estudio contempla el levantamiento topográfico, estudio de suelos, cálculo de precipitación anual media y otros orientados a lograr un conveniente diseño del pavimento necesario para dotar de vías adecuadas a la urbanización Santa Rosa de Lima en sus dos etapas. Igualmente comprende todo lo relacionado al diseño y construcción de veredas de concreto y sistemas de evacuación de aguas de lluvia; así como la señalización urbana de calles, según lo esta-



blecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En el presente estudio se ha diseñado el pavimento rígido, bermas, veredas y obras de arte de las siguientes calles:

- Jr. San Luís, entre la Av. La Paz y la Av. San Martín de Porres.
- Jr. 23 de Septiembre, entre la Av. La Paz y la Calle S/N.
- Jr. Luz y Esperanza, entre la Av. La Paz y el Jr. San Andrés.
- Jr. Virgen del Rosario, entre el Jr. San Luis y el Jr. Luz y Esperanza.
- Jr. Perea, entre el Jr. Cuzco y el Jr. Luz y Esperanza.
- Calle 1, entre el Jr. Yurimaguas y Jr. Luz y Esperanza.
- Calle S/N, entre Jr. Cuzco y Jr. Misión Bautista.
- Jr. San Pedro, entre el Jr. San Luís y el Jr. Luz y Esperanza.
- Jr. Santa Sarita, entre el Jr. Misión Bautista y el Psje. Niño Jesús.
- Jr. San Marcos, entre el Jr. San Luís y el Psje. Niño Jesús.
- Jr. San Andrés, entre el Jr. San Luís y el Psje. Niño Jesús.

1.4. CARACTERÍSTICAS LOCALES:

1.4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA:

UBICACIÓN: El sector en estudio se encuentra ubicado, entre las Coordenadas UTM 776 950 ESTE, 9 205 650 NORTE, en el extremo superior derecho y a 776 250 ESTE, 9' 205 150 NORTE en el extremo inferior izquierdo.

Se accede directamente a la zona del proyecto por la Av. La Paz, hasta llegar al Barrio Nuevo Cajamarca, en relación al centro de la ciudad se encuentra a aproximada-



mente a 3.70 Km. de la plaza de armas de la ciudad de Cajamarca en dirección Sur – Este.

Políticamente la zona se encuentra en el Sector 11 de la Ciudad de Cajamarca, distrito y provincia del mismo nombre, en la Región Cajamarca.

VÍAS DE ACCESO:

La zona cuenta con tres vías principales de comunicación como son: Av. La Paz, Av. Nueva Cajamarca y Av. San Martín de Porras; por cualquiera de estos tres accesos se puede llegar al área de estudio.

HIDROLOGÍA:

La zona no cuenta con canales de regadío, ríos, quebradas o manantiales superficiales, el drenaje de lluvia esta dado de acuerdo al relieve del terreno.

VEGETACIÓN:

En la zona es muy escasa el área destinada a cultivos de pan de llevar. Tampoco hay áreas con presencia importante de arbustos. Solo en los dos parques existentes se puede observar plantas y vegetación.

1.4.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y GEOLÓGICA

DE LA ZONA:

GEOLOGÍA:

Actualmente, para el diseño de una infraestructura, es necesario conocer el comportamiento resistente del suelo,



para esto es indispensable y necesario detallar las condiciones naturales del mismo.

Geológicamente la zona en estudio pertenece a la Era Cenozoica edad del Cuaternario o Reciente que se caracteriza por estar constituida por depósitos de materiales aluviales, fluviales, glaciares y lacustres.

FORMACIÓN DEL CUATERNARIO O RECIENTE:

Depósitos Fluvio Glaciares y Lacustres:

Estos se encuentran a lo largo del valle Cajamarquino y están conformadas por arenas, limos, arcillas, grava y canto rodado de dimensión y naturaleza variable, cuyas potencias también son variables. Estas peculiaridades presentan la zona materia de estudio.

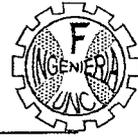
FISIOGRAFÍA:

En la zona de estudio se observan unidades fisiográficas que corresponden a paisaje fluvio glaciar y límnic, donde la topografía es llana.

1.4.3 REFERENCIAS CLIMÁTICAS:

Uno de los factores más importantes que influyen poderosamente en el comportamiento de los pavimentos es el clima, parámetro al que no siempre se le da la importancia debida.

Para efectuar el estudio, es necesario conocer fundamentalmente la temperatura y las precipitaciones.



La ciudad de Cajamarca tiene un clima bastante variado a lo largo de todo el año que se manifiesta en épocas de estiaje y de fuertes lluvias.

Según los datos del SENAMHI, se han registrado temperaturas máximas absolutas de hasta 22 °C; así como también temperaturas mínimas absolutas de 1.1 °C bajo cero.

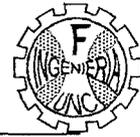
En el estudio de pavimentos conocer los períodos de precipitación pluvial son muy importantes, ya que la presencia de agua puede constituir un fuerte enemigo del pavimento si no se tiene un buen control de agua con un eficiente sistema de drenaje.

La zona del proyecto presenta una temperatura media anual de 14.2 °C, una precipitación promedio de 620 mm; con tres períodos como son: lluvioso con un 55 % de precipitación anual (Diciembre, Enero, Febrero y Marzo); un período intermedio con 36 % de la precipitación anual (Abril, Setiembre, Octubre y Noviembre) y un período seco con 9 % de la precipitación anual (Junio, Julio, Agosto). La humedad relativa varía entre 62 % y 71 % de acuerdo a la estación.

1.4.4 ESTUDIO SOCIO - ECONOMICO:

El avance del desarrollo de una ciudad está en función directa del aspecto socio-económico, cultural y político en que se desarrollan sus pobladores.

Es por ello que en el Perú a partir de la década de 1940 a 1965 se empieza a experimentar cambios extraordinarios



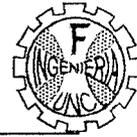
en las estructuras económicas y demográficas, sobre todo en estos últimos como es el crecimiento poblacional acelerado, notándose más este fenómeno en la década del 65 en adelante.

El crecimiento acelerado de la población tiene sus efectos tanto a nivel social como familiar. A nivel social representa una serie de demandas y exigencias de empleo principalmente, demanda de alimentos, de bienes y servicios (transporte, educación, salud y vivienda) y de consumibles (agua potable, energía y desagüe).

La ciudad de Cajamarca no escapa a este contexto nacional, como igualmente sucede en todas las ciudades del país que son polo de desarrollo y que presentan características de despegue económico.

La expansión urbana es un proceso que va unido al incremento de población y por ende a la mayor demanda de necesidades básicas, como vivienda, salud, educación, entre otros; esto a su vez, está ligado al nivel de vida y a la realidad socio – económica de la población de la ciudad de Cajamarca. El escenario que presenta la ciudad de Cajamarca es similar a la mayoría de ciudades situadas en la sierra del país, en donde las capitales de provincia son focos de atracción para la migración sobre todo de las áreas rurales, dando lugar a la población de las zonas peri urbanas, notándose en éstas la escases de servicios básicos elementales.

En este sentido daremos a conocer algunas características de la población beneficiada y los impactos que el proyec-



to espera alcanzar, para lo cual se ha realizado una encuesta muestral, la misma que nos permitirá tener una idea más clara del nivel de vida de sus moradores.

a. POBLACIÓN:

La población urbana de la ciudad de Cajamarca ha evolucionado de la siguiente manera:

Cuadro N° 1.1

Año	1940	1961	1972	1981	1993	2007
Población	37,868	47,593	62,513	77,182	117,509	181,532

Fuente: INEI Censos Poblacionales.

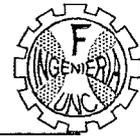
El cuadro muestra el crecimiento acelerado de la población. Es decir que desde 1993 la tasa de crecimiento poblacional en Cajamarca es aproximadamente de 3.9% por año.

En cuanto a su volumen poblacional como Región, Cajamarca se ubica en el cuarto lugar, después de Lima, Piura y La Libertad albergando al 4.92% de la población del país.

Es por ello que para realizar un proyecto de desarrollo socio económico, uno de los aspectos principales que se toma en cuenta es el de población, ya que se tiene que resaltar el beneficio que éste dará en función al número de beneficiarios.

b. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS BENEFICIADAS:

El Proyecto Profesional denominado "Estudio de la Pavimentación en la Urbanización Santa Rosa de Li-



ma I, II Etapa" pertenece al Barrio Nueva Cajamarca que beneficiara un total aproximado de 200 familias residentes en la actualidad, el barrio cuenta con familias que residen desde hace menos de 1 año hasta más de 14 años, las mismas que en su mayoría disponen de los servicios básicos, como es la instalación de agua potable, desagüe y electrificación.

Cuadro N° 1.2

Tiempo de residencia	Encuestados	%
0 a 4 años	18	58.70
5 a 9 años	3	10.35
10 a 14 años	4	14.61
14 a más	5	16.34
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

Del total de las familias encuestadas el 40% presentan como estado civil casados, el 25% son convivientes el resto está representado por solteros y separados, el número promedio de hijos por familia son en número de 3, la mayoría de ellos estudiantes de nivel primario, secundario y superior. Una de las principales dificultades para esta población es el desplazamiento hacia instituciones educativas, centros de trabajo y otros como mercados, centros comerciales, instituciones de salud. Para esto utilizan, mayormente, el servicio de transporte público como primera opción, haciéndose más difícil el acceso de los vehículos sobre todo en épocas de lluvia.



Cuadro N° 1.3

Estado civil	Encuestados	%
Casados	12	40.00
Solteros	8	25.00
Convivientes	4	15.00
Separados	6	20.00
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

Cuadro N° 1.4

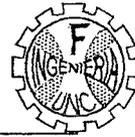
N° de hijos	Encuestados	%
Ninguno	6	18.60
1 a 2	11	37.60
3 a 4	7	24.90
Más de 4	6	18.90
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

c. VIVIENDA:

Se destaca la presencia de viviendas construidas mayormente de material noble y con techos aligerados de concreto; asimismo, se nota la presencia de algunas viviendas de adobe. Igualmente se evidencian áreas de terreno sin construir.

Respecto a la posesión de la vivienda en su mayoría son propietarios, siendo menor el porcentaje de viviendas alquiladas.



Cuadro N° 1.5

Situación de la vivienda	Encuestados	%
Propia	23	75.40
Alquilada	6	20.70
Otros	1	3.90
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

Cuadro N° 1.6

Material de la vivienda	Encuestados	%
Ladrillo y concreto	25	82.30
Adobe	4	12.40
Otros	1	5.30
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

En el lugar se puede observar la presencia de terrenos aún sin construir. Sin duda que la ejecución del proyecto de pavimentación de calles, fomentará el interés de propietarios de terrenos para ejecutar construcciones de viviendas y otros.

d. EDUCACIÓN:

Con respecto a los servicios de educación, la urbanización no cuenta con centro educativo alguno, los hijos de los pobladores se desplazan hacia los colegios cercanos al lugar o de lo contrario acuden a centros educativos ubicados en el centro de la ciudad de Cajamarca.



En lo que respecta al grado de educación de los pobladores se ha identificado que en su mayoría cuentan con educación: 22% cuenta con educación primaria, el 42% con educación secundaria y el 33% con superior. El que los pobladores cuenten con algún grado de instrucción facilita la intervención de cualquier institución que ofrezca sus servicios, ya que ellos muestran disposición en cooperar y ser partícipes de su propio desarrollo comunal.

Cuadro N° 1.7

Grado de instrucción	Encuestados	%
Ninguna	1	2.30
Primaria	7	22.70
Secundaria	12	41.80
Superior	10	33.20
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

e. SALUD:

En la comunidad no se cuenta con un establecimiento de salud, los pobladores recurren a los servicios con que cuenta la ciudad de Cajamarca, llámese Hospital Regional, Seguro Social, y algunos servicios, como puestos de salud cercanas al barrio en mención.

f. ECONOMIA:

La población donde se ejecutará el proyecto se ubica dentro de los niveles económicos identificados como sector C hacia B, es decir pobres a clase media, dicha



estructura económica de los pobladores se sustenta por los recursos que posee y los ingresos mensuales de los mismos, los que se determinan por los niveles de ocupación de la población económicamente activa.

Cuadro N° 1.8

Actividad	Encuestados	%
Públicas	5	18.10
Privadas	6	19.40
Independientes	13	42.20
Su casa	6	20.30
Total	30	100.00

Fuente: Encuesta aplicada.

g. OTROS SERVICIOS:

En la actualidad la población cuenta con servicios básicos de agua potable, alumbrado eléctrico y desagüe. Además cuenta con servicios de transporte privado (taxis) y transporte público (líneas de microbuses y combis) que circulan por las avenidas La Paz y San Martín de Porres

h. IMPACTOS ESPERADOS DE LA PAVIMENTACIÓN:

La población beneficiaria, identifica algunos impactos o cambios producidos como consecuencia de la pavimentación de sus calles, siendo el más importante, el mejoramiento del acceso hacia sus viviendas; ya sea como transporte vehicular o peatonal, paralelamente a



ello se impulsaría el movimiento comercial, es decir se instalaría más negocios y servicios.

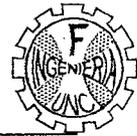
En cuanto a desarrollo urbano ellos identifican como resultado de la pavimentación el mejoramiento del ornato y la estética del lugar, el mejoramiento de los servicios básicos como recolección de residuos sólidos, servicio de seguridad ciudadana, servicios a domicilio, entre otros.

Estos cambios que la población identifica forma parte de las aspiraciones de los pobladores residentes del lugar y forma parte de las prioridades que esperan alcanzar a través de su gestión ante las autoridades Provinciales y Regionales.

Existen también algunos efectos negativos producto de la ejecución del Proyecto, tales como incremento en la circulación de vehículos, situación que originará mayor ruido vehicular, mayor producción de monóxido de carbono y mayor riesgo de accidentes de tránsito.

Sin embargo, se puede afirmar que la población percibe al proyecto de pavimentación como oportunidad para mejorar sus actividades socio económicas, y por ende su nivel de vida. Por esta razón existe la disponibilidad de cooperación y participación de los pobladores en la ejecución del Proyecto.

De este estudio socio económico concluimos:



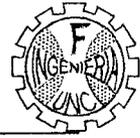
- 1) El mayor porcentaje de la población son trabajadores independientes dedicados a labores como carpintería y comercio; existen además pobladores dedicados a la actividad pública como: profesores, enfermeras y policías. La población se encuentra mayormente en los niveles B y C, y en su mayoría disponen de servicios básicos de agua potable, luz y desagüe; por lo que se hace necesario la pavimentación de las calles de esta urbanización.

- 2) El tipo de vehículo que transitará por las futuras vías pavimentadas de esta urbanización será un C3, según la tabla de Dimensiones y Cargas de los vehículos autorizados a transitar por las vías del Perú.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Las vías en estudio originan una serie de dificultades al tránsito vehicular y peatonal debido al mal estado en el que se encuentran. En la actualidad presentan numerosos baches, zonas fangosas en época de lluvia y desniveles pronunciados originados por la erosión de las precipitaciones pluviales.

Con la pavimentación de estas vías se espera contribuir a evitar distintos problemas de inundación, garantizar un tránsito cómodo y fluido para los usuarios de estas vías, disminuir la presencia de polvo en épocas de verano y mejorar el desarrollo y ornato de la urbanización. Por todos estos aspectos el presente proyecto es de suma importancia para el desarrollo socio económico de la población de esta zona y en general de la ciudad de Cajamarca y su ejecución se justifica técnica, social y económicamente.



CAPITULO II

REVISIÓN DE

LITERATURA



II. CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA

2.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO

2.1.1 GENERALIDADES

Para la realización del presente estudio de pavimentación, fue necesario realizar el levantamiento topográfico de la zona, el mismo que nos permite determinar los parámetros geométricos de la superficie en la que se levanta el Proyecto; asimismo, nos permitió determinar las dimensiones de vías y manzanas, secciones transversales, perfiles longitudinales y pendientes de las vías. Esto permite lograr un adecuado diseño de la geometría de las calles, del pavimento y de sus obras complementarias.

2.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El equipo empleado para el levantamiento topográfico fue una estación total. El uso de este equipo permite incrementar la productividad y precisión, durante el trabajo en campo y en gabinete.

- **INTRODUCCIÓN A LAS ESTACIONES TOTALES**

La práctica de la topografía en los últimos años se ha visto revolucionada debido a la creación de sofisticadas herramientas electrónicas. Tal es el caso de la Estación Total, la misma que permite llevar a cabo tareas de medición en forma rápida y eficaz, sin duda alguna, un instrumento universal que ofrece, tanto a nivel de usuario como de instrumento, un máximo grado de flexibilidad y manejabilidad.

Durante la última década casi la totalidad de topógrafos realizan sus trabajos con Estación Total, la misma que les proporciona



una precisión milimétrica y genera ganancias importantes en el tema de productividad.

- **ESTACIÓN TOTAL**

DEFINICIÓN: La Estación Total es un teodolito que tiene un Distomat incorporado y una microcomputadora, cargada con un software específico que permite obtener: distancias, ángulos, coordenadas, diferencias de alturas en forma instantánea.

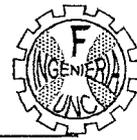
Adicionalmente algunos modelos tienen una tarjeta electrónica de memoria o Modulo Rec., para almacenamiento de las mediciones efectuadas y datos para replanteo.

- **CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LAS ESTACIONES TOTALES**

- Permiten realizar muchas funciones topográficas esenciales: distancias, ángulos, coordenadas, desniveles etc.
- Son versátiles, pues el usuario tiene la posibilidad de configurar el equipo de acuerdo a sus necesidades.

Por ejemplo:

- ✓ Puede elegir las unidades de medida.
- ✓ Los datos que necesita registrar.
- ✓ Los archivos o ficheros en los que almacenará su información.
- ✓ Actualizar parámetros de corrección.
- Cubren grandes distancias, reduciendo el número de estaciones de trabajo dependiendo del modelo pueden leer puntos distantes hasta de 7 Km con precisión de 2 segundos.
- Minimizan el error humano, en comparación al uso de equipos tradicionales.
- El trabajo de gabinete es facilitado enormemente, al calcular directamente las coordenadas, la información está libre para



editar y dar la información (database) al software (Transferencia inmediata al computador).

- Los replanteos y control de obra son mucho más fáciles y precisos, racionalizando el empleo de maquinaria y por consiguiente reduciendo costos.

- **LIBRETAS ELECTRÓNICAS**

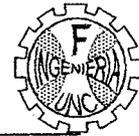
En sus primeros momentos dichos equipos eran registradores de gran tamaño físico, además correspondía uno por cada línea de productos.

Con el tiempo aparecieron colectores de datos que permiten su uso en varios modelos de instrumentos incluso de otras marcas.

Hoy en la actualidad existen equipos llamados libretas electrónicas, que no sólo registra datos de estaciones totales, sino que además, ofrecen un manejo de cálculo de coordenadas en archivos diferenciados como algunas otras funciones que solo se obtenían en cálculo de oficina.

Para nuestro estudio, utilizamos la libreta electrónica HP 48 TDS que posee una tarjeta de software topográfico y otra de memoria, conformando un poderoso y fácil instrumento registrador y multifuncional para todas las operaciones.

Para la toma de datos con libreta electrónica se conecta a la estación total por medio de un cable. La comunicación dura unos segundos, donde la libreta envía un comando a la estación, está a la vez retorna a la libreta su medición (distancia inclinada, ángulo horizontal y vertical). Esta medición es acumulada en un archivo de datos, además la libreta calcula y almacena en otro archivo con el mismo nombre pero con diferente extensión las coordenadas que calculó a través de las medidas y datos previamente ingresados.



DATOS INGRESADOS	DATOS MEDIDOS Y RECIBIDOS	DATOS CALCULADOS
I. Nombre del trabajo	I. Distancia Inclinada.	I. Norte.
II. Coordenadas de O.C.	II. Ángulo Horizontal.	II. Este.
III. Coordenadas de B.S.	III. Ángulo Vertical.	III. Elevación.
IV. HI Y HR.	IV. Ángulo Vertical.	IV. Descripción.
		V. Azimut.
		VI. Distancia Horizontal.
		VII: Distancia vertical.

2.1.3 TRABAJO DE CAMPO

Para la realización del trabajo de campo se sigue los siguientes pasos:

- **RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

Es la etapa de inspección directa en el terreno que se realiza haciendo un recorrido por toda la zona en estudio, el cual nos permite tener una idea global de las características topográficas, la ubicación de las estaciones, determinar el tipo de red de apoyo que se va a efectuar y el tiempo que demandará el levantamiento, así como estimar el costo del mismo.

- **UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES:**

Para la ubicación de las estaciones se tuvo en cuenta la forma geográfica del terreno, de tal forma que se pueda abarcar mayor extensión de área durante el levantamiento de datos.

- **MEDICIÓN DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL**

La medición de los lados se realizó con la estación total que tiene un distanciómetro incorporado que emite rayos infrarrojos, los cuales "rebotan" en el prisma, ubicado en el objetivo (o punto), retornando al equipo, donde la microcomputadora, registra



el tiempo empleado y teniendo prefijada la velocidad de propagación, se calcula la distancia.

- **MEDICIÓN DE LOS ÁNGULOS DE LA POLIGONAL**

La estación total tiene dos formas de ir guardando los datos, una de ellas consiste en grabar los datos en coordenada x, y, z; mientras que la otra permita registrar la distancia, ángulos horizontales y verticales.

- **ORIENTACIÓN**

La orientación es con respecto al Norte Magnético y se procede a ubicar la estación en cero en esa dirección.

- **RADIACIÓN:**

Se efectúa desde cada estación midiendo en distintas direcciones de tal forma que se formaron mallas de puntos; también se registró datos de puntos como: esquinas de casas, buzones, postes, medidores de agua, luz eléctrica, puntos de relleno, y otros de relevancia.

2.1.4 TIPO DE TOPOGRAFÍA

El criterio para clasificar la topografía del terreno es el siguiente:



TABLA 2.1
TIPO DE TOPOGRAFÍA EN FUNCIÓN A LA INCLINACIÓN RESPECTO
DEL TERRENO RESPECTO DE LA HORIZONTAL

TIPO DE TERRENO RESPECTO DE LA HORIZONTAL	TIPO DE TOPOGRAFÍA
0° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
más de 30°	Montañosa

Fuente: "Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras".

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- **EQUIDISTANCIA:**

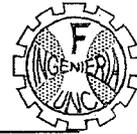
Se denomina equidistancia, a la distancia vertical entre dos curvas de nivel consecutivos y que se encuentran representados en un plano. Para seleccionar la equidistancia se tendrá en cuenta la tabla 2.2.

TABLA 2.2
ESCALA DEL PLANO Y EQUIDISTANCIA DE CURVAS A NIVEL

ESCALA DEL PLANO	TOPOGRAFIA	EQUIDISTANCIA
Grande (1/1000 a menor)	Llana	0.10 ó 0.25
	Ondulada	0.25 ó 0.50
	Accidentada	0.50 ó 1.00
Mediana (1/1000 - 1/10000)	Llana	0.25 0.50 ó 1.00
	Ondulada	0.50 1.00 ó 2.00
	Accidentada	2.00 ó 5.00
Pequeña (1/10000)	Llana	
	Ondulada	0.50
	Accidentada	

Fuente: "Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras".

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



2.1.5 TRAZO DE LOS EJES LONGITUDINALES

Para el trazo de los ejes longitudinales se emplearán estacas de madera y/o fierro, clavos o tornillos fijos a la misma estaca. Además de estos puntos principales, se marcan con estacas aquellos otros intermedios en donde haya cambio de pendiente. En los perfiles de gran longitud, se fijarán, a distancias convenientes, señales fijas.

Cuando se toman muchos puntos intermedios, es mejor observar los puntos de paso y luego los intermedios; al terminar se debe hacer una lectura de comprobación al último punto de mira frontal. También es conveniente para comprobar dos estaciones consecutivas, determinar dos veces un mismo punto de comprobación.

Estos cálculos, en cuanto se refieren a los puntos de paso o de cambio de estación y a los de comprobación, se hacen, de ordinario, en el campo; y después se calculan en gabinete.

Una vez calculadas las altitudes de todos los puntos, ordinariamente referidas a un nivel convenientemente elegido, se toman aquellas y se procesan en un programa computarizado para obtener los ejes longitudinales de las vías en estudio. Cuando hay que dibujar un eje longitudinal con otros transversales, se toma la misma escala para representar las altitudes de ambos perfiles.

2.1.6 SECCIONAMIENTO

El seccionamiento o perfiles transversales son la intersección del terreno, con un plano vertical normal al eje longitudinal del terreno, por lo general las secciones transversales se toman frente a cada una de las estacas que indican el trazado y se levantan a escala mayor que los longitudinales, ya que el objetivo principal de este seccionamiento es obtener frente a cada estaca la forma más exacta posible de la sección transversal de la vía. Los perfiles se señalan prime-



ro con jalones y después con miras o cinta métrica, y con un nivel se hace su levantamiento.

Para levantar las secciones transversales se coloca el equipo topográfico en un punto previamente determinado del eje longitudinal y se asegura la observación leyendo la altura de un punto de comprobación bien elegido o la de otro punto del mismo eje longitudinal; también puede estacionarse el equipo en un punto de un itinerario de nivelación que pase cerca del perfil que se trata de levantar.

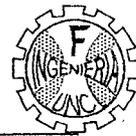
2.1.7 TRABAJO DE GABINETE

Una vez terminado el levantamiento se conecta la colector a al Computador, en éste se entra al programa Kermit, se ejecuta el programa y traemos el archivo de la colector a, la cual se conecta por la entrada del mouse, seguidamente verificamos que las características de la colector a y el computador estén correctas, en la colector a se escoge el archivo a transferir y se envía con la orden "send" y en el computador se escribe el comando "recive" para recibir el archivo.

El método que se emplea es el de la triangulación; el método puede variar según la necesidad, luego se ingresa el valor de la separación de curvas a nivel. También se dispone de una opción para hacer más gruesas las curvas maestras, así como colocar las cotas.

Una vez que se ha generado el plano a curvas a nivel, en él se comienza a identificar los puntos con ayuda de la libreta auxiliar (con la extensión dxf). De igual manera se comienza a ubicar los puntos del posible eje, los buzones, postes de alta tensión, filos de casas, veredas (todo lo que puede servir para definir las manzanas).

Una vez determinadas las manzanas, se definió el ancho de las vías (en función a medida directa en terreno y a planos proporcionados



por la Municipalidad Provincial de Cajamarca), luego de definir los ejes se procede al cálculo y dibujo de éstos con sus respectivas secciones.

2.2 DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS

2.2.1 GENERALIDADES

Para el diseño geométrico de las vías se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

a. Criterio Socio - Económico:

En este sentido se debe tener en cuenta la situación económica media que tienen los pobladores para que estos colaboren parcialmente con el financiamiento de la obra, por ejemplo con la construcción de sus veredas, puesto que es en beneficio propio.

b. Criterios Administrativos:

Se tiene que tener en consideración las restricciones y limitaciones que impone el Gobierno Local con el Plan Regulador.

c. Criterios Arquitectónicos y Estéticos:

Las vías que se diseñan deben concordar con el ornato y estética de las edificaciones existentes tratando en lo posible incluir áreas verdes.

d. Criterios Técnicos:

Los criterios técnicos deben estar en concordancia o en todo caso primar sobre las anteriores, estos están considerados en el Reglamento Nacional de Construcciones.



e. Concepto de Vía:

Es el camino que se ha de seguir para ir de un lugar a otro pasando por puntos determinados. Dentro del concepto general de vía, tenemos las vías públicas, las cuales son fajas de terreno acondicionados para el tránsito vehicular y/o peatonal.

2.2.2 DISEÑO DE LOS EJES LONGITUDINALES EN PLANTA:

Definido el plano de geometría de las vías se realiza el trazo del eje en planta, que será el centro del ancho de cada calle, para el caso de vías con berma central, el centro será la mitad entre la berma y el límite de propiedad.

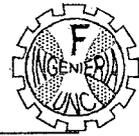
El ancho del pavimento será diseñado en forma independiente para cada calle sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, la visibilidad y la seguridad.

2.2.3 TRAZADO DE PERFILES LONGITUDINALES:

Obtenidos los valores de las cotas del estacado de todas las vías y sus respectivas distancias, mediante nivelación ó radiación con estación total como es el caso del presente estudio; obtenemos el perfil del terreno; esto nos permite visualizar con cierta exactitud las características más importantes que nos llevarán a determinar el mayor o menor costo de la obra; dotar de adecuados sistemas de drenaje y acondicionar según sea el caso de obras complementarias que permitan su funcionalidad, seguridad, resistencia y durabilidad.

Para el trazo de la rasante del pavimento se optará por los siguientes criterios:

- Cotas de los niveles de piso en edificaciones ya existentes.



- La rasante se ubicará en función a un análisis de movimiento de tierras, el mismo que se orientará a la optimización de recursos y disminución de costos.
- Las cotas del perfil longitudinal corresponden al nivel del terreno natural.
- Las pendientes de las vías estarán dadas por la topografía del terreno.
- El diseño de pendiente de cada calle se logrará teniendo en cuenta que en las intersecciones la pendiente será de 0%.

En base a estos criterios y considerando el diseño de pavimentos se obtiene el perfil de la sub-rasante.

2.2.4 SECCIONES TRANSVERSALES:

La sección transversal de una vía, debe ser proyectada con especial cuidado, ya que de sus proporciones dependerá la capacidad de tráfico y costo total de su construcción.

Debemos considerar que las vías urbanas están formadas por:

2.2.4.1 CALZADA:

Es la parte de la vía de circulación pública señalada para el tránsito vehicular. Su diseño corresponde especialmente al pavimento y está conformada por:

- **Ancho de la Superficie Pavimentada:**

Se tendrá en cuenta el Reglamento Nacional de Construcciones para vías locales en habilitaciones urbanas.

- **Berma de Estacionamiento:**

Se diseña para suministrar el suficiente soporte a los bordes del pavimento y para proporcionar un lugar



fuera de las vías de tránsito que puede ser utilizado por peatones, vehículos estacionados o malogrados.

- **Bombeo:**

Favorece el desplazamiento de las aguas en sentido lateral evitando estancamientos que dificulten el tránsito o produzcan infiltraciones. El bombeo según las Normas Peruanas para el diseño de Carreteras (N.P.D.C) para zonas lluviosas tendrá una pendiente de 2 %.

2.2.4.2 VEREDAS:

Es la parte de la calle destinada al tránsito peatonal comprendida entre el lindero de la calzada y la línea de propiedad adyacente.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) establece que las veredas deberán tener módulos múltiples de 0.30 m. en vías locales secundarias, con una pendiente mínima permisible de 1%, se recomienda que la diferencia de cotas de la vereda y la calzada sea de 15 a 20 cm.

En ningún caso el ancho de las veredas deberá ser menor a 0.60 m.

Para la construcción de las veredas se utilizará concreto simple, con dosificación de $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ y espesor de 10 cm.

2.2.4.3 RAMPAS PARA LIMITADOS FISICOS:

Se debe tener en consideración el diseño y construcción de rampas, las cuales son de gran importancia para los impedidos físicos. El Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) considera un ancho mínimo de 0.90 m y una pendiente máxima del 12%.



Las rampas para limitados físicos se considerarán en las esquinas e intersecciones de vías donde exista cruce peatonal a nivel.

Para el diseño de los elementos mencionados anteriormente se tendrá en cuenta lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones que se muestra en el siguiente cuadro:

TABLA 2.3
SECCIONES DE VÍAS LOCALES PRINCIPALES Y
SECUNDARIAS SEGÚN RNE

Tipo de vía	Tipo de Habilitación					
	Vivienda		Comercial	Industrial	Usos especiales	
Vías locales principales						
Aceras o veredas	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
Estacionamiento	2.40	2.40	3.00	3.00 – 6.00	3.00	3.00 – 6.00
Calzadas o pistas (módulo)	3.60 (sin separador central)	3.00 – 3.30 (con separador central)		3.60	3.60	3.60
Vías locales secundarias						
Aceras o veredas	1.20		2.40	1.80	1.80 – 2.40	
Estacionamiento	1.80		5.40	3.00	2.20 – 5.40	
Calzadas o pistas (módulo)	2.70		3.00	3.60	3.00	

Nota: las medidas están indicadas en metros.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.5 TIPOS DE VEHÍCULOS:

Las características de los vehículos tienen especial importancia en el proyecto de la vía en planta y perfil.



Desde el punto de vista del proyecto, tienen importancia las siguientes características de los vehículos:

- Dimensiones de los diferentes tipos de vehículos, por el espacio que ocupan.
- Radios de giro mínimo para que puedan inscribirse en las curvas del camino.
- Su peso por la acción destructora que produce al pavimento.

Las cargas consideradas para el cálculo de la estructura son:

Cargas muertas, cargas vivas, impacto, esfuerzos longitudinales de temperatura, etc.

Las Normas de Pesos y Medidas de vehículos para la circulación en las carreteras de la Red Vial Nacional fueron aprobados por D.S. Nº 013-98-MTC y R.M. Nº 375-98-MTC/15.02

En el Art. 5º dice: "El peso máximo por eje simple o conjunto de ejes permitido a los vehículos para su circulación por la red vial Nacional es el siguiente":

TABLA 2.4
PESO MAXIMO POR EJE SIMPLE O CONJUNTO

Ejes	Neumáticos	Kilos
Simple	2	7000
Simple	4	11000
Doble	6	16000
Doble	8	18000
Triple	10	23000
Triple	12	25000



Las dimensiones máximas permitidas a los vehículos y/o combinaciones, con carga para su circulación en las vías del país incluido el enganche o barra de tiro es la siguiente:

- Ancho de 2.60 m, como dimensión máxima que no incluye los espejos retrovisores.
- Altura 4.10 m para carga normal.
- Altura 4.65 m para contenedores.
- Altura 4.30 m para furgones cerrados tipo semirremolque.
- Longitudes máximas entre parachoques.
 - Camión Simple de dos ejes, hasta 12.30 m.
 - Camión de tres ejes 13.20 m.
 - Ómnibus convencionales de 2 ejes hasta 13.20 m.
 - Ómnibus convencionales de 3 ejes hasta 14.00 m.
 - Ómnibus integral de 4 ejes, hasta 15.00 m.
 - Ómnibus articulado 18.30 m.
 - Camión remolque 23.00 m.
 - Camión remolque balanceado 20.50 m.
 - Remolque 10.00 m.
 - Semirremolque 14.00 m.
 - Tractor camión semirremolque 20.50 m.
- Longitudes máximas entre ejes:
 - Es un conjunto de dos ejes cuyas distancias entre los centros de las ruedas sea superior a 2.40 m cada eje será considerado como independiente.
 - Eje Doble es un conjunto de dos ejes, cuya distancia entre centros de ruedas sea superior a 1.20 m e inferior a 2.40 m.
 - Eje triple es un conjunto de tres ejes, cuya distancia entre centros de ruedas extremas es superior a 2.40 m e inferior a 3.60 m.



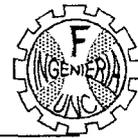
A continuación presentamos las tablas de Dimensiones y Cargas de los vehículos autorizados a transitar por las vías del Perú.

TABLA 2.5
PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)						Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				4º	
				1º	2º	3º	4º		
C2		12,30	7	11	—	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	—	26
C4		13,20	7	23 ^N	—	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7 ^N	18	—	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	—	29
T2S2		20,50	7	11	18	—	—	—	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	—	—	40



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)					Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43
T2Se3		20,50	7	11	11 ^M	18	—	47
T3S1		20,50	7	18	11	—	—	38
T3S2		20,50	7	18	18	—	—	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	—	47
T3S3		20,50	7	18	25	—	—	48 ²³



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1ª	2ª	3ª		4ª
T3Se3		20,00	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	—	48 ⁽⁵⁾
C2R2		23,00	7	11	11	11	—	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	—	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	—	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	—	48 ⁽⁵⁾
C3R4		23,00	7	18	18	18	—	48 ⁽⁵⁾



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	—	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	11	11	—	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	11	18	—	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽³⁾	18	18	18	—	48 ⁽²⁾
C2R31		20,50	7	11	11	—	—	28



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2RB2		20,50	7	11	18	—	—	38
C3RB1		20,50	7	18	11	—	—	38
C3RB2		20,50	7	18	18	—	—	43
C4RB1		20,50	7	23 ¹⁰	11	—	—	41
C4RB2		20,50	7	23 ¹⁰	18	—	—	48
8x4 RB1		20,50	7+7 ¹⁰	18	11	—	—	43



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Defant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
6x4 R52		20,50	7+7 ^(a)	18	18	—	—	48 ^(a)
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	—	48 ^(a)
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 ^(a)	11 + 11 ^(a)	—	48 ^(a)
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ^(a)
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 ^(a)	11	11 + 11 ^(a)	48 ^(a)
B2		13,20	7	11	—	—	—	18



Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
B3-1		14,00	7	10	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 ^(A)	10	—	—	—	30
BA-1		18,30	7	11	7	—	—	25

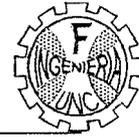
Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos – DS N° 058-2003-MTC

2.3 ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES PARA LA PAVIMENTACION:

2.3.1 GENERALIDADES:

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo y conocer su comportamiento frente a los esfuerzos a que estarán sometidos, es el propósito del estudio de suelos en un Proyecto.

Para realizar el estudio de pavimentos es importante conocer las propiedades y resistencia del terreno de fundación, esto nos dará el criterio necesario para decidir por el pavimento más adecuado a diseñar.



En todo proyecto es necesario priorizar los ensayos de mecánica de suelos, por consiguiente en el presente estudio se ha considerado 6 ensayos, como prioritarios para el diseño de pavimentos.

2.3.2 ESTUDIO DE SUELOS: ENSAYOS DE LABORATORIO

Conocidos los perfiles topográficos y fijada la sub-rasante es necesario conocer el perfil del subsuelo, es decir los diferentes tipos de materiales que lo forman a diferentes profundidades, por ello se apertura calicatas, cuyos perfiles nos proporcionan datos válidos acerca de la clase de suelos.

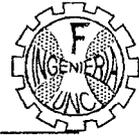
Las muestras de los estratos se obtienen por cuarto de cada calicata para ser llevados al laboratorio de Mecánica de suelos.

Los ensayos de laboratorio que se han de realizar son los siguientes:

- Contenido de humedad.
- Peso específico.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
 - Límite líquido.
 - Límite plástico.
- Compactación.
- C.B.R

2.3.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD:

Se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo, la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Se lo expresa en porcentaje y está dada por:



$$W(\%) = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

$$W(\%) = \frac{Pw}{Ps} * 100 \quad \dots (2.1)$$

Dónde:

- W (%) : Contenido de humedad del suelo
tomado en porcentaje.
Ph : Peso del suelo húmedo (gr.).
Ps : Peso del suelo seco (gr.).
Pw : Peso del agua contenida en la mues-
tra de suelo (gr.).

2.3.2.2 PESO ESPECÍFICO:

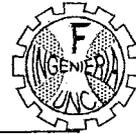
El valor del peso específico es necesario para calcular la relación de vacíos de un suelo, y es útil para predecir el peso unitario del suelo.

Se define como la relación del peso unitario del material en estudio y el peso unitario del agua destilada a 4°C y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Ps}{Ps + Pfa - Pfas} * \gamma_0 = \frac{Ps}{Vs} \quad \dots\dots(2.2)$$

Dónde:

- S : Peso específico del suelo.
 γ_0 : Peso específico del agua
Ps : Peso de la muestra seca.



- Pfa : Peso de la fiola con agua.
Pfas : Peso de la fiola, calibrada con agua y suelo.
Vs : Volumen de la muestra.

2.3.2.3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

El análisis granulométrico, es un intento por determinar en una muestra estadísticamente representativa proporciones relativas de los diferentes tamaños de granos presentes en una masa de suelo.

De acuerdo a los diferentes tamaños de grano, podemos determinar los porcentajes (%) de piedra, grava, arena, limo, arcilla que existe en dicho suelo.

El análisis granulométrico se determina por método mecánico y por sedimentación.

A. MÉTODO MECÁNICO:

Si el material es granular podemos determinar los porcentajes de piedra, grava y arena mediante el empleo de tamices, llegando así hasta un tamaño correspondiente a la malla. N° 200 (0.074mm).

Determinación del Índice de Grupo: Para realizar una clasificación adecuada a un suelo es necesario conocer los coeficientes de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc) cuando se trata de suelos gruesos.



En el caso de suelos finos para su clasificación es necesario conocer el índice de grupo del suelo.

Índice de Grupo: Nos permite deducir si un suelo que tiene un comportamiento similar se halla dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el Tamiz N° 200.

El índice de grupo puede determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$I.G. = 0.2 (a) + 0.005 (a)(c) + 0.01(b)(d).....(2.3)$$

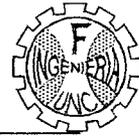
Dónde:

a = porcentaje que pasa el tamiz número 200, comprendido entre el 35% y 75%, expresado como número entero positivo del 1 al 40.

b = porcentaje que pasa el tamiz número 200, comprendido entre el 15% y 55%, expresado en número entero y positivo del 1 al 40.

c = parte del límite líquido, comprendido entre 40% y 60%, expresado en número entero y positivo del 1 al 20.

d = parte del índice de plasticidad, comprendido entre 10% y 30%, expresado en número entero y positivo del 1 al 20.



En caso de obtener valores fraccionarios, éstos deberán ser redondeados al entero más próximo.

La AASHTO especifica que los índices de grupo varían de la siguiente manera:

- Suelos granulares, entre 0 y 4.
- Suelos limosos, entre 8 y 12.
- Suelos arcillosos, entre 11 y 20.

La clasificación de las sub-rasantes, en términos del índice de grupo, es la siguiente:

Clasificación	I.G.
Excelente	0
Buena	0 - 1
Regular	2 - 4
Mala	5 - 9
Muy mala	10 - 20

B. MÉTODO DE SEDIMENTACIÓN - SIFONAJE

Si el suelo contiene una apreciable cantidad de partículas de tamaño inferior al tamiz N° 200, el porcentaje de los diferentes tamaños de suelo, lo determinamos por sedimentación - sifonaje.

El principal objetivo del análisis de sifonaje es obtener el porcentaje de arcilla (porcentaje más fino que 0.002 mm) ya que la curva de distribución granulométrica, cuando más del 12% del material pasa a través del tamiz N° 200 no es utilizado como criterio dentro



de ningún sistema de clasificación de suelos y no existe ningún tipo de conducta particular del material que depende intrínsecamente de la forma de dicha curva.

2.3.2.4 LÍMITES DE CONSISTENCIA:

Los más importantes para el presente trabajo son el límite líquido y el límite plástico, los cuales están representados por contenidos de humedad que corresponden a los límites entre los distintos estados de consistencia.

Se lo define como la propiedad de un material por el cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin variaciones volumétricas apreciables y sin desmoronarse ni agrietarse.

A. LÍMITE LÍQUIDO (LL):

Se conoce como límite líquido a la frontera entre los estados semilíquido y plástico. Para realizar este ensayo se utiliza un aparato mecánico normalizado (A. Casagrande)

B. LÍMITE PLÁSTICO (LP):

Se llama límite plástico a la frontera entre los estados plástico y semisólido. Se determina el límite plástico formando un delgado rollito con un contenido de humedad tal que al alcanzar el diámetro de 3 mm este se agriete o desmorone, en este momento se calcula su contenido de humedad; valor correspon-



diente al límite plástico que nos indica la resistencia del suelo que puede ser débil o resistente.

C. ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):

Es el valor numérico de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP \quad \dots(2.4)$$

A continuación se presenta una tabla, donde indica las características de los suelos al tener diferentes índices de plasticidad.

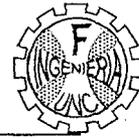
TABLA 2.6
CARACTERÍSTICAS DE SUELOS INDICES DE PLASTICIDAD

IP	CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SUELOS	COHESIVIDAD
0	No plástico	Arenoso	No cohesivo
<7	Baja plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7-17	Plasticidad media	Arcillo- limo- so	Cohesivo
>17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

El R.N.C recomienda lo siguiente:

IP < 20, corresponden generalmente a limos.

IP > 20, corresponde generalmente a arcillas.



2.3.2.5 COMPACTACIÓN:

La compactación de suelos es un método de estabilización disponible, permitiendo mejorar las propiedades físicas indeseables del suelo para obtener una estructura, resistente al corte, y relación de vacíos, deseables.

$$E_c = \frac{nNWh}{V_m}$$

Dónde:

- E_c : Energía de compactación.
- n : N° de golpes.
- W : Peso del pisón.
- h : Altura de caída.
- V_m : Volumen de la muestra.

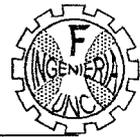
Por medio de este ensayo se determina la máxima densidad y su óptimo contenido de humedad.

$$D_s = \frac{(P_{ms} - P_m)}{V(100 + W)} * 100 \quad \dots (2.5)$$

Dónde:

- Ds: Densidad seca.
- Pms: Peso del molde más muestra compactada.
- Pm: Peso del molde.
- W: Contenido de humedad en porcentaje.
- V: Volumen del molde.

En el laboratorio se ha realizado esta prueba mediante el método Proctor Modificado, para los suelos más desfavorables a nivel de sub - rasante.



2.3.2.6 ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE

CALIFORNIA:

Este ensayo establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación de un pavimento.

El número C.B.R se obtiene como el porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en la muestra compactada, dividido entre el esfuerzo para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad, en una muestra patrón de piedra triturada y compactada. En forma de ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$C.B.R. = \frac{Carga \cdot Unitaria \cdot del \cdot Ensayo}{Carga \cdot Unitaria \cdot Patrón} * 100 \quad \dots(2.6)$$

Este ensayo se aplica a la muestra en condiciones más desfavorables, obtenida de acuerdo a la clasificación de suelos.

2.3.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS:

La estratigrafía es la rama de la Geología encargada del estudio de los suelos, en función de la secuencia temporal y los materiales que lo constituyen.

La estratificación es el modo como se depositan las rocas sedimentarias de acuerdo al agente y al ambiente sedimentario, es así que se tienen estratificaciones distintas.



La columna estratigráfica es la sucesión vertical de rocas sedimentarias existentes en una determinada área. Mediante la correlación entre columnas es posible la reconstrucción del perfil estratigráfico de ellas.

El perfil estratigráfico es el que se obtiene a partir de datos de perforaciones, de datos de prospección geofísica (datos indirectos), o bien de cortes naturales o artificiales del terreno que muestran las rocas que conforman la columna estratigráfica, mediante la cual se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo acorde con la profundidad que demanda el Proyecto.

La estratigrafía es importante para las obras de ingeniería por:

- Aporta el conocimiento estructural del subsuelo mediante perfiles a partir de datos directos e indirectos.
- Establece discordancias del subsuelo y posibilita la localización de la obra de acuerdo a la competencia de los estratos, complementándose con los datos obtenidos mediante los estudios de mecánica de suelos.

2.3.4 ESTUDIO DE MATERIALES: CANTERAS

Para el presente estudio se ha considerado la cantera del río Mashcón, la cual se encuentra camino a Tres Molinos y es de fácil accesibilidad.

Considerando que la cantera en mención ya cuenta con un estudio en lo que respecta a los ensayos de laboratorio, los mismos que han sido tomados para el diseño del pavimento que se va a emplear.



2.3.5 ESTABILIDAD DE SUELOS:

La estabilización de suelos es el proceso mediante el cual se mejora sus propiedades físicas y mecánicas, obteniéndose así un suelo con características apropiadas para un determinado tipo de trabajo.

En el caso de trabajos de pavimentación puede ser definida como un medio de consolidación permanente de los materiales de subrasante, sub-base y base, incrementando de manera notoria su resistencia y capacidad de carga y decreciendo su sensibilidad al agua y a los cambios volumétricos durante ciclos de humedecimiento-secado.

Existen muchos procedimientos de estabilización de suelos, por ejemplo: estabilización por medios mecánicos de los cuales el método de compactación es el más conocido, estabilización por medios químicos generalmente lograda por la adición de agentes estabilizantes tales como: cal, cemento, asfalto, otros.

2.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO:

2.4.1 GENERALIDADES:

Diseñar un pavimento significa determina el espesor y la calidad del pavimento de las vías, ya que ellas juegan un papel preponderante en el desarrollo del país, y los beneficios socio - económicos que generan, demandan utilizar de manera correcta los conocimientos técnicos de diseño y construcción.

El diseño de una pavimentación se convierte en uno de los puntos más importantes hoy en día, debido a que los medios de transporte obligan al profesional a perfeccionarse en el diseño de estructuras



viales, permitiendo optimizar su funcionamiento, seguridad, comodidad y estabilidad.

2.4.2 PAVIMENTO:

Es un elemento estructural monocapa o multicapa apoyado en toda su superficie, diseñado para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un período de tiempo predeterminado, durante el que necesariamente deberá recibir algún tipo de tratamiento destinado a prolongar su "vida de servicio". Tiene como función más importante el proporcionar una superficie resistente al desgaste y suave al deslizamiento.

2.4.2.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO:

Las capas que conforman un pavimento son las siguientes:

a. Sub-rasante:

Es la porción superior del suelo de fundación, que ha sido nivelada, perfilada y compactada, y que servirá de apoyo a las diferentes capas del pavimento.

El espesor de un pavimento en general, depende de la capacidad de soporte que tiene la sub-rasante que se mide con el C.B.R (California Bearing Ratio o Relación Soporte de California) para el caso de los pavimentos flexibles y con el módulo "K" de reacción de la sub-rasante (o coeficiente de balasto) para el caso de los pavimentos rígidos.

Una sub-rasante puede ser de buena, regular o mala calidad según que su C.B.R esté comprendido entre 60% y 100%, 10% y 60% ó 0% y 10%, respectivamente. Si la sub-rasante es buena puede servir de apo-



yo directamente a la superficie de rodadura; si es mala, conviene la posibilidad de reemplazarla o estabilizarla con materiales de mejor calidad.

b. Sub-base:

Es un material de préstamo que se coloca entre la sub-rasante y la base en un pavimento flexible o entre la sub-rasante y las losas en un pavimento rígido para cumplir la función de capa drenante, anticontaminante y/o resistente.

Las principales funciones de la sub-base, en pavimentos de concreto, son:

- Suministrar apoyo uniforme a la losa de concreto.
- Incrementar la capacidad portante de los suelos de apoyo.
- Minimizar las consecuencias de los cambios de volumen que pueda sufrir el terreno de fundación o sub rasante.
- Reducir las consecuencias de la congelación en los suelos del terreno de fundación o de la sub rasante.
- Evitar el bombeo o surgencia.

En un pavimento rígido su contribución a la resistencia del conjunto es mínima, teniendo más bien por función adicional distribuir sobre la sub-rasante las cargas recibidas de las losas de manera uniforme. La compactación de la sub base deberá ser como mínimo al 95% del proctor modificado.

El material de sub-base deberá ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado, el material deberá tener su límite



líquido inferior al 25% aproximadamente, su I.P no mayor de 6%.

Las tablas N° 2.7 y N° 2.8 muestran los requerimientos técnicos a tener en cuenta para el diseño y construcción de sub bases granulares:

TABLA 2.7
REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 μm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 μm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

*La gradación tipo A deberá usarse en zonas con altura superior a los 3,000 msnm

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos



TABLA 2.8
REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Menos de 3,000 msnm	Más de 3,000 msnm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50% máximo	
CBR Laboratorio	NTP 339.145:1999	30% – 40% mínimo	
Límite Líquido	NTP 339.129:1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales solubles totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos

c. Base:

Tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y de repartir estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o tratadas con cemento, cal, asfalto o cualquier otro producto. El valor del C.B.R deberá ser mínimo del 80% para vías locales y colectoras, y del 100% para vías arteriales y expresas.

Las tablas N° 2.9, N° 2.10 y N° 2.11 muestran los requerimientos técnicos a tener en cuenta para el diseño y construcción de bases granulares:



TABLA 2.9
REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

*La gradación tipo A deberá usarse en zonas con altura superior a los 3,000 msnm

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos

Tabla 2.10
REQUERIMIENTOS DEL AGREGADO GRUESO

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Menos de 3,000 msnm	Más de 3,000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E - 210 (1999)	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E - 210 (1999)	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales solubles	NTP339.152:2002	0.5% máximo	
Pérdida con sulfato de sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con sulfato de magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos



Tabla 2.11

REQUERIMIENTOS DEL AGREGADO FINO

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Menos de 3,000 msnm	Más de 3,000 msnm
Índice Plástico	NTP 339.129:1998	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0.5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E – 214 (1999)	35% mínimo	

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos

d. Capa de Desgaste o Superficie de Rodadura:

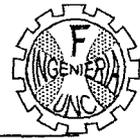
Debido a su comportamiento se llama Pavimentos Flexibles a los construidos con mezcla asfáltica, y Pavimentos Rígidos a los construidos con mezcla de cemento llamada concreto.

Su función es proteger a las capas inferiores del pavimento contra el desgaste, tomar los esfuerzos cortantes generados por las cargas del tráfico, proporcionar una superficie no deslizante y confortable al tránsito y prevenir la penetración de agua hacia las capas inferiores del pavimento.

2.4.3 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE TRÁFICO:

2.4.3.1 PERÍODO DE DISEÑO:

Periodo de diseño es el período seleccionado en años para el que se diseña un pavimento.



2.4.3.2 SISTEMAS DE TRÁNSITO:

De modo general, las calles urbanas pueden agruparse de acuerdo a su tránsito, dentro de los siguientes sistemas:

- **Sistema de tránsito general.-** Son aquellas en las que frecuentemente el tránsito de cargas pesadas está entre 10,000 a 11,000 kg por eje (5,000 a 5,500 kg por rueda).
- **Sistema arterial mayor.-** Las calles soportan frecuentemente cargas de 8,000 a 9,000 kg por eje (4,000 a 4,500 kg por rueda).
- **Sistema Colector.-** En este sistema son comunes las cargas entre 7,000 y 8,000 kg por eje (3,500 a 4,000 kg por rueda).
- **Sistema Local.-** Sus calles llevan poco tránsito generalmente por vehículos de reparto.

Las cargas más pesadas que pueden preverse son las camionetas de reparto; cargas que exceden de 6,000 kg por eje (3,000 kg por rueda).

2.4.3.3 TIPOS DE TRÁNSITO:

- a. **Tránsito ligero.-** Aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.
- b. **Tránsito mediano.-** Aquel que tiene un tránsito comercial comprendido entre 50 a 300 camiones y autobuses diarios.
- c. **Tránsito pesado.-** Aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses.



2.4.3.4 PROGNOSIS DEL TRÁNSITO:

Consiste en la determinación del volumen de tráfico para lo cual se tiene en cuenta el aspecto socioeconómico de la zona, considerando los siguientes factores:

- Accesibilidad a la zona. Considerando las principales vías de acceso.
- Dimensiones de las calles ya definidas. En base a esto sabremos las dimensiones de los vehículos que pueden circular.
- Población económicamente activa.
- Planes futuros cercanos.

2.4.3.5 ANALISIS DEL TRANSITO

Para proyectar una calle, avenida o similar, es de suma importancia determinar el volumen de tránsito que circulará por el servicio proyectado. Para esto es necesario tomar en cuenta la variación, tasa de crecimiento y composición del mismo, errores durante esta fase conllevan a que el Proyecto sirva por escaso tiempo, o que no sea la solución esperada. El punto inicial, para el análisis de tránsito es el conteo de vehículos.

FACTOR HORA PUNTA

Los criterios para calcular intensidades de servicio se refieren a intensidades horarias medidas en los 15 minutos de mayor tráfico, por lo que es necesario aplicar el factor de hora punta (FHP) a la intensidad aforada durante la ho-



ra punta (IHP) en la vía sometida a estudio o que pretende proyectarse. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$I = \frac{IHP}{FHP} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dónde:

- I = Intensidad horaria
- IHP = Intensidad aforada durante la hora punta.
- FHP = Factor de hora punta.

INDICE MEDIO DIARIO

Una vez hallada la intensidad horaria para un determinado nivel de servicio, puede obtenerse fácilmente la IMD correspondiente, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDi = \frac{Ii}{K} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dónde:

- IMDi = Intensidad media diaria en el nivel de servicio i
- Ii = Intensidad horaria para el mismo nivel de servicio
- K = Factor de la hora de proyecto, que es el porcentaje de IMD que se espera que se produzca en la hora de proyecto (hora punta). Este valor oscila normalmente entre 0.10 y 0.15.



2.4.4 ELECCIÓN DEL PAVIMENTO:

Se tendrá en cuenta aspectos técnicos y económicos.

A. ASPECTOS TÉCNICOS:

- Capacidad de soporte de la sub-rasante.
- Clima de la zona.
- Tipo de pavimento.
- Volumen de tráfico.
- Disponibilidad de materiales requeridos.
- Maquinaria.

B. ASPECTOS ECONÓMICOS:

- Costo de la inversión.
- Duración del período de Diseño.
- Conservación y mantenimiento de la sub-rasante.

2.4.4.1 SUELO DE SUB-RASANTE:

La sub-rasante se define como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura del pavimento; también se llama Suelo de Fundación. La preparación de la sub-rasante debe hacerse cuando se haya completado el movimiento de tierras y todas las estructuras y drenajes adyacentes estén terminados.

La sub-rasante mejorada consiste en una o varias capas de material colocadas entre el suelo natural y la estructura del pavimento, que puede ser de material mejorado in situ o de préstamo.

Existen sub-rasantes de alta y baja plasticidad.



A. SUB-RASANTE DE BAJA PLASTICIDAD:

Se evalúan con los siguientes ensayos de laboratorio:

TABLA 2.12
EVALUACION DE SUB - RASANTE DE PAVIMENTOS

ENSAYO	USO	METODO	
		AASHTO	ASTM
Límite Líquido	Identificación	T89	D423
Límite Plástico	Identificación	T90	D424
Índice de plasticidad	Identificación	T90	D424
Análisis mecánico	Identificación	T88	D422
Compactación	Rel. Humedad-Densidad	T180	D1557
CBR	Diseño de espesores	T99	D1883

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.

Las muestras para los ensayos deben obtenerse lo más cerca posible al nivel previsto de la sub-rasante.

B. SUB-RASANTES DE ALTA PLASTICIDAD:

Los suelos de alta o mediana plasticidad en la zona tropical pueden ser susceptibles a cambios en sus propiedades de ingeniería, si se secan al horno antes de los ensayos de laboratorio, inducen a su sobre estimación.

TABLA 2.13
REQUISITOS DE COMPACTACION DE LA SUB RASANTE

ESPESOR SOBRE LA SUBRASANTE (cm)	COMPACTACION
0 - 25	100 % AASHO Mod.
25 - 45	95 % AASHO Mod.
45 - 60	100 % AASHO Std.
60 - 90	95 % AASHO Std.

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.



2.4.5 DISEÑO DEL PAVIMENTO:

Por las condiciones de la zona en estudio y porque los pavimentos de concreto han probado trabajar bien en esta zona; en el presente acápite estudiaremos con mayor profundidad los pavimentos rígidos.

La losa de un pavimento de concreto es un elemento estructural que debe ser diseñado para soportar las cargas del tránsito previsto, para que el pavimento de concreto se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

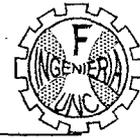
2.4.5.1 INTRODUCCION AL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS RIGIDOS:

Los pavimentos de concreto, generalmente denominados rígidos, están constituidos por una losa de concreto de Cemento Portland y puede o no, tener una capa de base entre la losa y la sub - rasante. La losa de concreto por su rigidez y alto módulo de elasticidad, distribuye las cargas de tránsito sobre áreas relativamente extensas del suelo subyacente, porque, la mayor parte de la capacidad estructural del pavimento es provista por la misma losa.

A. CAPAS DE BASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS:

Las funciones de la capa de base son principalmente:

- Prevenir el bombeo o surgencia de los suelos de granos finos.



- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

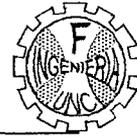
La prevención contra la surgencia o bombeo es uno de los más importantes factores a tener en cuenta para el diseño, porque la pérdida de soporte debido a los vacíos que deja el material eyectado por las juntas grietas y bordes del pavimento es muy considerable y puede provocar la falla.

Se han hecho muchos estudios sobre las causas de la surgencia, y se han encontrado que deben concurrir tres factores para que esta se produzca llegando a lo siguiente:

- a. Sub-rasantes constituidas por suelos que puedan entrar en suspensión.
- b. Agua libre entre la losa y sub-rasante.
- c. Cargas de ruedas pesadas y frecuentes.

B. PRINCIPALES FUNCIONES DE LA SUB-BASE:

- Proporcionar apoyo uniforme a la losa de concreto.
- Incrementar la capacidad portante de los suelos de apoyo, respecto a lo que es común en los cimientos y capa sub-rasante.
- Reducir a un mínimo las consecuencias de la congelación de los suelos de fundación.



- Evitar el bombeo o surgencia.

Los materiales de base y sub-base deben cumplir con las especificaciones señaladas en las tablas N° (2.7) y (2.8), las capas de base y/o sub-base deben compactarse al 100% de densidad AASHTO T-99 (Proctor Estándar).

Los pavimentos de concreto no requieren sub-rasantes o bases muy resistentes, pero es importante que tengan un valor de soporte razonablemente uniforme.

En resumen la capa de base se usa para prevenir la surgencia; en este caso contribuirá a reducir los cambios volumétricos de la sub-rasante. Las bases de materiales no tratados no deberán exceder de 10 ó 15 cm porque ofrecen poco aporte estructural, asimismo mayores espesores con el objeto de aumentar el soporte no se justifica económicamente.

Con bases tratadas con cemento se puede lograr una disminución de las losas de 2.5 a 5 cm.

TABLA 2.14

ESPECIFICACIONES INSTITUTO DEL ASFALTO

TEST	SUB - BASE	BASE
CBR mínimo.	20	80
Límite líquido, máximo.	25	25
Índice de plasticidad, máximo.	6	NP
Equivalente de arena, mínimo.	25	35
% que pasa la malla N° 200, máximo	12	7

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.



C. ESFUERZOS A LOS QUE ESTAN SUJETOS

LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS:

- Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
- Esfuerzos directos de compresión y corte causados por las cargas de las ruedas.
- Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.

D. COEFICIENTES DE SEGURIDAD:

Anteriormente se consideraba que era necesario aumentar en 2% el valor de las cargas para considerar efecto de impacto en todos los casos.

En tiempos más recientes, ensayos de laboratorio y comprobaciones experimentales han demostrado que los esfuerzos producidos por las cargas móviles de los vehículos son menores que los causados por las primeras por el factor de impacto.

Sin embargo, como en otro tipo de estructuras, es conveniente adoptar factores de seguridad para las cargas, se recomiendan las siguientes:

- a. En vías con volumen de tránsito pesado: 1.20.
- b. En vías con moderado volumen de tránsito pesado: 1.10.
- c. En calles colectoras y locales con reducido volumen de tránsito: 1.00.



2.4.5.2 JUNTAS TRANSVERSALES:

A. JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN Y ALABEO:

Se utiliza para evitar las fisuras provenientes de la disminución de temperatura de la retracción de fraguado.

La distancia entre juntas es la recomendada en la tabla N° 2.11 y deben ser calculadas normalmente al eje de la calle. Estas juntas son de dos tipos: de sección debilitada y de sección debilitada con pasador.

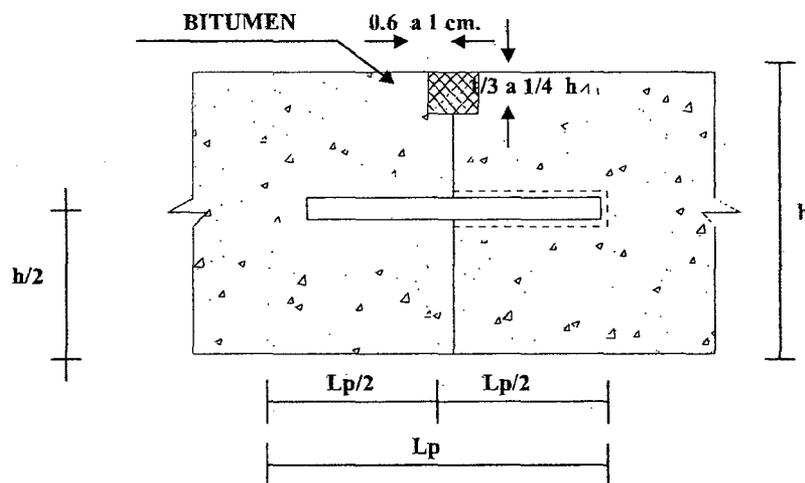
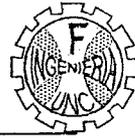


Figura 1 – Junta Transversal de Contracción

Ambas deben tener una profundidad de $1/3$ y $1/4$ del espesor de la losa, con una ranura en la parte superior de 0.6 a 1.0 cm de espesor llena de bitumen.

En los pavimentos destinados a tránsitos pesados y frecuentes, debe colocarse pasadores, como elementos que aumentan la seguridad del diseño. La función



principal de los pasadores es transferir las cargas del tránsito.

Cuando el pavimento tiene juntas de dilatación, no debe usarse juntas sin pasador. Los pasadores son de acero liso común y debe engrasarse en la mitad de su longitud para permitir el libre movimiento longitudinal de la placa. Si no se engrasa se producirían grietas paralelas a la junta, cercanas a los extremos de los pasadores.

Recomendaciones:

- La longitud recomendada de pasadores es de 40 cm, como efectividad se extiende a 8 veces su diámetro, es inútil prolongarlos más allá de esa longitud.
- El diámetro de los pasadores no debe pasar de una pulgada para evitar que se rompa el concreto.
- La separación entre pasadores no debe ser superior a 45 cm ni inferior a 25 cm.
- Existe una regla práctica que recomienda que cuando la separación entre pasadores es de 30 cm, el diámetro de éstos debe ser aproximadamente $1/8$ del espesor de la losa.
- Los pasadores deben ser ubicados y mantenidos en función correcta durante el proceso constructivo. Es decir, paralelos al eje de la calzada, colocados en el plano medio de la losa y adecuadamente engrasados.



B. JUNTAS TRANSVERSALES DE EXPANSION / AISLAMIENTO

Estas juntas son colocadas en donde se permita el movimiento del pavimento sin dañar estructuras adyacentes (puentes, estructuras de drenaje, etc.) o el mismo pavimento.

Su finalidad es disminuir los esfuerzos de compresión en los pavimentos de concreto, dejando un espacio entre placas para permitir su libre movimiento, cuando por aumento de temperatura, tiende a expandirse.

Recomendaciones:

- El espacio entre placas adyacentes es de 2 cm para permitir la expansión y debe ser objeto de "llenado mixto", esto es bitumen en la parte superior hasta aproximadamente el 28% del espesor de la losa y el resto madera tratada.
- En el caso de llevar pasadores, estos deben ser de acero liso común, engrasado en la mitad de su longitud, la mitad engrasada debe insertarse dentro de una cápsula de metal, material plástico o cartón, especialmente dispuestas para dejar un vacío que asegure el libre movimiento de los pasadores, cuando se produce la expansión.
- El diámetro y espaciamiento de los pasadores es el mismo que el ya indicado en las juntas de contracción. Su longitud en cambio debe llevarse hasta 50 cm por la influencia del ancho de la junta.

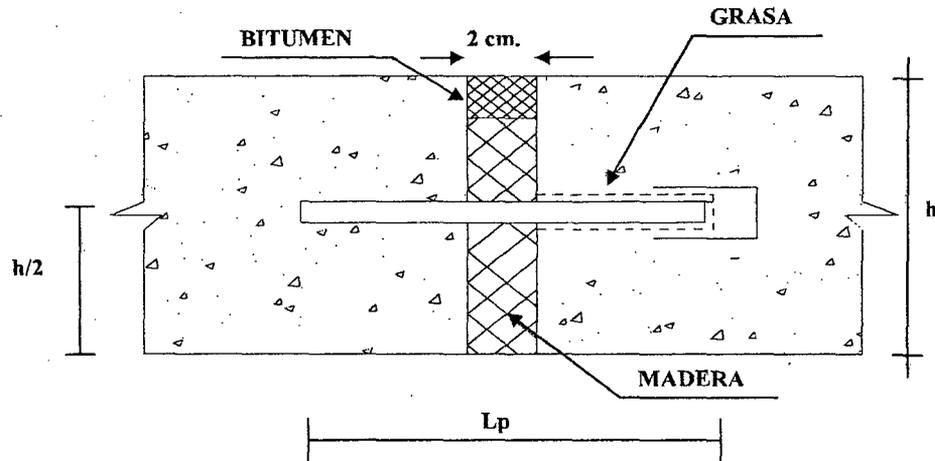
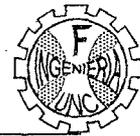


Figura 2 – Junta Transversal de Expansión

C. JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN

Son las juntas colocadas al final de un día de trabajo de construcción de pavimentos o por cualquier otra interrupción a los trabajos (por ejemplo los accesos o encuentros a un puente).

2.4.5.3 JUNTAS LONGITUDINALES:

A. JUNTAS LONGITUDINALES DE CONTRACCION:

Funcionan como rótulas, impidiendo que los momentos se propaguen de una placa a otra, aliviando los esfuerzos provenientes de la losa por variación no uniforme de la temperatura, se ubica coincidiendo con el eje de la calzada y/o paralelas al mismo, espaciadas a no más de 4 m, según lo indicado en la tabla N° 2.15

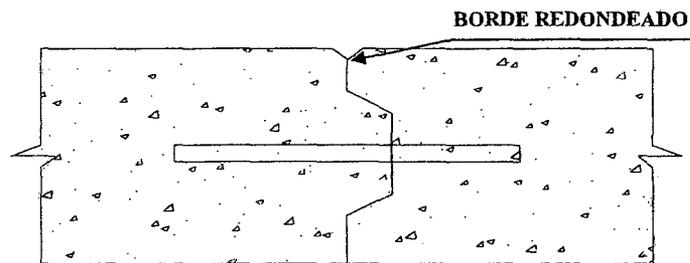


Figura 3 – Junta Longitudinal de Contracción

Los pasadores llamados barras de unión, en los casos de articulación se colocan para impedir que las placas se desplacen lateralmente por efecto de los cambios en la temperatura y de la retracción. Por tanto, deben ser de fierro corrugado y sin engrasar.

No es conveniente colocar barras de unión en más de tres capas contiguas, pues se formarían gruesos paños monolíticos.

Fórmulas usadas:

$$A_s = 0.017 h. A \quad \dots (2.9)$$

$$L = 64\phi + 5 \text{ cm.} \quad \dots (2.10)$$

Dónde:

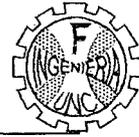
A_s : área de acero por metro lineal de junta.

ϕ : Diámetro de la barra.

L : longitud de la barra.

La máxima separación entre barras de unión es de 75 cm y normalmente se utilizan barras de 1/2".

B. JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCION



Estas juntas unen carriles adyacentes cuando van a ser pavimentados en tiempos diferentes.

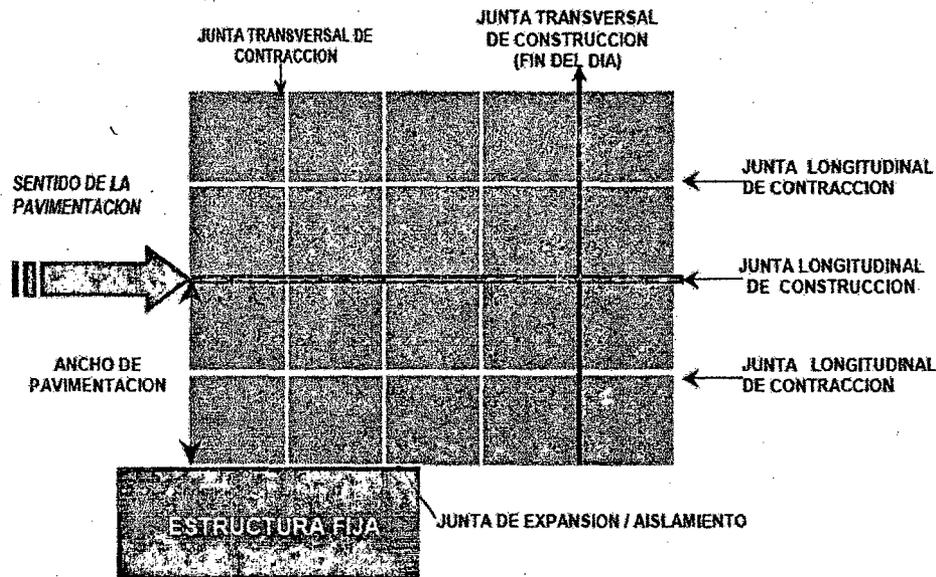


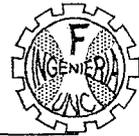
Figura 4 – Tipos de Juntas

2.4.5.4 DISTRIBUCIÓN DE JUNTAS:

Debe proyectarse una junta de expansión / dilatación en los contactos en muros u otras estructuras.

Las calzadas que se intersecan asimétricamente deben ser aisladas con juntas de expansión / dilatación.

En las bocacalles, siguiendo el alineamiento de los bordes se proyectarán dos pares de juntas que, en principio, en una dirección serán transversales y en la otra longitudinales. En la figura 5 las juntas (1) trabajan distinto a las del



tipo (2), y no cumplirían su función si no se hubiese dispuesto la junta de bordes libres (3).

Seleccionar uno de los dos pares para funcionar como juntas transversales, que llevarán pasadores. El par restante formará juntas longitudinales, que no llevarán barras de unión para no trazar el movimiento de las losas.

Dentro de la faja delimitada por las juntas longitudinales así formadas, se distribuyen juntas transversales de contracción respetando la distancia máxima de separación entre éstas. En el caso de la figura se ha acortado la distancia entre juntas transversales (d) para que coincidan con la longitudinal del eje de la calle transversal; esta no es imprescindible y solo ofrece mejor estética.

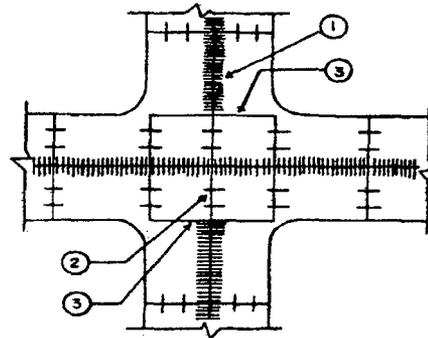


Figura 5

En el caso de la figura se ha quebrado los extremos de las juntas longitudinales para evitar los ángulos agudos. La longitud mínima del segmento quebrado es 0.30 metros.

En todos los casos el segmento quebrado no lleva pasadores.

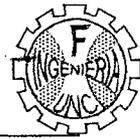


TABLA 2.15

SEPARACION DE JUNTAS POR CONTRACCION

Y ALABEO

Tipo de Agregado Grueso	L	A
	Separación Máxima Juntas Transversales	Separación Máxima Juntas Longitudinales
- Piedra partida granítica	6.00 m	4.00 m
- Piedra partida calcárea	6.50 m	4.00 m
- Grava silícea	4.50 m	4.00 m
- Grava 3/4"	4.50 m	4.00 m
- Canto rodado	4.50 m	4.00 m

En pavimentos sin pasadores se recomienda, en cualquier caso, una separación máxima entre juntas transversales de 4.50 m.

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.

Para que el pavimento de concreto se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

- Valor soporte de la sub-rasante razonablemente uniforme.
- Control de la arena (principal); cuando la calidad del suelo de la sub-rasante lo exija, proyectar la construcción de una sub-base (base).
- Distribución adecuada de las juntas.
- Resistencia estructural del pavimento, adecuado a las solicitaciones que está expuesto.



2.4.6 METODO DE DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND:

2.4.6.1 METODO DE FATIGA DE LA ASOCIACION DE CEMENTOS PORTLAND

Este método se basa en monogramas y tablas considerando los siguientes factores de diseño:

- Módulo de reacción de la sub-rasante (K),
- Resistencia a la flexión del concreto,
- Periodo de diseño,
- Número de repeticiones esperadas para cada eje. Cargas uniformes y cargas por eje.

Se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se determinan las propiedades físicas y mecánicas de la sub-rasante, según lo detallado en el capítulo de mecánica de suelos. Para determinar la equivalencia entre el valor del C.B.R y el módulo de reacción "K" (kg/cm^3) de la sub rasante, utilizamos la tabla 2.16, asimismo en la grafico 1 se muestra la relación entre el CBR y el coeficiente "K".



TABLA 2.16
EQUIVALENCIA ENTRE CBR Y K

CBR	K	CBR	K
2.0	2.0	5.0	4.4
2.1	2.1	6.0	4.9
2.8	2.8	7.0	5.3
3.4	3.0	7.6	5.6
4.0	3.9	8.0	5.7

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.

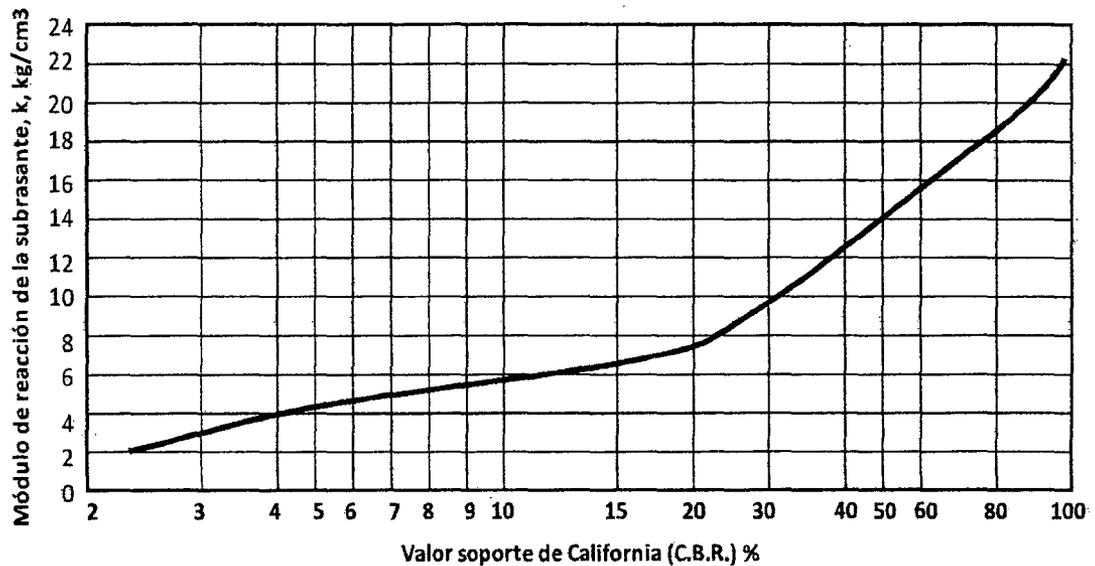


Gráfico 1. Relación entre el CBR y el coeficiente de Balasto "K"

2. Si los ensayos en la sub-rasante revelaran que el suelo es susceptible de entrar en suspensión y que la frecuencia esperada de tránsito excede a 100 camiones diarios, debe controlarse la surgencia (pumping), mediante la construcción de una sub-base (base).

En estos casos se obtiene un beneficio adicional consistente en el aumento de valor de soporte del terreno. Si la base es de material no tratado, en la tabla 2.18 se da incremento del valor de K.



TABLA 2.17
INFLUENCIA DE LAS BASES NO TRATADAS EN LOS
VALORES DE "K"

Valor "K" de la sub rasante (Kg/cm ³)	Valor de K (Kg/cm ³) sobre la base de espesor			
	10.00 cm	15.00 cm	22.50 cm	30.00 cm
2.1	2.70	3.00	3.40	4.20
2.8	3.60	3.90	4.40	5.30
5.5	6.10	6.40	7.50	8.90
8.3	8.90	10.30	10.30	11.90

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.

En el caso de las bases tratadas con cemento, el incremento en el valor soporte es mayor, la Asociación de Cementos Portland ha realizado ensayos sobre losas a escala natural, y para el caso de una sub-rasante con $K=2.8$ obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 2.18
VALORES DE K MEDIDOS SOBRE BASES TRATADAS CON
CEMENTO

SUB RASANTE, valor $K = 2.8$ (Kg/cm ³)	
Espesor (cm)	Valor "K" (Kg/cm ³)
10.0	8.3
12.5	12.5
15.0	15.2
17.5	16.6

Fuente: Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto.

Autor: Ing. Javier Llorach Vargas.

3. Se establece el período de diseño. Para el caso de pavimentos rígidos de concreto de cemento Portland, el periodo de diseño está comprendido entre 20 y 50 años. El periodo de diseño está directamente relacionado con



el espesor del pavimento ya que determina por cuantos años y por ende cuantos vehículos deberá servir el pavimento.

4. Al igual que en los pavimentos asfálticos, es de fundamental importancia conocer el número y magnitud de las cargas por eje esperadas durante el período de diseño. Para el análisis del tránsito, debe seguirse los lineamientos generales dadas para el cálculo del ESAL (cargas equivalentes por eje simple) de diseño. Pero a diferencia de los pavimentos asfálticos, no existe el concepto de factor de equivalencia de carga y debe determinarse el volumen total esperado para cada grupo de cargas, separadamente, y tabular la información.

El factor crecimiento se obtiene de la tabla 2.19. Como los pavimentos de concreto se diseñan para períodos más prolongados, el crecimiento del tránsito tiene como límite la capacidad geométrica de la vía; esto debe tomarse en cuenta, sobre todo para tránsito inicial elevado y altas tasas de crecimiento.



TABLA 2.19
FACTOR DE CRECIMIENTO

PERIODO DE DISEÑO AÑOS (n)	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO (%)							
	0	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02
40	40.0	60.40	95.02	120.80	154.75	199.64	259.06	442.59
50	50.0	84.58	152.70	209.30	290.34	406.53	573.77	

5. Con los resultados del paso anterior, se determina el factor de seguridad de carga, según lo recomendado en el acápite D.
6. Se predimensiona el espesor de la losa, utilizando la carga por eje y el valor del coeficiente "K", para esto se utilizan los gráficos 2 y 3.

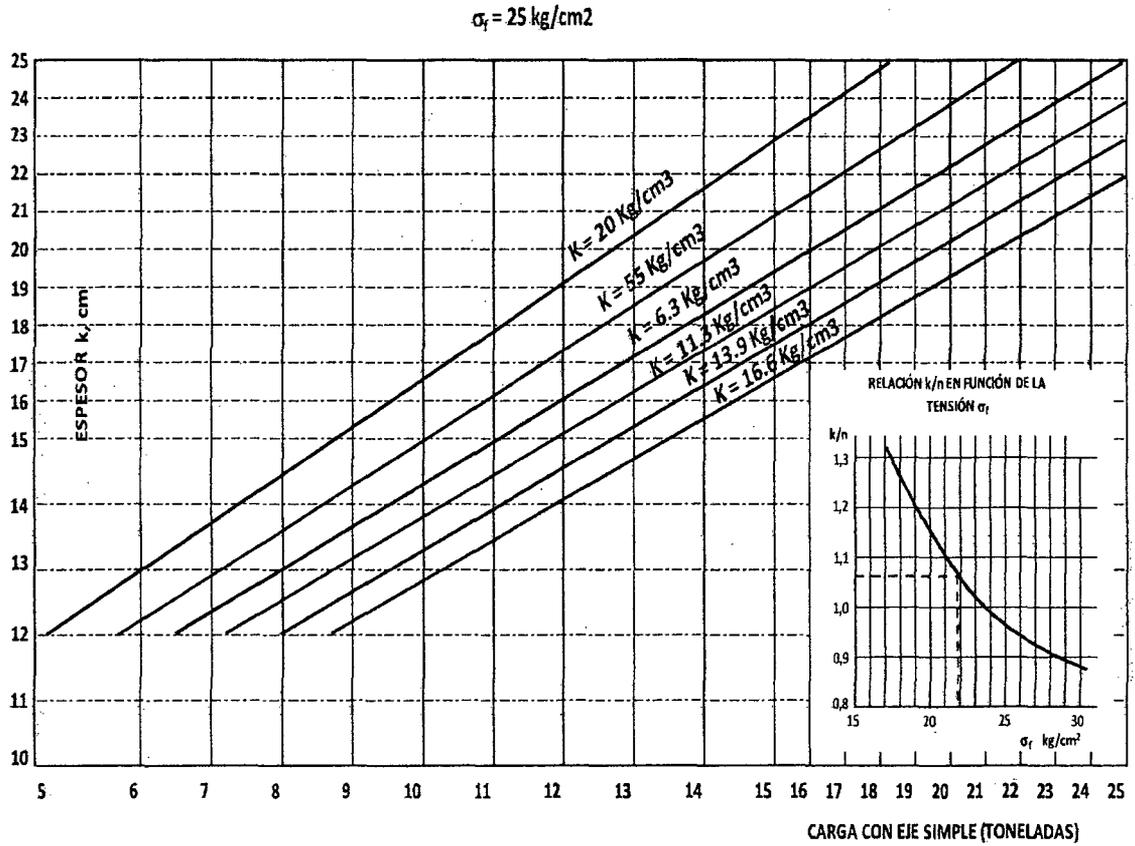
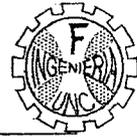


Grafico 2. Abaco carga / eje simple

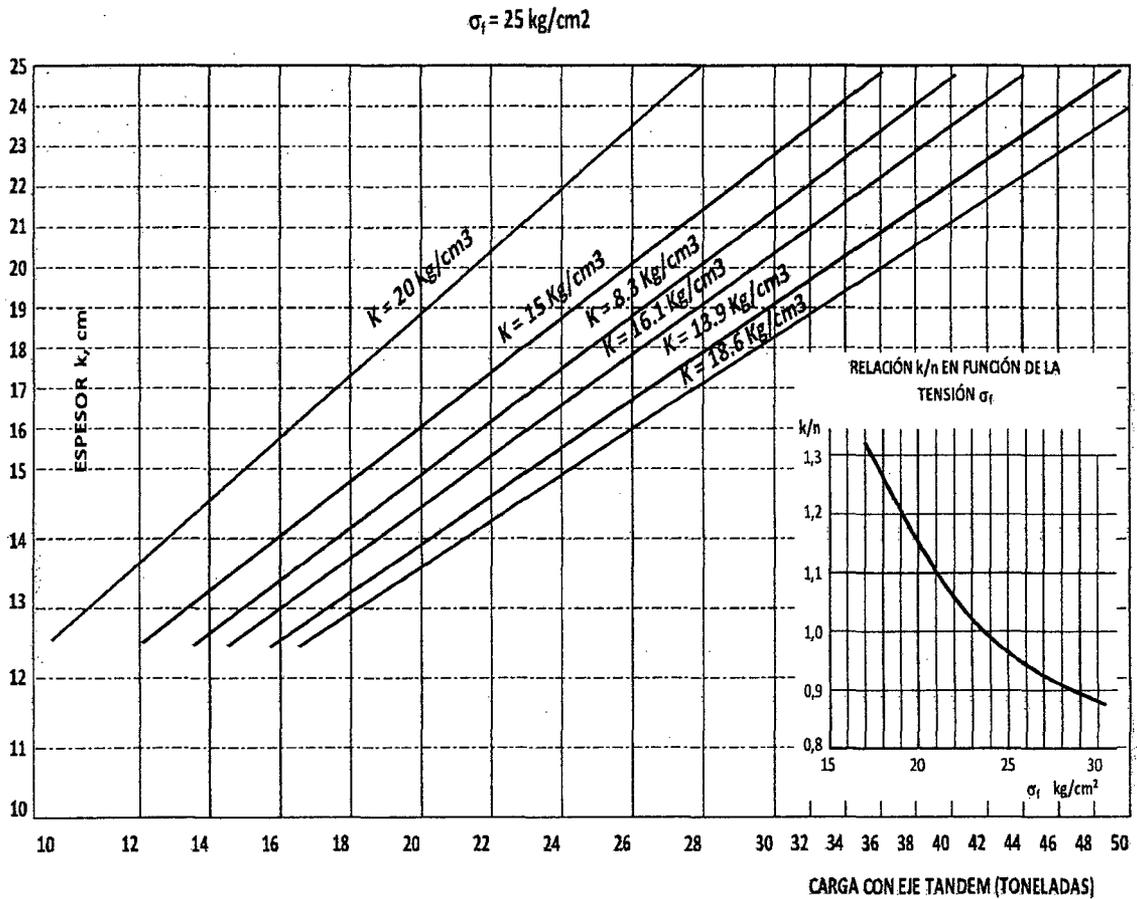
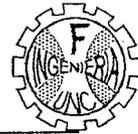
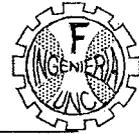


Grafico 3. Abaco carga / eje tandem

7. Se asume la resistencia a la flexión del concreto, la cual es determinada después de un curado de 28 días, sobre vigas de sección cuadradas de 15 cm de lado y 53 cm de longitud, cargadas en los tercios de su luz libre, según el método AASHO T - 9397. La resistencia a la flexión se llama también módulo de rotura del concreto, que es aproximadamente equivalente al 20% de su resistencia a compresión. Por consiguiente los módulos de rotura en los pavimentos varían entre 42 y 56 Kg/cm².



Estudios realizados sobre la fatiga en el concreto, sometidos a repeticiones de carga frecuentes de 10 a 30 por minuto, han demostrado que cuando el esfuerzo repetido no sobrepasa el 50% del módulo de rotura (coeficiente de seguridad igual o mayor que 2), el concreto resiste un número ilimitado de repeticiones de carga sin romperse.

8. Luego se elabora un cuadro de 6 columnas en el que se anota:

Columna I: La carga representativa, por eje o por rueda, según convenga, afectada por el factor de seguridad de carga de acuerdo al paso 5.

Columna II: El número total de repeticiones de cada grupo de cargas, obtenidas en el paso 4.

Columna III: El esfuerzo correspondiente a cada grupo de cargas, se obtiene entrando en los gráficos 4 y 5 (según corresponda), con la carga representativa de cada grupo (columna I), con el coeficiente "K", y con espesor de losa asumida en el paso 6.

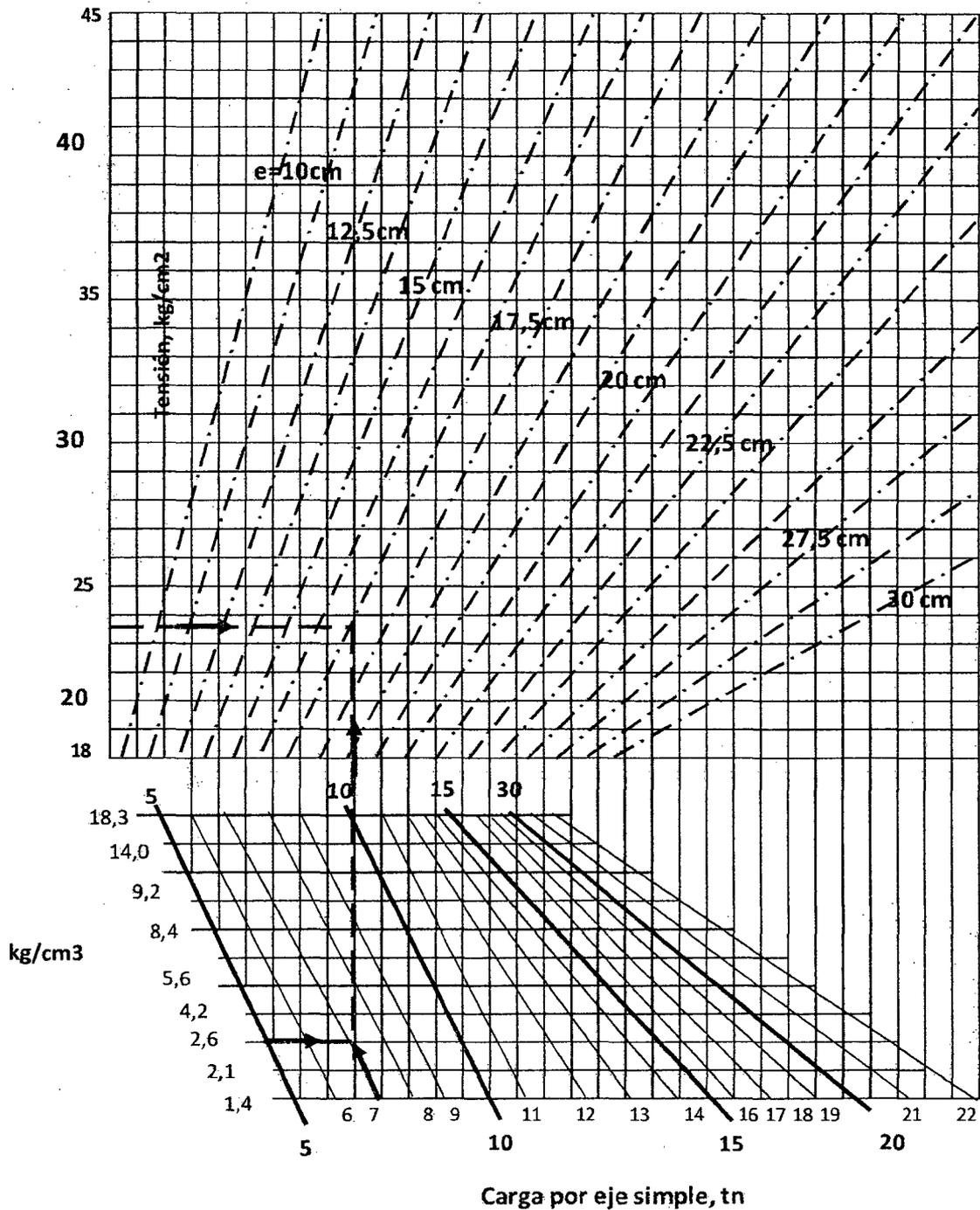
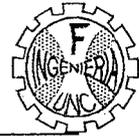


Gráfico 4. Gráfico de diseño de pavimentos de concreto destinados a calles o caminos, para carga por eje simple

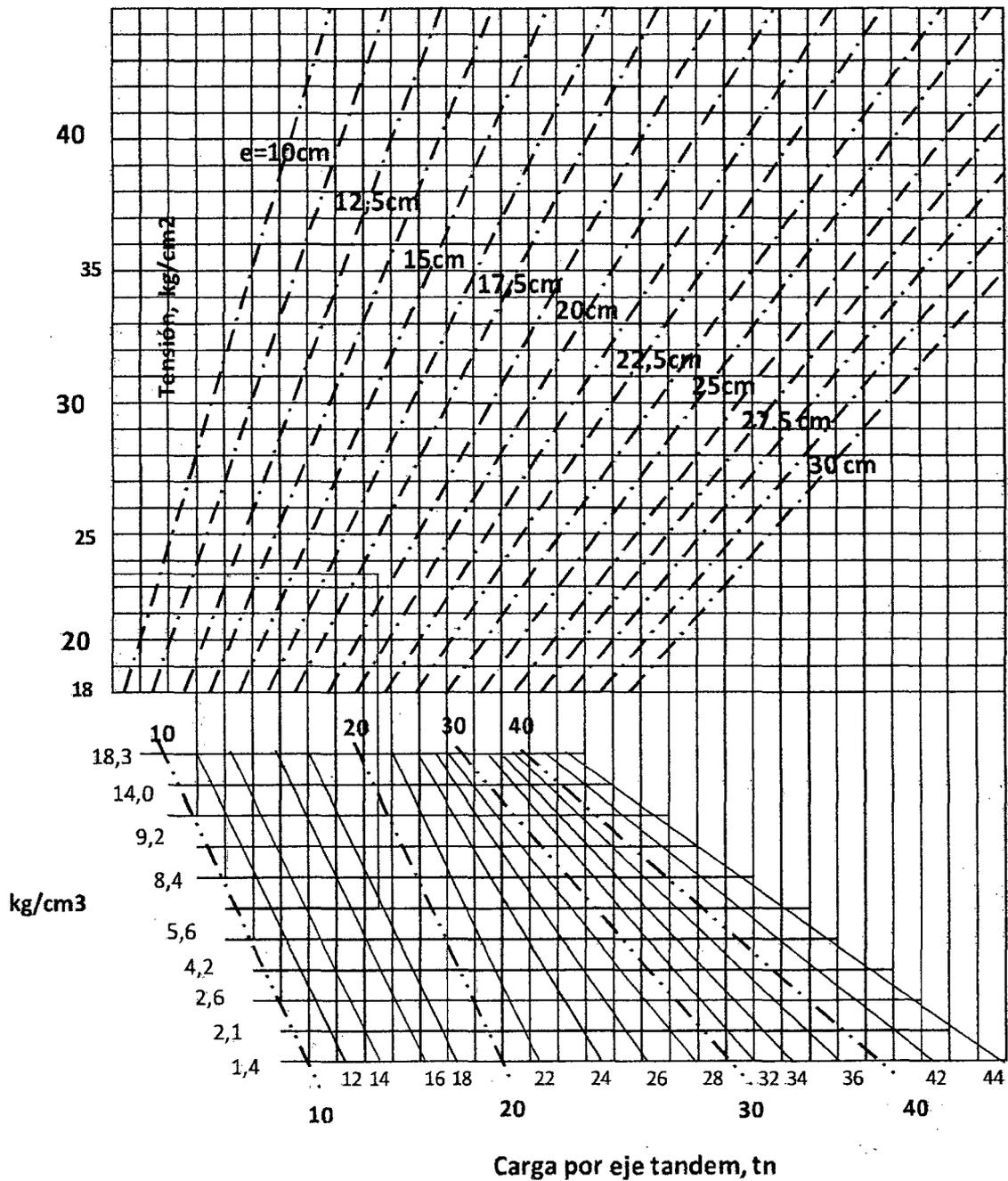


Gráfico 5. Gráfico de diseño de pavimentos de concreto destinados a calles o caminos, para carga por eje tandem



Columna IV: Viene a ser la relación de esfuerzos, que se obtiene dividiendo los valores de la columna III entre el módulo de rotura asumido en el paso 7.

Columna V: El número de repeticiones permitidas de cada tipo de cargas se obtiene entrando en el gráfico 6, con la relación de esfuerzos de la columna IV o tabulando los valores de la tabla 2.20.

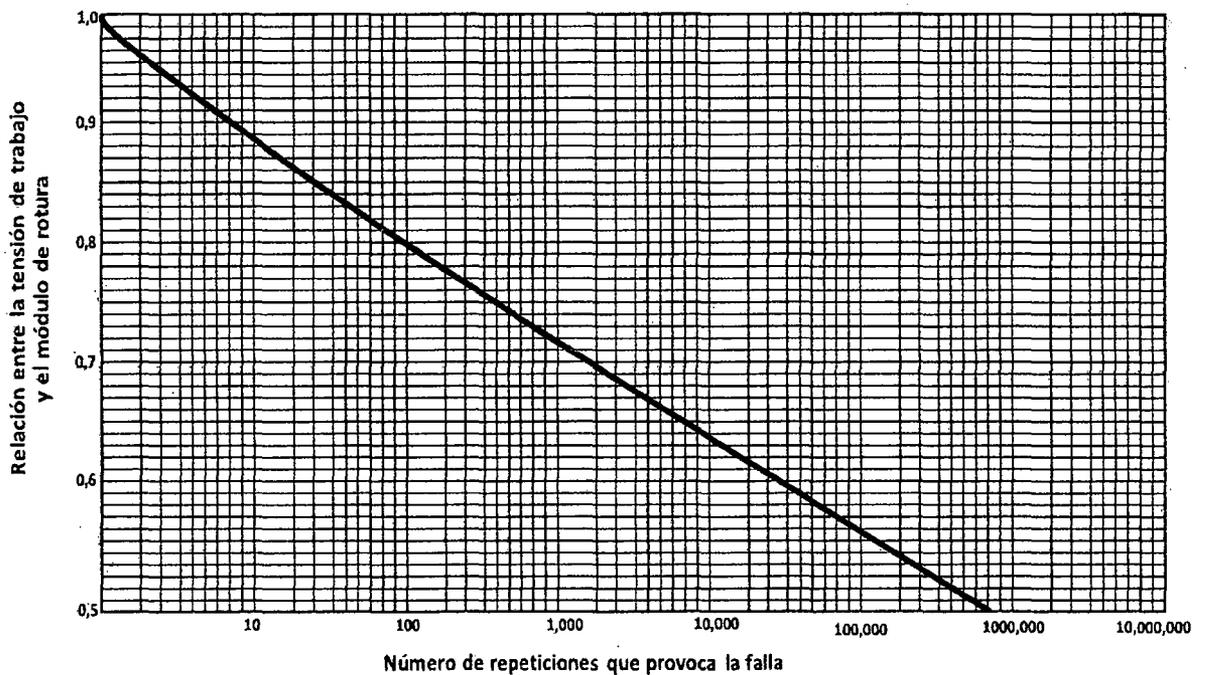


Grafico 6. Curva de fatiga del concreto sometido a tensión de flexión



TABLA 2.20

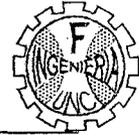
NUMERO DE REPETICIONES PERMITIDAS

Relación de Esfuerzos	Repeticiones Permitidas	Relación de Esfuerzos	Repeticiones Permitidas
0.51	400,000	0.71	1,500
0.52	300,000	0.72	1,100
0.53	240,000	0.73	850
0.54	180,000	0.74	650
0.55	130,000	0.75	490
0.56	100,000	0.76	360
0.57	75,000	0.77	270
0.58	57,000	0.78	210
0.59	42,000	0.79	160
0.60	32,000	0.80	120
0.61	24,000	0.81	90
0.62	18,000	0.82	70
0.63	14,000	0.83	50
0.64	11,000	0.84	40
0.65	8,000	0.85	30
0.66	6,000	0.86	23
0.67	4,500	0.87	17
0.68	3,500	0.88	13
0.69	2,600	0.89	10
0.70	2,000	0.90	8

Columna VI: El porcentaje de fatiga consumida por cada grupo de cargas, se determina dividiendo los valores de la columna II entre los de la columna V y multiplicando el resultado por 100. Sumar los porcentajes de todos los grupos.

9. Teóricamente, el diseño es correcto si la sumatoria de la columna VI del paso 8 es menor o igual a 100.

Algunos autores han determinado por experiencia que este valor puede aproximarse a 125 sin ocasionar problemas serios, pero es peligroso llegar a cifras más altas (Yoder, E. J. Witclak, M. w "Principies of Pavement Desing").



10. Luego se diseña la distribución de juntas respetando las recomendaciones dadas en el acápite 2.4.5.2 y 2.4.5.3. Además de las separaciones máximas dadas en la Tabla 2.15, si en el diseño se ha considerado transferencia de carga, proyectar los pasadores de las juntas de construcción y las barras de unión de las juntas longitudinales como se indica en el acápite 2.4.5.2

2.4.6.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

HIDRÁULICO, SEGÚN GERALD PICKETT

El Doctor Gerald Pickett, físico investigador de la Asociación del Cemento Pórtland de los E.E.U.U de América, considerando que el levantamiento de la losa debido a la diferencia de temperaturas, entre sus caras inferior y superior, reduce el soporte del terreno y aumenta por lo tanto el esfuerzo producido en el concreto por las cargas aplicadas en esquina, propuso con los ensayos de Arlington las siguientes fórmulas:

Con transferencia de carga de una losa a otra:

$$S = \frac{3.36 \cdot P}{h^2} \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{L}}}{0.925 + 0.22 \frac{a}{L}} \right] \quad \dots(2.11)$$

Sin transferencia de carga de una losa a otra:



$$S = \frac{4.20 \cdot P}{h^2} \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{a}{L}}}{0.925 + 0.22 \frac{a}{L}} \right] \quad \dots(2.12)$$

Dónde:

S: Esfuerzo provocado en la losa por la carga P, en Kg/cm²

P: Carga en Kg. que se aplica a la esquina de la losa.

a: Radio del círculo de área equivalente al área cargada, en cm (ver gráfico 8).

L: Radio de rigidez relativa entre losa y sub-rasante, en cm, expresada por la fórmula:

$$L = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2) \cdot K}} \quad \dots(2.13)$$

Dónde:

E: Módulo de elasticidad del concreto en Kg/cm²

u: Coeficiente de Poisson para el concreto con un valor medio de 0.15.

K: Módulo de reacción de la sub-rasante en Kg/cm³.

h: Espesor de la losa.

A continuación se presenta la Tabla 2.22 de valores de L, para E = 280000 Kg/cm² y u = 0.15.



TABLA 2.21

RADIO DE RIGIDEZ RELATIVA "L" EN CENTIMETROS

Módulo de Reacción "K" de la Subrasante en Kg/cm ³	Espesores h de las losas en cm.					
	15	17.5	20	22.5	25	30
1.4	88.4	96.8	109.7	119.9	128.0	148.8
2.8	74.4	81.0	92.2	100.8	107.7	125.0
5.6	62.5	67.6	77.7	84.8	90.2	105.2
8.4	56.6	63.5	70.1	76.7	81.5	95.0
11.2	52.6	58.9	65.3	71.4	77.2	88.4
14.0	49.7	55.9	61.7	67.6	72.9	83.3

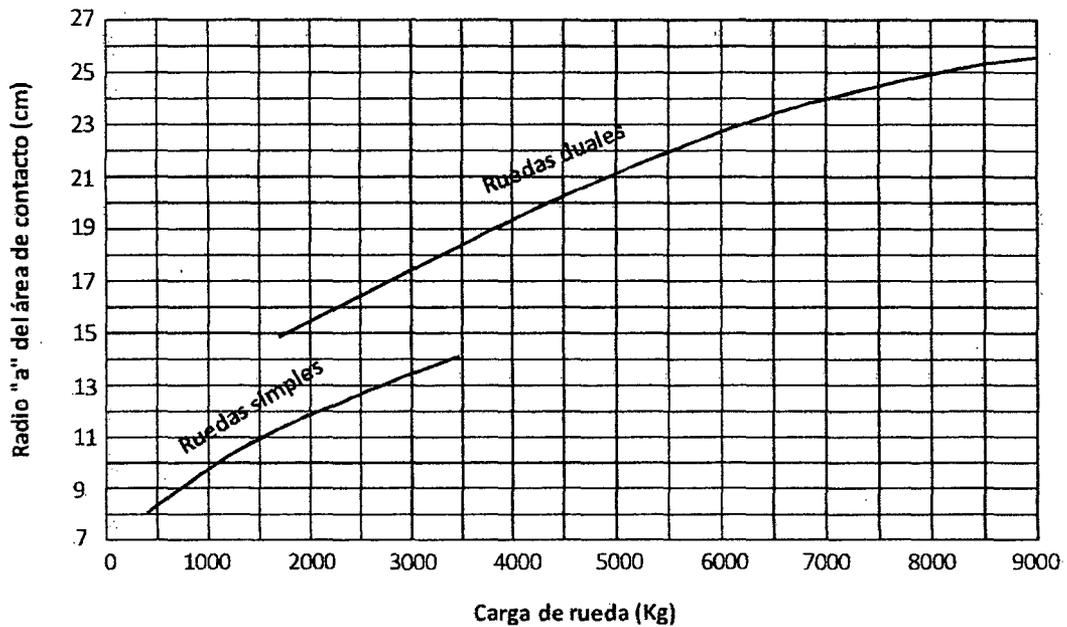


Gráfico 7. Radio "a" del área de contacto de cargas de rueda

La fórmula de Gerald Pickett tiene en cuenta un 40% de aumento en los esfuerzos debido a la distribución no uniforme del momento a lo largo de la sección normal a la



bisectriz del ángulo de la esquina que, según Spangler, sería el factor de mayor importancia para que los esfuerzos experimentales resulten mayores que los teóricos; y también tiene en cuenta la falta de soporte de la sub-rasante en la región de la esquina.

En base a las fórmulas anteriores, se han elaborado gráficos que facilitan su utilización. El gráfico N° 8 sirve para calcular el espesor de las losas de concreto hidráulico según las fórmulas de Gerald Pickett.

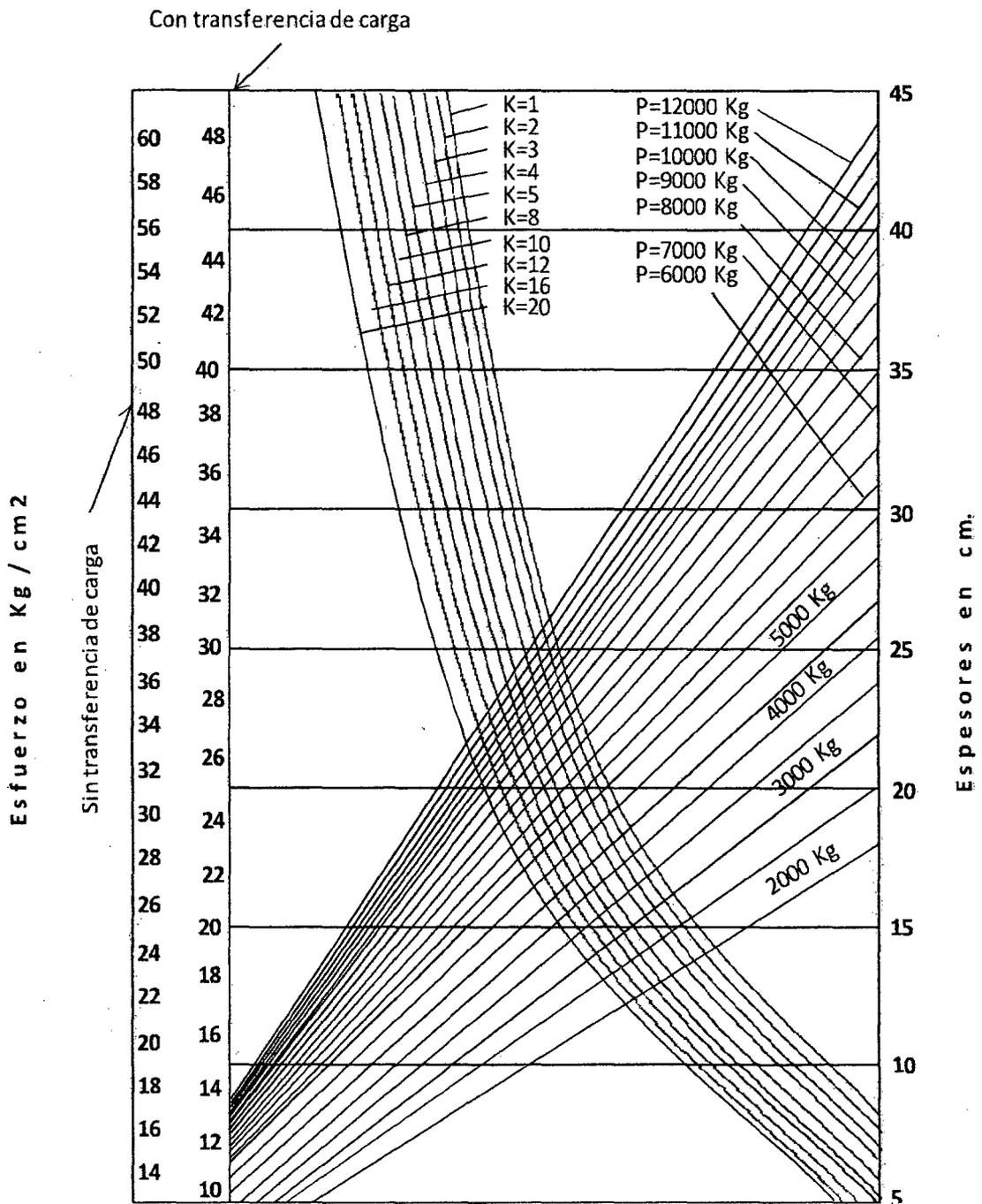
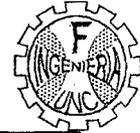
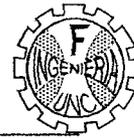


Gráfico N° 8. Relación entre el espesor de pavimento, carga de ruedas, reacción de la sub rasante y esfuerzo de flexión.



2.4.6.3 CHEQUEO DE ESFUERZO:

Calculado el espesor de la losa se verificarán los esfuerzos en donde las cargas produzcan mayor esfuerzo (carga en esquina) que no deben superar el esfuerzo de trabajo del concreto.

Para esto, en primer lugar, se halla el radio de rigidez relativa, con la ecuación (2.13).

a) Esfuerzo por Carga:

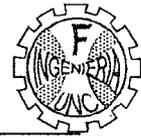
Resolviendo la fórmula de G. Pickett (ecuación 2.9) observaremos si los esfuerzos producidos por la posición de la carga es menor que el esfuerzo de trabajo del concreto.

b) Esfuerzo por cambios de Temperatura y por Variaciones de humedad:

Los esfuerzos producidos por el combado de las losas, debido a los cambios de temperatura y/o humedad en la parte superior e inferior de las mismas, inducen un nuevo esfuerzo que es necesario considerar.

Cuando la parte superior de una losa está a una temperatura más alta que la parte inferior (día de verano), la losa tiende a ponerse convexa respecto a la superficie. Cuando la temperatura es inversa, las losas se ponen cóncavas, las esquinas pueden separarse claramente de la sub-rasante que las soporta.

Cuando la losa tiende a combarse hacia arriba, es resistida por el peso de la losa, provocando un esfuerzo de alabeo. Diferencias en el contenido de humedad entre la



parte superior y la inferior de la losa provocan un similar efecto.

Lo importante no corresponde al esfuerzo de combado, si no que la losa tiende a levantarse de la sub-rasante en las esquinas lo que reduce el soporte de la losa y tiende a incrementar el esfuerzo de flexión inducido por las cargas. Las esquinas con esfuerzos mayores considera que los esfuerzos de combado de las losas es resistido por una pequeña cantidad de concreto.

Los esfuerzos de combado no son siempre aditivos a los esfuerzos provocados por las cargas sino que, frecuentemente, son sustractivos, el esfuerzo resultante es el provocado por la carga, menor al esfuerzo, por combado.

Bajo condiciones normales y juntas bien localizadas, el reducir el esfuerzo de trabajo a flexión del concreto para compensar el esfuerzo del combado no se justifica. Las fórmulas de diseño de espesores de losas de concreto tienen un exceso de resistencia con el propósito de equilibrar los esfuerzos provocados por el combado.

2.4.7 MATERIALES A USAR EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS:

2.4.7.1 BASE Y CAPA ANTICONTAMINANTE:

El material de la sub base granular debe ser seleccionado en función a la resistencia (C.B.R), plasticidad (grado de



contracción lineal) y valor cementante, estas características son las más importantes y se indican en la Tabla 2.18.

2.4.7.2 LOSA:

La losa será una mezcla de agua y cemento Portland, con arena y grava en proporciones necesarias, tales que produzcan la resistencia y la densidad deseadas. Se utilizará un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

A. CEMENTO PORTLAND:

El cemento Portland debe cumplir los requisitos químicos y físicos que especifica las normas ASTM C-150, para cemento Portland Tipo I, considerando oficialmente por pie^3 de volumen un peso de 42.5 Kg.

B. AGREGADOS:

Las principales propiedades que se deben observar en los agregados son:

- Dureza, para la resistencia a la abrasión (no mayor a 50%).
- Durabilidad, para la resistencia al intemperismo.
- Resistencia, para contribuir a la resistencia del concreto.
- Textura, para mejorar la trabajabilidad.
- Limpieza, para mejorar la calidad de la mezcla.
- Salinidad, no contener sales solubles en más de 0.15% en peso del cemento.
- El equivalente de arena del agregado fino (NTP 339.146:2000) utilizado en concreto de pavimentos será igual o mayor a 75%.



- Forma y tamaño de la partícula, se recomienda que el tamaño máximo no exceda $1/3$ ó $1/4$ del espesor de la losa. Conviene que sean lo más rugosas posibles, es decir que tengan un alto valor de fricción, ya que así se alcanza un buen valor de adherencia con la pasta agua-cemento.
- Granulometría, se recomienda la siguiente granulometría para el agregado grueso:

Tamiz	% que Pasa
2"	100%
1 1/2"	95% – 100%
3/4"	35% – 70%
3/8"	10% – 30%
Nº 4	0% – 5%

Para el agregado fino:

Tamiz	% que Pasa
3/8"	100%
Nº 4	95% – 100%
Nº 8	80% – 100%
Nº 16	50% – 85% (45% – 80%)
Nº 30	25% – 60%
Nº 50	10% – 30% (5% – 20%)
Nº 100	2% – 10% (0% – 5%)
Nº 200	Máximo 3%

Es necesario conocer la granulometría para garantizar la resistencia y la densidad del concreto endurecido. Sin embargo no es un elemento determinante para aceptar o rechazar los materiales; se puede variar las



proporciones de los agregados o de la lechada en relación a aquellos para obtener los resultados necesarios. Los ensayos que deberán realizarse al Agregado Fino, se muestran a continuación:

TABLA 2.22
ENSAYOS SOBRE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Frecuencia
Granulometría	NTP 339.090:1998	250 m ³
Material que pasa la malla N° 200	NTP 339.132:1998	1000 m ³
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E – 212 (1999)	1000 m ³
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	1000 m ³
Método químico para determinar la reactividad potencial alcali-sílice de los agregados	NTP 334.099:2001	1000 m ³
Cantidad de partículas livianas	MTC E – 211 (1999)	1000 m ³
Contenido de sulfatos (SO ₄)	NTP 339.178:2002	1000 m ³
Contenido de cloruros	NTP 339.177:2002	1000 m ³
Durabilidad	MTC E – 209 (1999)	1000 m ³

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos

Sólo se permitirá una variación de $\pm 0,2 \%$ en el Módulo de Fineza del agregado fino.

El total de sustancias perjudiciales en los agregados no deberá superar el 4 % en peso.



Los ensayos que deberán realizarse al Agregado Grueso, se muestran a continuación:

TABLA 2.23
ENSAYOS SOBRE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Frecuencia
Granulometría	NTP 339.090:1998	250 m ³
Desgaste Los Ángeles	MTC E – 207	1000 m ³
Partículas fracturadas	MTC E – 210	500 m ³
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E – 212 (1999)	1000 m ³
Cantidad de partículas livianas	MTC E – 211 (1999)	1000 m ³
Contenido de sulfatos (SO ₄)	NTP 339.178:2002	1000 m ³
Contenido de cloruros	NTP 339.177:2002	1000 m ³
Contenido de carbón y lignito	MTC E – 215	
Reactividad	ASTM C – 84	1000 m ³
Durabilidad	MTC E – 209 (1999)	1000 m ³
Porcentaje de partículas chatas y alargadas (relación largo : espesor 3:1)	MTC E – 0221	250 m ³

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos



TABLA 2.24
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD QUE SE REQUIEREN EN LOS
MATERIALES QUE SE UTILIZAN COMO BASE DE PAVIMENTOS

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal, en porcentaje (máx)	6.0	4.5	3.0
Valor cementante, materiales angulosos en Kg/cm ² (mín).	3.5	3.0	2.5
Valor cementante, Materiales redondeados y lisos en Kg/cm ² (mín)	5.5	4.5	3.5
Valor relativo de soporte Estándar saturado en porcentaje	50 mín		
Equivalente de arena en Porcentaje	20 Mín. (Tentativo)		

Autor: Robert James Cedano Quipuzco.

C. AGUA:

El agua utilizada debe estar libre de impurezas orgánicas e inorgánicas, la relación agua-cemento que se recomienda en la tabla N° 2.27, debe ser corregida de acuerdo a los procesos que se están utilizando.

Manteniéndose constante la relación agua-cemento necesaria, la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto, puede variar de acuerdo a la manejabilidad que se requiere en la obra y se mide mediante la prueba de revenimiento o asentamiento.



2.4.8 DISEÑO DE MEZCLAS:

El diseño de mezclas consiste en determinar las proporciones de cemento, agua y agregados pétreos que produzcan la consistencia y resistencia deseadas del concreto que se empleará en el proyecto.

El presente diseño de mezclas se hará de acuerdo a las recomendaciones del ACI.

El agua que se necesite está en función del revenimiento del concreto, tamaño máximo del agregado y según los criterios siguientes:

- El concreto se debe dosificar para una consistencia plástica con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75 mm a 100 mm) si la consolidación es por vibración; y de cinco pulgadas o menor (125 mm ó menos) si la compactación es por varillado.
- Se seleccionará el asentamiento más conveniente empleando la tabla 2.25 preparadas por el comité de la A.C.I.
- El tamaño máximo del agregado corresponde a la abertura de la malla inmediata superior que retiene el 15% o más.
- Se realizarán los siguientes ensayos a la mezcla de concreto:
 - Ensayo de Consistencia, 1 por cada 3 m³ de mezcla. Se realizará en el punto de vaciado.
 - Ensayo de Resistencia a Tracción por flexión a la compresión, 1 muestra por cada 450 m², no menos de 1 al día. Se realizará en el Laboratorio.

A continuación se muestran las tablas que se utilizarán en el diseño del concreto según las Normas ACI.



TABLA 2.25

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

TIPO DE CONSTRUCCION	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MINIMO
Zapatatas y muros de cimentación armados	3''	1''
Cimentaciones simples, cajones y sub-estructura de muros.	3''	1''
Viga y muros armados	3''	1''
Columnas de edificios	4''	1''
Losas y pavimentos.	3''	1''
Concreto ciclópeo	2''	1''

Fuente: Tecnología del concreto.

Autor: Carlos Salcedo de la Vega.

TABLA 2.26

PESO APROXIMADO DE AGUA POR M³ DE CONCRETO

ASENTAMIENTO	Agua en Kg/m ³ de concreto, para los tamaños Máximos de agregado grueso indicados							
	3/8''	1/2''	3/4''	1''	1 1/2''	2''	3''	6''
1'' a 2''	207	199	190	179	166	154	130	113
3'' a 4''	228	216	205	193	181	169	145	124
6'' a 7''	243	228	216	202	190	178	160	----
Contenido de aire atrapado (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente: Tecnología del concreto.

Autor: Carlos Salcedo de la Vega.



TABLA 2.27
RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (Kg/cm ³)	RELACION AGUA/ CEMENTO EN PESO, PARA DIVERSOS CONTENIDOS DE AIRE TOTAL			
	2%	4%	6%	8%
140	0.76	0.71	0.67	0.60
175	0.67	0.62	0.58	0.51
210	0.60	0.55	0.51	0.45
245	0.53	0.49	0.45	0.37
280	0.49	0.45	0.40	0.33
315	0.45	0.40	0.35	0.29
350	0.40			

Fuente: Tecnología del Concreto. Autor: Carlos Salcedo de la Vega.

TABLA 2.28
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR M³ DE CONCRETO

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	Volumen de agregado grueso, seco y compacto por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.73	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75

Fuente: Tecnología del Concreto.

Autor: Carlos Salcedo de la Vega.



2.5 OBRAS DE ARTE:

2.5.1 GENERALIDADES:

El objetivo de un sistema de drenaje en una vía es eliminar el agua o humedad que pueda perjudicar la calzada, para esto existen varios mecanismos que evitan que el agua deteriore las diferentes capas del pavimento.

El funcionamiento del drenaje es esencial, pues dada la naturaleza del material con el que se forman las bases y sub-bases, cualquier exceso de agua o humedad ocasiona deslave, cambios en la densidad del suelo y, en general, trastorna el funcionamiento del pavimento.

Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimientos de material, encarecen el costo de mantenimiento, interrumpen el tránsito, ocasionando por lo tanto, pérdidas económicas.

2.5.2 DRENAJE SUPERFICIAL:

Comprende el desalojo del agua de lluvia que cae directamente sobre la calzada, y la intersección y remoción de las aguas que llegan a la vía, procedentes de terreno adyacentes.

2.5.3 DRENAJE SECUNDARIO:

Son acciones correctivas constituidos por conductos y obras anexas construidos por el hombre, que permiten el normal desenvolvimien-



to del tráfico de personas y vehículos en las áreas urbanas, por ejemplo cunetas a cada lado de las calles, brocales, etc.

2.5.4 DRENAJE PRIMARIO:

Son acciones correctivas constituidas por cauces naturales, conductos artificiales y obras conexas que salvaguardan la vida de las personas y evitan daños a propiedades, por ejemplo: canalizaciones, obras de desviación de agua antes de la ciudad.

2.5.5 ESTUDIO HIDROLÓGICO:

Para comprender el comportamiento del agua en zonas lluviosas, partimos del planteamiento de un estudio hidrológico. En el presente proyecto se ha considerado aplicar el método racional para la obtención de los caudales máximos hidrológicos en el diseño de las obras de arte. Por cuanto es un método que se adapta a nuestra zona en estudio por encontrarse bastante cerca a la estación meteorológica A. Weberbauer (Cajamarca).

Este método es aplicable a zonas que se encuentran distantes a más de 25 Km de la estación más cercana.

2.5.5.1 CÁLCULO DE ESCORRENTÍA MÁXIMA: MÉTODO RACIONAL

“Escorrentía máxima o descarga de diseño, es el máximo caudal que se espera pueda ocurrir con un determinado período de retorno o frecuencia en años, durante el período de vida útil del proyecto en obra”.



Las obras de drenaje de agua superficiales deben diseñarse de tal manera que sean capaces de resistir este evento o caudal máximo, el mismo que constituye un criterio básico para el dimensionamiento de las estructuras.

2.5.6 DISEÑO DEL DRENAJE:

2.5.6.1 DISEÑO GEOMÉTRICO:

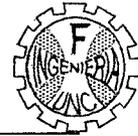
Para realizar el diseño geométrico del drenaje, se considera el sentido de flujo en función de la pendiente trazada a nivel de sub rasante. Para esto es necesario contar con el plano en planta del proyecto en estudio, el cual debe presentar las curvas de nivel, cotas topográficas y la localización en el plano de causas naturales existentes. Este plano es fundamental puesto que en él se indicara el sentido de flujo por medio de flechas en función de la pendiente de las calles, así como la delimitación de la zona para el estudio de drenaje.

2.5.6.2 PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL HIDROLÓGICO.

a. Período de Retorno (T_r):

Es el número de años que transcurren para que un evento de ciertas características se repita con igual o mayor magnitud.

En el caso de drenaje urbano, el evento a considerar son los excedentes de agua de lluvia, es decir el escurrimiento que ellas generan.



En las tablas 2.29 y 2.30 se indica los períodos de retorno recomendables, en función del uso de la tierra y del tipo de vía terrestre.

TABLA 2.29

PERIODO DE RETORNO - TIPO DE USO DE LA TIERRA

TIPO DE USO	TR (Años)
Zona de actividad comercial	10
Zona de actividad industrial	10
Zona de edificios públicos	10
Zonas residenciales multifamiliares de alta densidad	5
Zonas residenciales unifamiliares y multifamiliares de baja densidad	2
Zonas recreativas de alto valor e intenso uso por el público	2
Otras áreas recreativas	1

Fuente: Zonificación Urbana por Riesgo de Inundaciones, UNC.

Esta tabla debe emplearse con flexibilidad, pues su aplicación estricta en cuanto a usos puede llevar a una subdivisión excesiva de las áreas urbanas, y complicar innecesariamente la fijación de los períodos de retorno.

Por ello cuando se menciona el tipo de uso, debe entenderse el dominante en el área.

Cuando no exista uso predominante, se puede tomar de manera conservadora el de mejor período de retorno.



TABLA 2.30
PERIODO DE RETORNO - TIPO DE VIA

TIPO DE VIA	TR (Años)
Vialidad Arterial: Autopista urbana y avenida que garanticen la comunicación básica de la ciudad.	10
Vialidad Distribuidora: Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimenten.	5
Vialidad Local: Avenidas y calles cuya importancia no traspasa la zona servida.	2
Vialidad Especial: Acceso a instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales.	10

Fuente: Zonificación Urbana por Riesgo de Inundaciones, UNC.

b. Tiempo de Concentración:

El tiempo de concentración es importante para obtener la intensidad máxima media de las curvas Intensidad – Frecuencia – Duración.

Para este cálculo se debe disponer con registros pluviográficos de una estación representativa para la zona urbana en estudio. Para el presente proyecto se ha considerado la estación hidrometereológica A. Weberbauer. (Tabla 2.31).

Para hallar el tiempo de concentración "tc" se usa el gráfico 9, para flujo superficial.

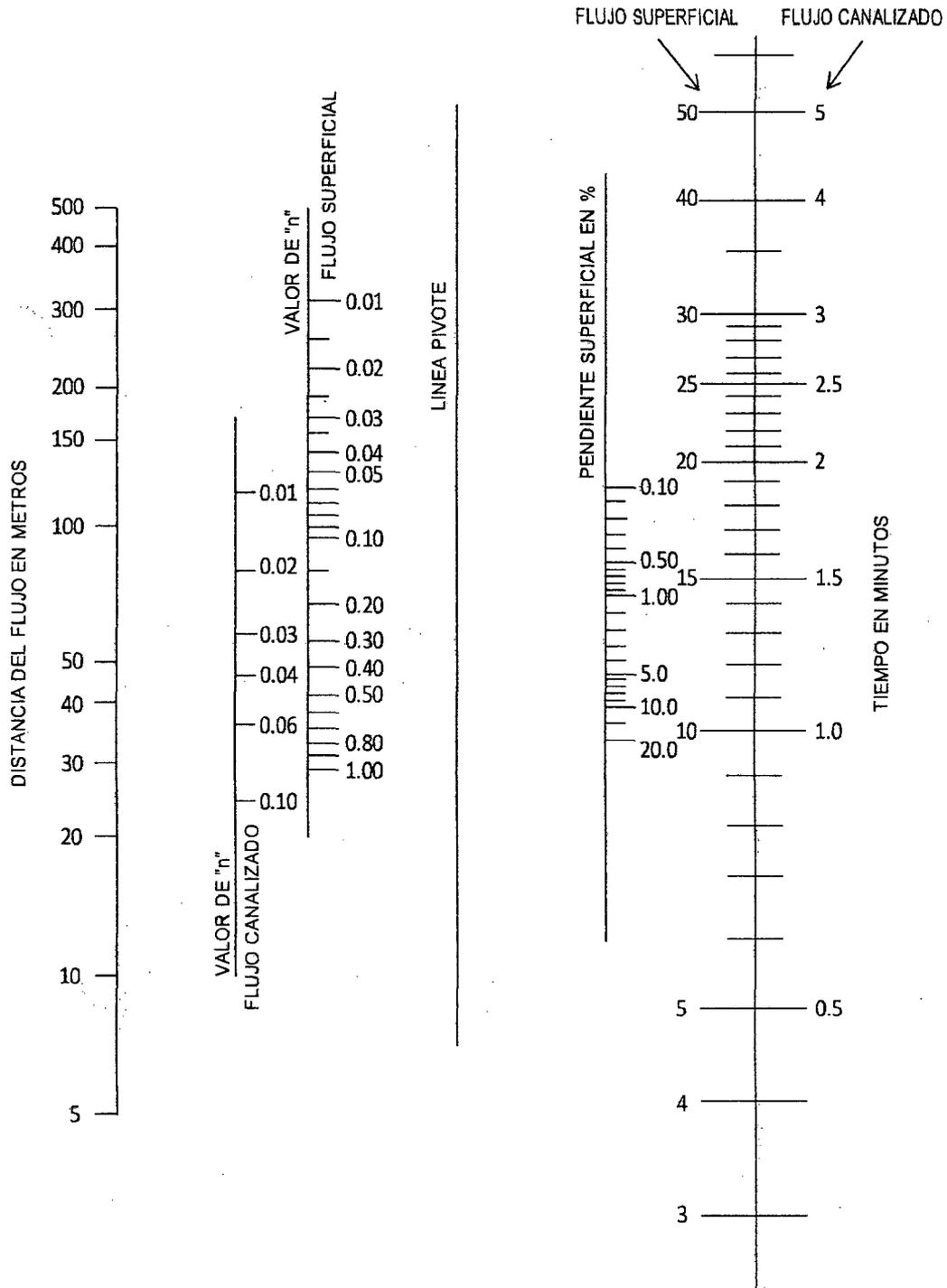


Grafico 9. Abaco para el cálculo de tiempo de concentración superficial



TABLA 2.31
INTENSIDADES –ESTACION WEBERBAUER

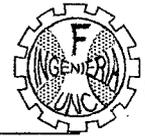
INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h) PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION

ESTACIÓN: AUGUSTO WEBERBAUER
Distrito: CAJAMARCA
CATEGORÍA: MAP N° 304
Provincia: CAJAMARCA
Departamento: CAJAMARCA
LATITUD: 07 10' S
LONGITUD: 78'30' W
ALTITUD: 2680 m.s.n.m.

INTENSIDADES MÁXIMAS					
AÑO	5min	10 min	30 min	60 min	120min
	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
1973	101.00	71.00	24.10	14.00	11.05
1974	73.00	58.00	34.00	18.00	9.10
1975	90.00	50.00	24.00	16.00	10.00
1976	68.00	63.00	37.00	19.00	9.00
1977	65.00	53.00	37.10	21.00	11.00
1978	26.00	24.00	21.00	12.00	6.00
1979	60.00	60.00	38.00	23.00	14.00
1980	73.02	60.02	33.80	21.08	13.02
1981	67.20	54.80	29.13	15.54	9.28
1982	88.29	75.15	37.20	23.10	13.27
1983	75.30	50.40	31.40	23.71	13.99
1984	112.80	71.80	27.60	15.63	9.80
1985	59.31	54.40	25.56	14.70	8.05
1986	84.60	65.40	30.11	15.60	8.23
1987	76.00	49.20	21.60	13.20	7.95
1988	70.40	52.80	23.00	13.79	7.85
1989	73.60	47.80	28.04	16.48	9.64
1990	111.60	75.00	37.94	23.18	12.30
1991	83.10	73.40	40.80	25.52	14.17
1992	56.10	38.52	18.60	10.10	5.20
1993	57.75	50.67	28.20	17.54	9.71
1994	91.49	64.18	36.22	19.04	12.91
1995	71.11	56.25	28.66	16.72	9.32
1996	81.30	60.21	32.44	17.88	11.12
1997	82.20	68.10	35.04	17.86	8.94
1998	92.00	66.34	40.60	27.10	13.50
1999	76.55	57.48	30.24	17.75	10.64

Fuente: Tesis "Drenaje Pluvial Parte Alta de La Ciudad De Cajamarca"

Fuente: SENAMHI.



c. Coeficiente de Escorrentía (C):

Se define como la relación que expresa la cantidad de lluvia que produce escorrentía superficial, en función de la lluvia total precipitada.

La tabla 2.33 presenta valores de acuerdo al tipo de área y superficie.

TABLA 2.32
COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

TIPO DE AREA	VALOR DE C
COMERCIAL	
• Centro de la ciudad	0.70 - 0.95
• Alrededores	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
• Unifamiliar	0.30 - 0.50
• Multifamiliar separados	0.40 - 0.60
• Multifamiliar agrupados	0.60 - 0.75
• Sub Urbana	0.25 - 0.40
INDUSTRIA	
• Liviana	0.50 - 0.80
• Pesada	0.60 - 0.90
OTROS	
• Parques y cementerios	0.10 - 0.25
• Parques para juegos	0.20 - 0.35
TIPOS DE SUPERFICIE	VALOR DE C
PAVIMENTOS	
• Asfalto o concreto	0.70 - 0.95
• Ladrillo	0.70 - 0.95
TECHOS Y AZOTEAS	0.70 - 0.95
CAMINOS Y GRAVAS	0.30
AREAS DE SUELO ARENOSO	
• Llanos (2%)	0.05 - 0.10
• Medianos (2% a 7%)	0.10 - 0.15



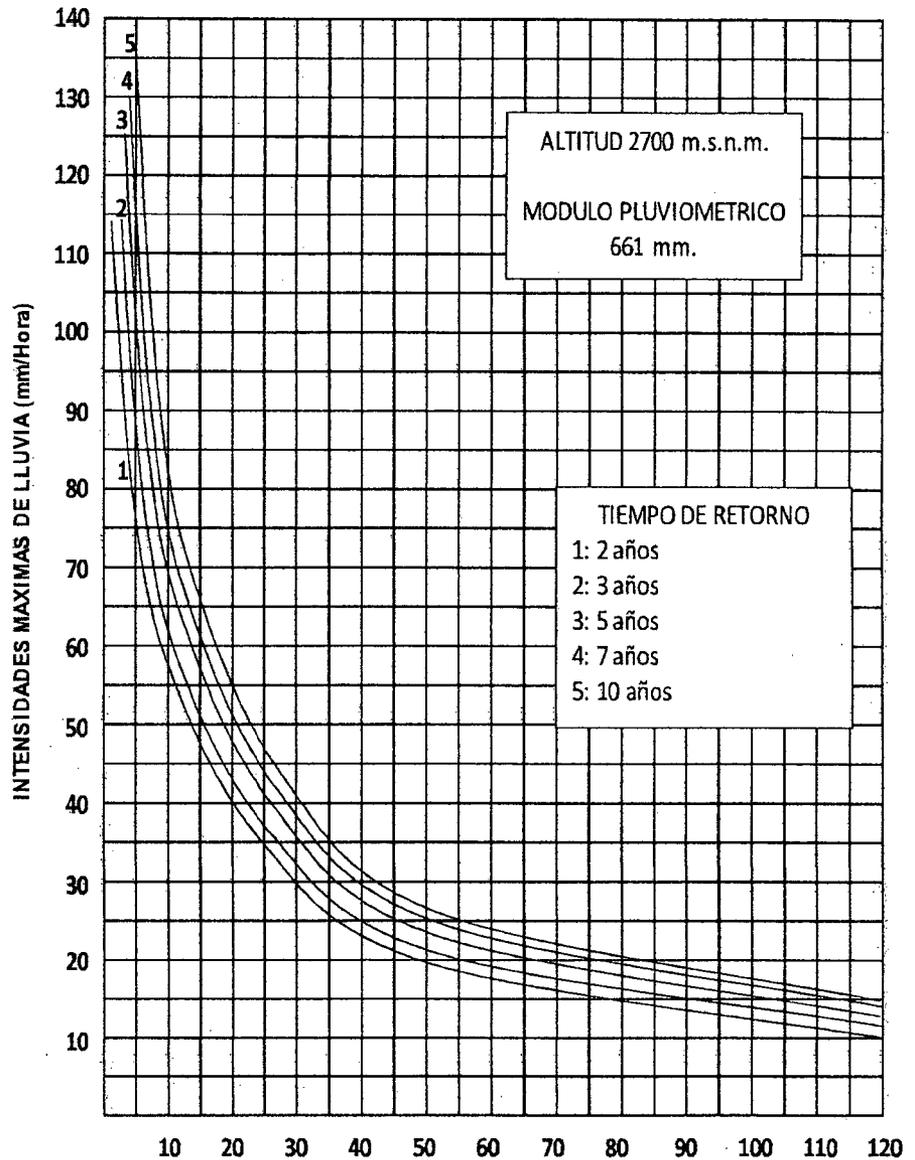
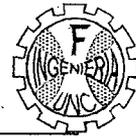
<ul style="list-style-type: none">• Inclínados (7% ó más)	0.15 - 0.20
AREAS DE SUELO PESADO	
<ul style="list-style-type: none">• llanos (2%)	0.13 - 0.17
<ul style="list-style-type: none">• Medianos (2% a 7%)	0.18 - 0.22
<ul style="list-style-type: none">• Inclínados (7% ó más)	0.25 - 0.35

Fuente: Recursos de Agua.

Autor: Ing. Rafael Zegarra.

d. Intensidad Máxima:

Las intensidades máximas se calculan por medio de tablas o gráficos de curvas de Intensidad - Frecuencia - Duración de la estación en estudio, en nuestro caso la estación A. Weberbauer, para lo cual es imprescindible conocer los parámetros de diseño: tiempo de retorno "Tr", y tiempo de concentración "Tc". Para esto utilizaremos el siguiente gráfico:



Curvas de Intensidad y Duración en la Estación A. Webwrbauer (Cajamarca)

e. Delimitación de las Áreas Tributarias:

Teniendo en cuenta el plano de ubicación de las manzanas a curvas de nivel de la zona en estudio, se establece el sentido de escurrimiento superficial de las diferentes calles. En dicho plano se delimitan las áreas



tributarias de todas las manzanas existentes, siguiendo el criterio de subdividir las manzanas por las bisectrices de las esquinas.

2.5.6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL HIDRÁULICO.

a. Pendiente longitudinal de la calle:

Es necesario conocer la pendiente de la calle, teniendo en cuenta que este parámetro es fundamental para determinar el sentido de flujo a lo largo de la calle. Se debe considerar como mínimo una pendiente de 0.5% para poder garantizar el drenaje de la calle, para vías con pendientes menores, el drenaje se realizará principalmente por medio del bombeo hacia las cunetas.

b. Pendiente transversal de la calle o bombeo:

Es el correspondiente desnivel dado en el sentido perpendicular al eje de la calle, llamado bombeo. Debe considerarse mínimo 2% de bombeo.

c. Ancho de vía y Altura de vereda (brocal):

El ancho de vía y altura de vereda están determinados en el diseño geométrico de la calle. La altura de vereda deberá ser como mínimo de 0.15 m.

2.5.6.4 CÁLCULO DEL CAUDAL HIDROLOGICO EN CADA TRAMO:

Se realiza el cálculo de los caudales hidrológicos de acuerdo a la fórmula del Método Racional:



$$Q = \frac{C.I.A}{360} \quad \dots(2.14)$$

Dónde:

- Q : Descarga para la avenida máxima de diseño en m³/seg.
I : Intensidad de lluvia en mm/h.
A : Área tributaria en Has.
C : Coeficiente de escorrentía.

2.5.6.5 CÁLCULO DEL CAUDAL HIDRÁULICO EN CADA TRAMO

Se determina la capacidad de cada calle para un nivel de agua que alcanza hasta el borde de la acera (figura e).

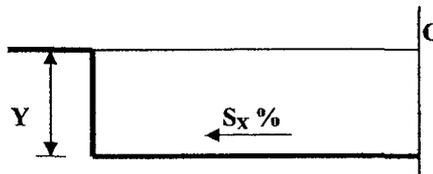


Figura (e)

$S_x\%$ = Pendiente transversal de la calle.

La capacidad hidráulica se calcula con la fórmula de IZZARD, para conductos triangulares (ver figura f).

$$Q = 0.00175 \left(\frac{828}{n} \right) * S_x * Y \quad \dots (2.15)$$

Dónde:

- Q: Caudal en Lts/seg.
Z: $1/S_x$
Y: Profundidad del agua en el brocal, en cm.



S_0 : Pendiente longitudinal de la calle.

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

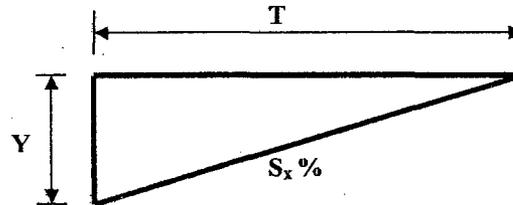


Figura (f)

Para el caso de calles con pendiente transversal nula se trabaja con la fórmula de Manning, correspondiente a un conducto rectangular muy ancho, poco profundo cuya expresión es:

$$Q = \left(\frac{b}{n}\right)^{5/3} * Y^{1/2} * S_0 \quad \dots (2.16)$$

Dónde:

b : Ancho de la calle.

2.5.6.6 CALCULO DE LOS CAUDALES ACUMULADOS EN CADA TRAMO (Primer Criterio)

Para el cálculo de los caudales tanto hidrológicos como hidráulicos, se sumaran los caudales de cada tramo acumulativamente teniendo en cuenta el sentido de flujo y lo explicado en el siguiente diagrama.

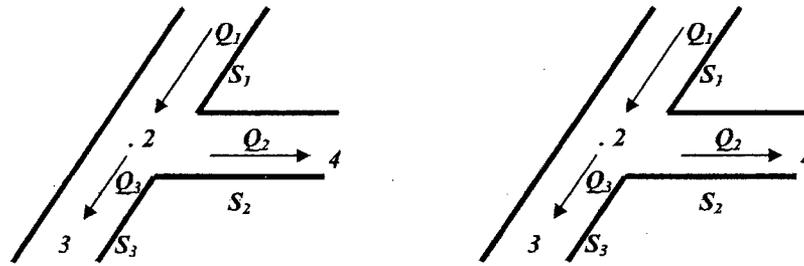
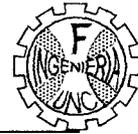


Figura (g)

Si: $S_2 > S_3$

Q tramo 1-2 = Q_1

Q tramo 2-3 = $0.3*Q_1 + Q_3$

Q tramo 2-4 = $0.7*Q_1 + Q_2$

Si: $S_3 > S_2$

Q tramo 1-2 = Q_1

Q tramo 2-3 = $0.7*Q_1 + Q_3$

Q tramo 2-4 = $0.3*Q_1 + Q_2$

2.5.6.7 CALCULO DE LOS CAUDALES EN CADA TRAMO (Segundo Criterio)

Si $S_2 > S_3$

Q tramo 1-2 = Q_1

Q tramo 2-3 = Si ($0.3*Q_1 > Q_3$, $0.3*Q_1$, Q_3)

Q tramo 2-3 = Si ($0.7*Q_1 > Q_2$, $0.7*Q_1$, Q_2)

Q tramo 2-4 = Si ($0.7*Q_1 > Q_2$, $0.7*Q_1$, Q_2)

Q tramo 2-4 = Si ($0.3*Q_1 > Q_3$, $0.3*Q_1$, Q_3)

Si $S_3 > S_2$

Q tramo 1-2 = Q_1

Q tramo 2-3 = Si ($0.7*Q_1 > Q_3$, $0.7*Q_1$, Q_3)

Q tramo 2-4 = Si ($0.3*Q_1 > Q_2$, $0.3*Q_1$, Q_2)

2.5.6.8 CALCULO DE LAS VELOCIDADES EN CADA TRAMO.

El cálculo de las velocidades se realiza para verificar la erosión del flujo en el pavimento (losa), si esta fuera mayor de 3.0 m/seg, sería necesario el diseño de cunetas o de



otras obras de arte que reduzcan la velocidad del flujo.
Las velocidades de flujo en cada calle se calculan con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Z}{n \cdot A} * 0.00000175 * S^{1/2} \cdot Y^{R/3} \quad \dots (2.17)$$

Dónde:

V = Velocidad en (m/seg).

A = Área de la sección (m²).

Z = 1/S₀, (S₀: bombeo en decimales).

S_x = Pendiente de la calle (en decimales).

Y = Tirante de agua (cm).

2.5.7 PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS OBRAS DE ARTE

En el estudio de drenaje podemos diseñar diferentes obras de arte como:

2.5.7.1 PARA DRENAJE SUPERFICIAL

- Cunetas de sección rectangular, triangular ó parabólica.
- Sumideros de reja. Ubicados en las intersecciones de las calles para captación de caudales que escurren por las calles.
- Rejillas de paso de agua. Para el paso de agua de una cuneta a otra ubicadas en las intersecciones de las calles.

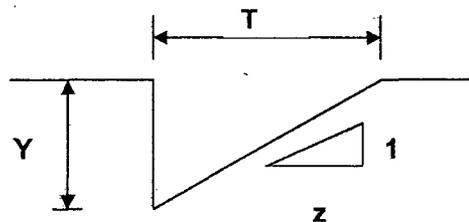


2.5.8 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE ARTE

2.5.8.1 DISEÑO DE CUNETAS

AREA	$Y * T/2$	A	m ²
PERÍMETRO MOJADO	$Y * (1 + (Z^2 + 1)^{1/2})$	P	m
RADIO HIDRÁULICO	A / P	R	m
ANCHO SUPERIOR		T	m
TIRANTE HIDRÁULICO		Y	m
FACTOR HIDRÁULICO		Z	m
VELOCIDAD MEDIA	$V = Q / A$	V	m/seg

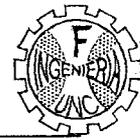
SECCIÓN DE LA CUNETETA



2.6 SEÑALIZACIÓN DEL TRÁFICO:

2.6.1 GENERALIDADES:

La señalización es un servicio fundamental que se encarga del estudio de movimiento de personas (peatones) o vehículos para permitir el buen funcionamiento de una vía. Es de suma importancia para conseguir la prevención de los accidentes de tránsito, tan frecuentes



en una ciudad; sobre todo en las intersecciones de vías, provocado por el elevado número de vehículos y la velocidad a la que circulan.

Las señales de tránsito intervienen en aspectos que tengan que ver con: diseño, remodelación y mantenimiento de las vías de circulación urbanas y rurales, estacionamientos, diagramación de los lugares de mayor peligro, además deben ser visibles por el conductor con el tiempo suficiente para que pueda seguir las indicaciones que la señal contiene sin disminuir la velocidad que la vía estipula. A continuación se dará una idea general de los diferentes tipos de señalización y de su adecuada colocación según el Nuevo Reglamento de Señalización aprobado por Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC/15.02.

2.6.2 ESTABLECIMIENTO DE LAS SEÑALES:

Las señales se clasifican en tres tipos:

- Señales Reguladoras o de Reglamentación.
- Señales de Prevención.
- Señales de Información.

A. SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN:

Las señales de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía, las limitaciones o restricciones que norman el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

Las señales reguladoras se clasifican de la siguiente manera:

- **Señales Relativas al Derecho de Paso:**

Indican preferencia de paso u orden de detención, así por ejemplo:

Señal de Pare.- Se usará exclusivamente para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención obligatoria de su vehículo. Se usa en las intersecciones de una vía secundaria con una principal, así como en las intersec-



ciones de dos vías principales no controladas por un semáforo. Se colocará, donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2m; generalmente se complementa esta señal con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada, cruce de peatones. De forma octogonal de 0.75m en lados paralelos, con fondo de color rojo con letras y marco blanco.

- **Señales Reguladoras Prohibitivas o Restrictivas:**

Indican a los conductores de vehículos las limitaciones que se les impone para el uso de vías.

Tienen forma circular inscrita en una placa rectangular con el lado menor hacia abajo, de color blanco con símbolo y marcos negros; el círculo de color rojo así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.

Las dimensiones de las señales deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a lo siguiente:

- Carreteras, Avenidas y calles: Placa rectangular de 0.60m x 0.90m.
- Autopistas, caminos de alta velocidad: 0.80 m x 1.20 m

- **Señales Reguladoras de Sentido de Circulación:**

Indican al usuario el sentido de la circulación.

Tienen forma rectangular, con su mayor dimensión en posición horizontal, de fondo color negro con flecha blanca. Su dimensión es de 90 cm x 30 cm. El símbolo (flecha)



mide 75 cm de largo. Se colocan en las esquinas de las intersecciones (sobre las paredes) quedando frente al vehículo que va a ingresar al cruce señalado.

B. SEÑALES DE PREVENCIÓN:

Estas señales son las que tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de un peligro real o potencial y la naturaleza del mismo.

Forma: Tienen la forma romboidal un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical.

Color: El fondo y borde amarillo; símbolo, letras y marco negro.

Dimensiones: Las dimensiones de las señales preventivas deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible variando su tamaño de acuerdo a la siguiente recomendación:

- Carreteras, avenidas y calles: 0.60 m x 0.60m.
- Autopistas, caminos de alta velocidad: 0.75 m x 0.75 m.

En casos excepcionales, y cuando se estime necesario llaman preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes, se utilizarán señales de 0.90 m x 0.90m ó de 1.20 m x 1.20 m.

Ubicación: Deberán colocarse a una distancia del lugar que se desea prevenir, de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad, la distancia hasta el lugar de peligro a la que deberán colocarse las señales será determinada de tal manera que asegure su mayor eficiencia tanto de



día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones propias de la vía y de los vehículos que lo usarán.

En general en zona urbana la distancia recomendada es no menos de 60 m, ni más de 75 m del lugar de peligro a que se refiere.

Las señales preventivas se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación y podrán repetirse a diferentes distancias si las circunstancias lo requieran, estas se ubicaran en el lado opuesto del borde de la vía, distancia que será como mínimo 1.50 metros y como máximo 2.40 metros.

Se aconseja que la altura de las señales sobre la calzada sea uniforme a lo largo de una ruta. La altura de las señales preventivas no será mayor de 2.10 metros, ni menor de 60 centímetros, se recomienda que la altura sea de 1.50 metros.

Cuando haya una obra en ejecución, se deben indicar la proximidad de la misma mediante la señal correspondiente poniendo "hombres trabajando" o simplemente "obras".

Si se usan barreras para desviar la circulación debido a que están ejecutando obras estas deberán ser blancas y negras. Caso necesario provistas de dispositivos reflejantes.

Todos los límites de las obras deben ser claramente señaladas durante el día y la noche por medio de barreras o luces, o ambas.

C. SEÑALES DE INFORMACIÓN:

Las señales de información tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Asimismo sirven para identificar puntos



notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, entre otros, y dar información que ayude al usuario en el uso de las vías.

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

- **Señales de Dirección:**

Tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios. Son de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

El color de estas señales en autopistas y carreteras importantes, en área rural, serán fondo de color verde con letras, flechas y marco blanco; y en carreteras secundarias, la señal tendrá fondo blanco, letras y flechas negras.

En autopistas y avenidas importantes, en zona urbana, el fondo será de color azul con letra, flechas y marco blanco, esto como forma de diferenciar las carreteras del área urbana.

- **Señales Indicadoras de Ruta:**

Sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje, son de forma especial con el fondo blanco con la orla y el símbolo de color negro.

- **Señales de Información General:**

Se utilizan para indicar al usuario la ubicación del lugar de interés general así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (servicios auxiliares).



Tienen forma rectangular con su mayor dimensión vertical. Estas señales serán de fondo azul con un recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. La señal de primeros auxilios médicos llevará el símbolo correspondiente a una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

El tamaño de estas señales se ajustará a las necesidades y dependerá principalmente, de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.

2.6.3 SEÑALES EN EL PAVIMENTO:

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirven, en algunos casos, como suplemento a las señales y semáforos en el control del tránsito; en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía. Las marcas sobre el pavimento están formadas por marcas longitudinales, marcas transversales y otras marcas.

- **Marcas Longitudinales:**

Pueden ser de línea continua y de línea discontinua. Las líneas continuas se emplean para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada. Las líneas segmentadas o discontinuas, sirven para demarcar los carriles de circulación del tránsito automotor, pueden ser cruzadas, siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones normales de seguridad.



Las líneas continuas tienen como fin el prohibir a un vehículo el adelantar a otro, a que pase de una vía a otra en puntos peligrosos como curvas, cambios de rasante, pasos a desnivel, etc., o delimitar los carriles de circulación. Una línea continua puede ser trazada junto a una línea discontinua. En estos casos los vehículos no deben cruzar la línea continua trazada a la derecha de una línea discontinua. Sin embargo la línea continua puede ser cruzada por los vehículos si ella está colocada a la izquierda de la línea discontinua.

El ancho normal de las líneas es de 0.10 m a 0.15 m para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.

- **Marcas Transversales:**

Pueden emplearse como indicadores de paradas, o bien para delimitar fajas destinadas al cruce de peatones. Estas marcas son de 0.50 metros y se pintan en intersecciones controladas por policías o semáforos a 1.00 metro detrás del cruce peatonal; en intersecciones no controladas a 0.50 metros de la esquina.

- **Otras Marcas.-** Corresponden a aquellas que indican restricciones al estacionamiento y a las marcas que indican la presencia de obstáculos, materiales en la calzada o cerca de ella. Se recomienda que todas ellas sean de color blanco.

2.6.3.1 Materiales:

Los materiales que pueden ser utilizados para demarcar superficies de rodadura, bordes de calle o carreteras y objetos es la pintura convencional de tráfico TTP -115F (caucho clorado alquídico), base al agua para tráfico



(acrílica), epóxica, termoplástica, concreto coloreado o cintas adhesivas para pavimento.

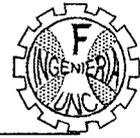
2.6.3.2 Colores:

Los colores de pintura de tráfico u otro elemento demarcador a utilizarse en las marcas en el pavimento serán blancos y amarillos.

- **Las líneas Blancas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.
- **Las líneas Amarillas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

Por otro lado, los colores que se pueden emplear en los demarcadores reflectivos, además del blanco y el amarillo, son el rojo y el azul, por las siguientes razones:

- **Rojo:** Indica peligro o contra el sentido del tránsito.
- **Azul:** Indica la ubicación de hidratantes contra incendios.



CAPITULO III

RECURSOS

HUMANOS Y

MATERIALES



III. CAPITULO III: RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.1 RECURSOS HUMANOS

El presente estudio ha sido realizado en forma directa por los graduados en coordinación con el Ingeniero Asesor, y otras personas que colaboraron para la formulación de este Proyecto Profesional.

a. Ejecutores de la tesis:

- Bachiller en Ingeniería Civil: MIRELLA BERNARDITA PERALTA GUERRERO.
- Bachiller en Ingeniería Civil: JULIO CESAR VIGO MUÑOZ.

b. Asesor de la Tesis:

- Ingeniero Civil: ALEJANDRO CUBAS BECERRA.

c. Colaboradores :

- Docentes de la Facultad de Ingeniería.
- Profesionales de Ingeniería Civil.

3.2 RECURSOS MATERIALES

El material y equipo que se empleó fue el siguiente:

- Estación total modelo PENTAX ISO 9001 (Lectura angular 5" de precisión y alcance longitudinal de 1500 mts).
- Colectora de datos HP 48 GX (HEWLETT PACKARD).
- Dos prismas Omni.
- Dos radios P110 (Motorola).
- Wincha metálica.
- GPS.
- Brújula
- Estacas de fierro y/o madera.



- Libreta de campo.
- Pintura esmalte.
- Plano de la zona.
- Copias Xerox.
- Papel Bond.
- Equipo para estudio de Mecánica de suelos.
- Computadora equipada con programas para topografía, dibujo, hojas de cálculo, procesadores de texto, etc.
- Impresora.
- Plotter.
- Fotocopias.
- Bibliografía.
- Útiles de escritorio, etc.



CAPITULO IV

METODOLOGIA Y

PROCEDIMIENTO



IV. CAPITULO IV: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

4.1.1 ANTECEDENTES

La urbanización Santa Rosa de Lima se encuentra dentro de la zona de expansión urbana de la ciudad de Cajamarca. A la fecha cuenta con casi el 100% de los servicios de agua potable, luz y alcantarillado; este último aun presenta problemas en su funcionamiento, debido a que no se encuentra conectado a una red principal que conduzca las aguas residuales a una planta de tratamiento.

4.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

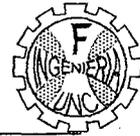
La zona de estudio aún presenta limitaciones en lo referente a adecuada circulación de vehículos y transeúntes, principalmente en tiempo de invierno; asimismo, en verano se origina fuertes polvaredas que originan molestias en los habitantes de la zona, mayoritariamente en niños y adultos mayores.

4.1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se justifica ante la necesidad de brindar mejores condiciones de habitabilidad a la población de la urbanización Santa Rosa de Lima.

4.1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La urbanización Santa Rosa de Lima presenta un porcentaje de vías pavimentadas, en su mayor parte se trata de vías principales como son la Avenida Nueva Cajamarca y el Jirón Yurimaguas; sin embargo aún se requiere asfaltar jirones secundarios y pasajes peatonales.



les. El presente estudio contiene una propuesta técnica para lograr este objetivo.

4.1.5 ESTUDIO CLIMATOLOGICO

Para el estudio de pavimentación de vías, consideramos como factores climatológicos importantes las precipitaciones pluviales y la temperatura existente en la zona. En ese sentido la ciudad de Cajamarca presenta temperaturas que oscilan entre -1° y 22° C. La humedad relativa media anual en la zona es de 74%.

4.1.6 POBLACIÓN

La urbanización Santa Rosa de Lima está formada por aproximadamente 300 lotes de terreno, con un área promedio de 160 m² por lote. En la actualidad un buen porcentaje de lotes están edificados. Para el presente estudio se ha considerado una población de 5 habitantes por lote en promedio (ver cuadro 1.4).

4.2 ESTUDIO TOPOGRAFICO:

4.2.1 GENERALIDADES

Como todo proyecto de ingeniería, éste se basa en información del terreno para el diseño adecuado de los componentes técnicos necesarios. En ese sentido el levantamiento topográfico juega un rol principal para el diseño de los pavimentos de las vías en estudio, ya que gracias a él se puede obtener información básica para decidir de manera técnica apropiada las pendientes, secciones de vías, tipo de pavimento, obras de arte, presupuesto, entre otros.



4.2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

4.2.2.1 TRABAJO DE CAMPO:

Dentro del trabajo de campo se realizaron las siguientes actividades:

- **RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:**

Se realizó un recorrido general por toda la zona del proyecto, lo que nos permitió verificar que las calles no están debidamente alineadas, lo que trae como consecuencia, un crecimiento desordenado de la misma, por lo que se optó por colocar estacas en los centros de las calles y proponer un nuevo alineamiento tal como se indica en el diseño geométrico, sin dejar de considerar las edificaciones existentes.

- **UBICACIÓN DE BM Y ESTACIONES:**

Una vez realizado el reconocimiento, se ubicaron puntos estratégicos para la ubicación de BMs y Estaciones. Se ubicó las Estaciones en lugares que permitieran tomar datos de la mayor cantidad de puntos posibles. Las estaciones, BMs, puntos de referencia y puntos de cambio fueron marcados con pintura blanca para poder ubicarlos. A continuación se muestran los datos de las 12 estaciones utilizadas para el levantamiento topográfico:



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
548	776536.28	9205554.60	2684.53	E_10
713	776581.04	9205295.72	2686.221	E_12 - BM
732	776754.00	9205581.00	2676	E01 - BM
733	776830.60	9205471.67	2675.654	E02
734	776718.88	9205547.19	2677.659	E03
735	776792.04	9205443.43	2677.13	E04
736	776743.98	9205407.90	2679.315	E05
737	776619.77	9205483.59	2682.572	E06
738	776440.49	9205364.09	2690.146	E07
739	776404.51	9205340.99	2692.412	E08
740	776380.46	9205445.59	2691.98	E09
742	776527.67	9205259.93	2688.842	E11

- TOMA DE DATOS**

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizó una poligonal mixta, se registraron datos en puntos como buzones, esquinas de casas, postes, puntos de relleno, y otros de interés; los datos del levantamiento topográfico fueron procesados mediante el programa Civil Survey. En el siguiente cuadro se muestran los datos del levantamiento topográfico:



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	776747.12	9205583.37	2676.148	Esquina
2	776806.23	9205616.04	2675.055	Esquina
3	776752.23	9205586.38	2675.885	Esquina
4	776804.33	9205618.50	2675.439	Esquina
5	776800.37	9205615.51	2675.307	Esquina
6	776801.91	9205612.97	2675.113	Esquina
7	776784.65	9205603.86	2675.306	Esquina
8	776786.20	9205601.51	2675.384	Esquina
9	776781.83	9205607.66	2675.509	Esquina
10	776782.36	9205598.73	2675.443	Esquina
11	776773.86	9205597.17	2675.373	
12	776773.34	9205591.91	2675.621	Casa
13	776763.35	9205594.40	2675.572	
14	776766.01	9205590.04	2675.626	
15	776758.49	9205581.90	2675.975	Poste
16	776782.20	9205600.52	2675.294	Poste
17	776757.26	9205579.78	2676.045	Esquina
18	776751.97	9205580.58	2676.046	Buzon
19	776750.52	9205588.51	2675.971	Esquina
20	776751.64	9205574.21	2676.166	Esquina
21	776748.15	9205586.86	2676.165	
22	776739.05	9205565.35	2676.735	Casa
23	776746.03	9205584.81	2676.37	Casa
24	776736.23	9205569.24	2676.674	
25	776743.81	9205587.62	2676.491	Casa
26	776732.59	9205573.02	2676.784	Casa
27	776745.70	9205589.31	2676.269	
28	776748.53	9205591.18	2676.209	Casa
29	776713.76	9205559.68	2677.505	Casa
30	776732.46	9205561.83	2676.978	Poste
31	776711.46	9205551.13	2677.788	Buzon
32	776705.17	9205553.20	2677.973	Casa
33	776718.97	9205550.48	2677.631	Esquina
34	776706.01	9205542.69	2678.009	Poste
35	776709.70	9205543.55	2677.946	Esquina
36	776688.12	9205541.00	2678.883	Casa
37	776697.35	9205541.12	2678.512	
39	776688.05	9205534.36	2679.06	
40	776684.22	9205526.86	2679.454	Poste
41	776684.23	9205525.35	2679.385	Casa
44	776665.43	9205518.53	2680.388	Buzon
45	776652.80	9205515.40	2680.817	Casa
46	776660.90	9205510.22	2680.583	Poste
47	776623.50	9205495.90	2682.254	Casa
48	776661.52	9205508.89	2680.76	Casa
49	776648.10	9205506.27	2681.062	
50	776609.30	9205486.31	2682.905	Casa



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
51	776617.58	9205485.82	2682.677	Buzon
52	776628.94	9205493.45	2682.017	
53	776630.97	9205490.09	2682.07	Poste
54	776624.18	9205483.92	2682.472	Esquina
55	776617.06	9205479.42	2682.801	Esquina
56	776602.85	9205471.42	2683.313	Poste
57	776594.81	9205470.57	2683.512	
58	776580.59	9205455.65	2684.225	Casa
59	776578.38	9205454.93	2684.285	Poste
60	776577.81	9205459.33	2684.176	
61	776575.29	9205453.03	2684.411	Poste
62	776574.69	9205462.80	2684.282	Casa
63	776572.36	9205450.23	2684.586	Esquina
64	776567.43	9205457.96	2684.673	Esquina
65	776564.66	9205449.67	2684.651	Buzon
66	776558.50	9205451.65	2684.754	
67	776563.99	9205444.21	2684.689	
69	776509.64	9205407.92	2687.038	PC_10
70	776724.42	9205555.67	2677.297	PC_01
71	776719.01	9205563.22	2677.34	PC_01
72	776723.60	9205560.43	2677.174	PC_03
73	776626.65	9205487.16	2682.292	PC_07
74	776620.03	9205493.23	2682.41	PC_08
75	776609.19	9205485.10	2682.894	PC_09
76	776676.97	9205520.85	2680.034	PC_04
77	776671.29	9205527.80	2680.216	PC_05
78	776658.77	9205519.47	2680.563	PC_06
79	776758.11	9205576.09	2676.2	Poste
80	776758.50	9205571.80	2676.106	
81	776756.44	9205567.71	2676.324	Casa
82	776763.96	9205563.77	2676.091	
83	776761.26	9205560.98	2676.287	Casa
84	776767.49	9205556.81	2676.135	
85	776776.31	9205553.46	2676.378	Casa
86	776767.95	9205551.66	2676.431	Casa
87	776778.60	9205547.98	2676.352	Poste
88	776777.59	9205542.38	2676.248	
89	776786.74	9205538.97	2676.452	Casa
90	776782.55	9205531.37	2676.484	Casa
91	776793.94	9205519.43	2676.529	
92	776793.09	9205516.61	2676.599	Esquina
93	776796.70	9205522.80	2676.645	Poste
94	776799.80	9205520.44	2676.581	Esquina
95	776800.00	9205510.31	2676.468	Esquina
96	776806.12	9205512.17	2676.471	Esquina
97	776805.24	9205502.67	2676.163	Casa
98	776811.36	9205494.07	2675.985	Poste
99	776808.20	9205507.08	2676.304	Poste
100	776811.35	9205498.54	2675.903	



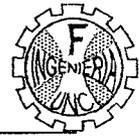
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
101	776819.95	9205486.32	2675.744	
102	776825.49	9205483.23	2675.832	Poste
104	776824.90	9205475.05	2675.819	Poste
105	776820.70	9205479.88	2675.804	PC_13
106	776823.45	9205485.05	2675.718	PC_14
107	776834.90	9205461.07	2675.702	PC_15
108	776829.40	9205466.30	2675.73	Esquina
109	776824.78	9205473.12	2675.757	Esquina
110	776836.03	9205456.77	2675.697	Casa
111	776836.62	9205457.34	2675.706	Poste
112	776818.08	9205495.10	2675.807	Casa
113	776839.74	9205457.67	2675.67	
114	776842.74	9205459.02	2675.76	Poste
115	776826.32	9205483.53	2675.753	
116	776843.64	9205459.93	2675.628	
117	776835.23	9205470.29	2676.093	
118	776835.72	9205470.58	2675.805	
119	776845.20	9205450.33	2675.595	
120	776852.55	9205447.35	2675.39	
121	776848.31	9205439.16	2675.741	Casa
122	776856.99	9205441.00	2675.494	
123	776854.78	9205435.81	2675.396	
125	776858.01	9205425.09	2675.496	Esquina
126	776859.88	9205434.97	2675.485	Poste
127	776864.91	9205423.75	2675.332	Buzon
128	776864.47	9205416.23	2675.443	Esquina
129	776871.31	9205420.89	2675.265	Esquina
130	776864.76	9205430.21	2675.35	Esquina
131	776871.78	9205411.79	2675.286	
132	776877.04	9205410.50	2675.283	Poste
133	776880.58	9205399.53	2675.382	
134	776879.20	9205395.39	2675.617	Casa
135	776888.97	9205389.88	2675.421	
136	776894.33	9205388.19	2675.786	Casa
137	776887.65	9205383.47	2675.809	Casa
138	776894.31	9205386.24	2675.564	Poste
139	776896.55	9205378.65	2675.479	
140	776898.43	9205368.41	2675.472	Esquina
141	776905.02	9205372.73	2675.451	Esquina
142	776902.25	9205370.78	2675.37	
143	776908.70	9205364.46	2675.264	Esquina
144	776904.35	9205361.67	2675.535	Esquina
145	776910.32	9205365.45	2675.287	Casa
146	776903.37	9205361.06	2675.46	Casa
147	776907.26	9205368.11	2675.178	
148	776821.33	9205469.41	2675.898	Poste
149	776822.78	9205461.69	2675.898	Casa
150	776815.61	9205463.22	2675.994	



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
151	776815.91	9205458.40	2675.902	Poste
152	776808.08	9205456.63	2676.349	
153	776806.54	9205454.36	2676.473	
154	776798.90	9205454.40	2676.857	Casa
155	776803.43	9205447.64	2676.519	Casa
156	776796.96	9205451.71	2676.752	Poste
157	776797.39	9205442.24	2676.858	Esquina
158	776791.74	9205449.40	2676.965	Esquina
159	776793.86	9205446.86	2676.972	
160	776791.04	9205437.06	2677.188	Esquina
161	776786.66	9205443.61	2677.235	Esquina
162	776785.58	9205434.51	2677.397	Poste
163	776782.64	9205439.62	2677.417	Poste
164	776778.79	9205428.53	2677.673	Casa
165	776777.03	9205436.88	2677.562	Casa
166	776773.45	9205429.20	2677.861	
167	776765.53	9205424.67	2678.231	
168	776771.44	9205423.39	2678.013	Casa
169	776757.18	9205421.86	2678.643	Poste
170	776755.84	9205417.75	2678.674	
171	776749.97	9205408.32	2678.953	Esquina
172	776745.47	9205414.86	2679.361	Esquina
173	776747.61	9205412.47	2679.189	
174	776743.34	9205407.85	2679.313	Buzon
175	776736.86	9205408.59	2679.601	Esquina
176	776738.18	9205409.45	2679.479	Poste
178	776731.82	9205404.13	2679.593	Poste
179	776731.55	9205400.70	2679.595	
180	776741.06	9205402.71	2679.47	Esquina
181	776723.96	9205394.96	2679.869	
182	776725.44	9205392.07	2680.043	Casa
183	776707.37	9205388.24	2680.446	Casa
184	776706.46	9205386.36	2680.53	Poste
185	776709.57	9205381.35	2680.725	Casa
186	776702.45	9205380.57	2680.73	
187	776697.09	9205376.59	2680.999	Buzon
188	776697.01	9205372.94	2680.972	Casa
189	776681.08	9205368.68	2681.82	Poste
190	776687.77	9205369.96	2681.219	
191	776679.24	9205364.07	2681.634	
192	776673.18	9205355.99	2682.151	Casa
193	776671.26	9205358.67	2682.068	
194	776662.86	9205353.04	2682.521	
195	776655.63	9205351.09	2682.811	Poste
196	776649.75	9205348.49	2683.381	Esquina
197	776654.30	9205342.75	2683.318	Esquina
198	776652.57	9205345.52	2683.163	
199	776647.05	9205341.50	2683.398	Buzon
200	776645.04	9205337.65	2683.501	



Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
201	776638.79	9205340.25	2683.696	
202	776643.47	9205335.13	2683.612	
203	776637.41	9205334.58	2683.824	Buzon
204	776633.56	9205328.59	2684.164	Esquina
205	776629.27	9205333.71	2684.357	Esquina
206	776631.24	9205331.15	2684.04	
207	776631.35	9205331.28	2684.047	
208	776631.39	9205330.79	2684.07	
209	776628.20	9205324.71	2684.382	Casa
210	776625.32	9205329.91	2684.427	Poste
211	776622.74	9205325.25	2684.481	
212	776615.71	9205315.67	2685.041	Casa
213	776611.08	9205321.17	2685.144	Casa
214	776613.34	9205318.53	2684.928	
215	776599.65	9205304.54	2685.589	Casa
216	776599.90	9205309.37	2685.407	
217	776598.56	9205311.22	2685.526	Poste
218	776586.73	9205300.07	2685.847	
219	776570.00	9205287.24	2686.586	
220	776581.31	9205295.37	2686.181	Buzon
221	776722.75	9205543.24	2677.612	Poste
222	776715.32	9205538.81	2678.172	Poste
223	776720.74	9205540.01	2677.616	
224	776721.79	9205528.23	2677.875	Casa
225	776732.28	9205532.22	2677.582	Casa
226	776728.97	9205528.36	2677.68	
227	776732.34	9205515.06	2678.021	Casa
228	776736.52	9205518.03	2677.706	
229	776732.28	9205516.79	2677.918	Poste
230	776745.24	9205514.88	2677.692	Casa
231	776745.05	9205498.00	2677.934	Casa
232	776745.62	9205505.07	2677.73	
233	776749.03	9205494.85	2677.946	Poste
234	776752.52	9205502.92	2677.703	Poste
235	776750.28	9205490.95	2678.137	Esquina
236	776758.87	9205495.99	2677.729	Esquina
237	776754.93	9205489.59	2677.838	
238	776761.19	9205492.22	2677.626	
239	776759.37	9205482.68	2678.076	Esquina
240	776764.02	9205487.35	2677.851	Poste
241	776765.34	9205486.80	2677.841	Casa
242	776762.91	9205481.46	2677.783	
243	776765.57	9205480.72	2677.7	
244	776768.33	9205469.87	2677.752	Casa
245	776767.30	9205482.21	2678.152	Poste
246	776769.29	9205470.66	2677.75	Poste
247	776771.89	9205472.26	2677.455	
248	776778.13	9205465.22	2677.332	
249	776777.49	9205456.69	2677.432	Casa
250	776784.69	9205457.51	2677.164	Poste



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
251	776782.69	9205450.99	2677.209	Poste
252	776784.00	9205451.62	2677.154	PC_16
253	776792.04	9205448.32	2676.94	PC_17
254	776800.23	9205431.08	2676.956	PC_18
255	776802.17	9205432.98	2676.812	Poste
256	776797.74	9205429.46	2677.023	Poste
257	776803.03	9205429.05	2676.93	
258	776806.15	9205423.70	2676.813	
259	776811.12	9205422.55	2676.677	Casa
260	776811.98	9205416.07	2676.744	
261	776810.42	9205411.06	2676.755	
262	776816.76	9205414.52	2676.689	Casa
263	776816.13	9205400.40	2676.857	Casa
264	776819.76	9205408.46	2676.719	Poste
265	776818.56	9205396.43	2676.732	Esquina
266	776825.57	9205402.18	2676.461	Esquina
267	776824.47	9205388.15	2676.847	Esquina
268	776829.62	9205389.61	2676.543	
269	776831.97	9205393.60	2676.606	Esquina
270	776834.53	9205386.21	2676.632	
271	776837.07	9205383.83	2676.821	Poste
272	776830.58	9205379.06	2677.112	Casa
273	776845.91	9205372.75	2676.834	Casa
274	776842.22	9205361.94	2677.139	Casa
275	776850.36	9205357.94	2677.049	
276	776854.50	9205359.18	2677.143	Poste
277	776857.10	9205357.21	2677.008	Casa
278	776859.24	9205346.33	2677.067	
279	776864.89	9205346.39	2676.919	Esquina
280	776856.47	9205340.64	2677.455	Esquina
281	776861.30	9205334.66	2677.392	Esquina
282	776869.16	9205339.92	2677.026	Esquina
283	776865.25	9205341.19	2676.967	
284	776863.23	9205340.39	2677.02	Buzon
285	776707.91	9205387.94	2680.482	PC_19
286	776742.91	9205418.58	2679.377	Casa
287	776732.31	9205415.40	2679.542	Casa
288	776736.90	9205418.91	2679.336	
289	776730.28	9205420.01	2679.546	Poste
290	776731.74	9205434.95	2679.572	Casa
291	776720.38	9205432.70	2679.709	Casa
292	776724.92	9205435.70	2679.563	
293	776713.31	9205444.54	2679.926	Poste
294	776718.17	9205454.55	2679.736	Esquina
295	776709.53	9205448.41	2680.108	Esquina
296	776710.19	9205449.72	2680.056	Poste
297	776714.76	9205449.59	2679.737	
298	776711.14	9205455.72	2679.838	Buzon
299	776703.59	9205457.34	2679.904	Esquina
300	776711.67	9205463.13	2679.745	Esquina



Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
301	776702.66	9205466.98	2679.848	
302	776707.78	9205465.88	2679.781	Poste
303	776690.54	9205475.55	2679.992	casa
304	776703.00	9205474.53	2679.916	Casa
305	776682.63	9205486.20	2680.154	Casa
306	776694.27	9205478.92	2679.981	
307	776677.97	9205500.48	2680.199	
308	776688.88	9205493.27	2680.1	Casa
309	776664.91	9205511.36	2680.474	Esquina
310	776673.76	9205511.39	2680.382	Poste
312	776671.67	9205516.27	2680.437	Esquina
314	776666.03	9205524.32	2680.348	Esquina
315	776658.76	9205519.57	2680.548	Esquina
316	776661.17	9205524.52	2680.401	
317	776653.11	9205527.79	2680.611	Casa
318	776659.56	9205530.85	2680.575	Poste
319	776649.79	9205540.07	2680.574	
320	776652.85	9205542.85	2680.704	Casa
321	776635.78	9205553.20	2681.069	Casa
322	776642.52	9205555.03	2680.689	Poste
323	776627.85	9205564.27	2681.247	Casa
324	776638.47	9205563.81	2680.941	Esquina
325	776633.12	9205565.93	2680.833	Buzon
326	776635.02	9205567.68	2680.838	
327	776632.72	9205571.26	2680.987	Esquina
328	776627.57	9205569.13	2680.854	
329	776747.32	9205395.75	2679.374	Poste
330	776751.24	9205397.00	2679.229	
331	776762.26	9205383.11	2679.155	
332	776756.76	9205398.47	2678.982	Casa
333	776768.29	9205381.65	2679.031	Casa
334	776754.60	9205383.13	2679.348	Casa
335	776772.63	9205375.36	2679.251	Casa
336	776760.24	9205375.05	2679.317	Casa
337	776777.34	9205368.44	2679.25	Esquina
338	776764.51	9205371.18	2679.262	Poste
339	776774.41	9205365.65	2679.151	
340	776767.41	9205367.14	2679.26	Poste
341	776783.31	9205359.60	2679.214	Esquina
342	776778.01	9205363.14	2679.16	Buzon
343	776781.30	9205347.06	2679.463	Poste
344	776788.53	9205343.03	2679.093	
345	776781.70	9205344.19	2679.505	casa
346	776795.32	9205342.07	2679.217	casa
347	776786.76	9205336.76	2679.469	casa
348	776794.58	9205336.73	2679.101	Buzon
349	776791.54	9205331.64	2679.414	Poste
350	776799.87	9205326.81	2679.055	



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
351	776798.52	9205321.92	2679.194	Poste
352	776807.94	9205323.95	2679.118	casa
353	776806.50	9205307.95	2679.319	Esquina
354	776814.90	9205313.83	2678.895	Esquina
355	776810.92	9205310.72	2678.968	
356	776812.66	9205307.42	2678.926	Buzon
357	776819.50	9205307.32	2678.875	Esquina
358	776810.97	9205301.83	2679.294	Esquina
359	776815.51	9205304.43	2678.894	
360	776690.00	9205376.31	2681.392	Esquina
361	776530.70	9205257.21	2688.744	Esquina
362	776621.16	9205476.11	2682.848	Esquina
363	776635.32	9205467.59	2682.307	Casa
364	776624.71	9205470.02	2682.64	Poste
366	776624.98	9205468.27	2682.61	Casa
367	776629.75	9205469.30	2682.19	
368	776633.57	9205456.13	2682.233	Casa
369	776645.42	9205452.58	2682.086	Casa
370	776638.36	9205451.46	2682.013	Poste
371	776644.19	9205451.49	2681.926	Casa
372	776643.79	9205446.17	2681.898	
373	776644.27	9205440.86	2682.082	Casa
374	776660.88	9205427.68	2681.886	Esquina
375	776653.78	9205429.10	2682.046	Poste
376	776658.40	9205426.76	2682.007	
377	776654.87	9205428.04	2682.136	Poste
378	776655.72	9205424.57	2682.138	Esquina
379	776661.80	9205421.74	2681.866	Buzon
380	776661.95	9205415.44	2682.083	Esquina
381	776668.07	9205419.46	2681.875	Esquina
382	776665.30	9205417.25	2681.824	
383	776669.88	9205411.63	2681.874	
384	776671.94	9205412.24	2682.018	Poste
385	776672.76	9205400.34	2681.943	Casa
386	776675.36	9205403.50	2681.612	
387	776675.95	9205395.77	2682.021	Casa
388	776681.99	9205393.35	2681.306	
389	776685.50	9205392.78	2681.252	Poste
390	776685.72	9205383.62	2681.222	casa
391	776691.02	9205385.59	2681.129	Poste
392	776695.43	9205380.08	2681.118	Esquina
393	776692.69	9205378.36	2680.857	
394	776689.65	9205375.93	2681.428	Esquina
395	776439.88	9205367.24	2690.308	Buzon
396	776445.35	9205375.25	2689.951	Poste
397	776448.22	9205373.07	2689.983	
398	776447.68	9205378.30	2690.066	casa
399	776460.58	9205381.20	2689.418	
400	776457.15	9205383.43	2689.533	Poste



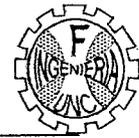
Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
401	776471.73	9205383.16	2688.945	casa
402	776471.64	9205392.74	2688.565	Poste
403	776475.14	9205389.86	2688.625	
404	776473.10	9205395.29	2688.625	Casa
405	776487.90	9205394.01	2688.04	Casa
406	776489.89	9205406.36	2687.72	Casa
407	776491.72	9205400.97	2687.747	
408	776496.15	9205409.02	2687.24	Poste
409	776496.96	9205399.97	2687.57	Casa
410	776498.74	9205410.94	2687.267	Poste
411	776500.70	9205408.12	2687.286	Buzon
412	776503.67	9205415.53	2687.063	Casa
413	776513.71	9205415.18	2686.674	
414	776520.60	9205425.20	2686.141	Poste
415	776530.92	9205421.47	2686.261	Casa
416	776532.53	9205428.20	2685.864	
417	776533.40	9205435.05	2685.915	Casa
418	776547.71	9205444.62	2685.261	Esquina
419	776551.21	9205440.06	2685.104	
420	776555.72	9205444.54	2685.046	Buzon
421	776556.16	9205449.30	2685.105	
422	776562.65	9205444.92	2684.803	
426	776440.41	9205373.14	2690.34	Esquina
427	776449.14	9205366.82	2690.195	Esquina
428	776440.72	9205361.36	2690.231	Esquina
429	776431.10	9205367.51	2690.465	Esquina
430	776430.31	9205354.65	2691.056	Casa
431	776427.96	9205364.27	2690.771	Poste
432	776426.44	9205358.39	2691.08	
433	776419.21	9205355.15	2691.462	
434	776408.33	9205341.08	2692.184	Esquina
435	776399.52	9205348.02	2692.474	Casa
436	776402.23	9205337.63	2692.683	Esquina
437	776379.78	9205334.54	2693.677	Casa
438	776399.21	9205346.11	2692.368	Poste
439	776382.40	9205330.96	2693.634	
440	776372.60	9205328.25	2693.968	Poste
441	776383.39	9205325.07	2693.815	Casa
442	776372.62	9205323.69	2694.27	
443	776359.72	9205320.87	2694.945	casa
444	776362.19	9205310.60	2695.218	Esquina
445	776355.94	9205318.41	2695.135	Esquina
446	776358.04	9205315.52	2695.145	
447	776346.35	9205310.41	2695.59	Esquina
448	776351.38	9205303.99	2695.527	Esquina
449	776353.15	9205310.56	2695.353	Buzon
450	776386.71	9205369.83	2692.735	PC_21



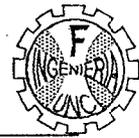
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
451	776441.06	9205362.80	2690.222	PC_22
452	776429.90	9205371.41	2690.527	Esquina
453	776437.52	9205377.13	2690.384	casa
454	776433.00	9205374.31	2690.457	
455	776427.71	9205374.70	2690.594	Poste
456	776430.20	9205387.37	2690.545	Casa
457	776421.10	9205381.60	2690.792	Casa
458	776424.06	9205387.82	2690.749	
459	776408.43	9205398.87	2691.287	Casa
460	776416.70	9205406.42	2691.113	Esquina
461	776412.05	9205403.09	2690.758	
462	776412.67	9205413.20	2691.416	Esquina
463	776404.43	9205407.16	2691.463	Poste
464	776403.25	9205406.45	2691.512	Casa
465	776409.28	9205418.10	2691.65	Casa
466	776397.08	9205425.79	2691.803	Buzon
467	776397.30	9205433.05	2691.911	Poste
468	776408.81	9205417.80	2691.625	Casa
469	776395.59	9205436.51	2691.949	Casa
470	776390.82	9205433.94	2691.862	
471	776379.68	9205441.12	2692.068	Esquina
472	776387.91	9205447.54	2692.07	Esquina
473	776376.70	9205446.34	2692.1	Esquina
474	776384.81	9205451.93	2692.114	Esquina
475	776382.12	9205447.05	2692.001	Buzon
476	776376.26	9205455.78	2692.034	
477	776371.44	9205453.57	2692.143	Casa
478	776371.00	9205462.32	2692.063	
479	776359.15	9205470.46	2692.241	Esquina
480	776363.24	9205473.15	2692.104	
481	776353.19	9205478.44	2692.285	Esquina
482	776359.36	9205477.87	2692.15	Buzon
483	776387.06	9205448.31	2692.052	PC_23
484	776379.18	9205453.91	2692.001	PC_24
485	776383.84	9205437.53	2691.994	PC_25
486	776367.51	9205475.99	2692.134	Esquina
487	776371.72	9205470.05	2692.148	Casa
488	776361.36	9205484.27	2692.057	Esquina
489	776304.97	9205389.15	2696.309	Esquina
490	776296.48	9205387.42	2696.497	Buzon
491	776292.54	9205380.34	2696.596	Esquina
492	776286.14	9205385.70	2696.78	Esquina
493	776300.67	9205393.19	2696.444	Esquina
494	776303.14	9205391.56	2696.225	
495	776313.99	9205401.71	2695.303	Poste
496	776315.57	9205400.02	2695.118	
497	776317.05	9205404.56	2694.989	casa
498	776333.40	9205408.83	2694.23	casa
499	776326.35	9205407.92	2694.382	
500	776337.43	9205415.98	2693.808	Buzon



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
501	776345.93	9205424.72	2693.482	casa
502	776352.45	9205422.18	2693.259	casa
503	776354.94	9205427.81	2692.973	
504	776362.85	9205435.24	2692.723	Poste
505	776369.54	9205434.01	2692.493	Casa
506	776372.73	9205440.47	2692.188	
507	776376.53	9205439.97	2692.178	Poste
508	776391.53	9205456.54	2691.443	Casa
509	776393.20	9205451.14	2691.461	Casa
510	776395.46	9205456.08	2691.123	
511	776405.83	9205466.33	2690.408	Casa
512	776416.42	9205466.80	2689.918	Casa
513	776404.35	9205459.40	2690.363	Poste
514	776414.08	9205468.65	2689.773	
515	776413.42	9205470.20	2689.795	Poste
516	776428.78	9205475.25	2689.36	Casa
517	776420.88	9205476.86	2689.553	Casa
518	776428.15	9205478.60	2689.189	
519	776437.73	9205481.38	2689.007	Esquina
520	776439.06	9205489.43	2688.97	Esquina
521	776438.35	9205485.50	2688.898	Buzon
523	776434.41	9205485.99	2689.08	Esquina
524	776442.56	9205484.83	2688.802	Esquina
525	776444.51	9205490.02	2688.558	
526	776445.63	9205494.08	2688.563	Casa
527	776454.94	9205493.49	2688.052	Casa
528	776452.57	9205497.60	2688.156	Poste
529	776460.66	9205498.37	2687.691	Poste
530	776460.30	9205501.14	2687.619	
531	776469.56	9205503.60	2687.203	Casa
532	776473.05	9205513.14	2686.975	Casa
533	776488.82	9205517.88	2686.291	Poste
534	776485.89	9205520.94	2686.319	Poste
535	776486.52	9205519.43	2686.239	
536	776491.96	9205519.15	2686.211	Esquina
537	776488.30	9205523.96	2686.187	Esquina
538	776491.01	9205521.81	2686	
539	776495.77	9205525.69	2685.969	Buzon
540	776497.95	9205529.17	2686.06	
541	776500.38	9205526.21	2686.026	
542	776501.66	9205531.87	2685.603	
543	776503.13	9205527.80	2685.615	
544	776504.82	9205531.96	2685.569	Buzon
545	776512.37	9205533.31	2685.573	Esquina
546	776510.14	9205538.86	2685.297	Esquina
547	776508.89	9205535.15	2685.486	
548	776536.28	9205554.60	2684.53	E_10
549	776524.76	9205542.03	2684.765	casa
550	776524.69	9205549.40	2684.776	casa



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
551	776522.91	9205544.56	2684.874	
552	776534.22	9205549.49	2684.524	Poste
553	776512.28	9205539.30	2685.26	Poste
554	776532.85	9205552.10	2684.512	
555	776516.70	9205541.37	2685.044	
556	776533.28	9205555.55	2684.602	Esquina
557	776537.00	9205550.52	2684.486	Esquina
558	776541.47	9205544.41	2684.491	Casa
559	776527.62	9205563.92	2684.598	Casa
560	776546.41	9205537.60	2684.725	Casa
561	776529.81	9205565.06	2684.575	
562	776549.06	9205538.29	2684.647	
563	776531.62	9205566.95	2684.642	Casa
564	776550.96	9205539.88	2684.619	Casa
565	776518.59	9205577.93	2684.686	Poste
566	776545.81	9205542.98	2684.586	
567	776516.18	9205579.64	2684.697	Esquina
568	776546.57	9205546.04	2684.647	Casa
569	776520.49	9205582.64	2684.63	Esquina
570	776542.63	9205547.69	2684.629	
571	776510.53	9205588.91	2684.645	Esquina
572	776514.30	9205591.62	2684.51	Esquina
573	776539.72	9205555.63	2684.629	Esquina
574	776514.65	9205585.96	2684.59	Buzon
575	776533.00	9205557.52	2684.612	Poste
576	776519.92	9205579.20	2684.516	
577	776534.09	9205559.26	2684.58	
578	776526.16	9205570.57	2684.549	
579	776534.20	9205563.34	2684.657	Casa
580	776409.92	9205338.58	2692.293	Casa
581	776405.28	9205335.20	2692.465	Poste
582	776408.30	9205335.57	2692.216	
583	776404.46	9205334.36	2692.37	casa
584	776415.20	9205330.70	2692.103	casa
585	776410.31	9205325.55	2692.007	casa
586	776414.27	9205326.64	2691.9	casa
587	776420.06	9205323.35	2691.973	casa
588	776421.95	9205310.37	2691.701	Poste
589	776420.56	9205317.41	2691.821	
590	776425.02	9205308.74	2691.721	
591	776424.00	9205305.24	2691.911	casa
592	776431.73	9205306.12	2691.802	casa
593	776430.21	9205305.19	2691.828	Esquina
594	776432.17	9205297.79	2691.679	
595	776434.99	9205298.31	2691.963	casa
596	776431.48	9205294.48	2691.872	casa
597	776436.22	9205293.03	2691.738	
598	776438.15	9205285.73	2691.757	Poste
600	776445.21	9205283.60	2691.697	casa



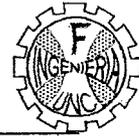
Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
601	776448.51	9205270.55	2691.861	Esquina
602	776446.83	9205278.44	2691.503	
603	776450.44	9205271.96	2691.471	
604	776452.17	9205273.78	2691.535	Esquina
605	776453.04	9205268.70	2691.481	Buzon
606	776453.90	9205261.91	2691.805	Esquina
607	776458.07	9205265.49	2691.524	Esquina
608	776463.67	9205257.36	2691.295	Casa
609	776461.03	9205256.39	2691.394	
610	776469.57	9205248.80	2691.383	Casa
611	776469.58	9205236.83	2691.92	Casa
612	776472.39	9205236.97	2691.833	
613	776473.75	9205242.16	2691.892	Casa
614	776475.81	9205238.52	2691.497	Casa
615	776474.44	9205237.18	2691.736	Casa
616	776476.34	9205232.78	2691.86	Poste
617	776474.60	9205233.82	2691.857	
618	776477.05	9205229.66	2691.82	
619	776451.96	9205363.08	2690.113	Casa
620	776446.94	9205353.70	2690.073	Casa
621	776451.85	9205361.02	2690.077	Poste
622	776453.00	9205347.75	2689.931	Poste
623	776451.86	9205355.19	2689.949	
624	776458.16	9205345.41	2689.812	
625	776462.60	9205349.73	2689.917	Casa
626	776458.42	9205338.89	2689.9	Casa
627	776466.53	9205340.57	2689.755	
628	776467.03	9205327.95	2689.844	Casa
629	776475.50	9205333.49	2689.79	Casa
630	776471.27	9205331.02	2689.731	
631	776474.66	9205332.59	2689.775	Poste
632	776479.13	9205320.57	2689.693	
633	776487.24	9205319.96	2689.669	casa
634	776477.48	9205315.60	2689.808	casa
635	776491.90	9205311.82	2689.624	Poste
636	776484.12	9205310.09	2689.766	Poste
637	776496.54	9205308.01	2689.475	Esquina
638	776488.66	9205302.64	2689.783	Esquina
639	776498.98	9205304.47	2689.412	
640	776495.59	9205301.18	2689.61	Buzon
641	776497.88	9205298.14	2689.507	
642	776502.74	9205300.99	2689.434	Esquina
643	776494.45	9205293.61	2689.877	Esquina
644	776505.72	9205295.34	2689.542	Poste
645	776498.60	9205290.66	2689.7	Poste
646	776503.48	9205291.70	2689.444	
647	776499.46	9205286.91	2689.816	casa
648	776508.11	9205293.28	2689.571	casa
649	776501.68	9205285.50	2689.832	Poste
650	776508.44	9205285.32	2689.398	



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
651	776504.76	9205279.22	2689.728	Casa
652	776518.47	9205276.11	2689.147	
653	776509.64	9205272.12	2689.596	Casa
654	776518.40	9205270.77	2689.242	
655	776515.82	9205265.10	2689.575	Poste
656	776524.60	9205268.34	2689.284	Poste
657	776519.04	9205259.89	2689.63	Poste
658	776529.62	9205264.75	2689.196	Esquina
659	776524.97	9205262.01	2688.998	
661	776523.21	9205252.16	2689.649	Esquina
662	776527.61	9205254.03	2688.907	
663	776518.81	9205250.12	2689.887	Poste
664	776517.19	9205251.46	2689.441	
665	776508.22	9205246.49	2689.871	
666	776511.76	9205244.53	2690.051	Casa
667	776500.72	9205244.33	2690.363	Casa
668	776502.06	9205237.90	2690.338	Casa
669	776495.01	9205240.28	2690.658	Casa
670	776498.56	9205238.84	2690.321	
671	776491.03	9205236.66	2691.033	Poste
672	776479.60	9205229.69	2691.468	Esquina
673	776487.12	9205227.66	2691.317	Casa
674	776476.16	9205226.87	2691.891	Esquina
675	776485.54	9205230.05	2691.114	
676	776478.20	9205222.46	2691.665	Poste
677	776479.45	9205226.04	2691.501	
678	776468.01	9205221.20	2692.124	Casa
679	776459.67	9205215.50	2692.692	Casa
680	776464.07	9205211.83	2692.52	Casa
681	776462.76	9205213.88	2692.312	
682	776454.77	9205209.07	2692.867	
683	776452.02	9205203.56	2693.463	casa
684	776441.52	9205203.25	2694.237	casa
685	776445.82	9205202.59	2693.693	
686	776433.49	9205197.63	2694.689	Esquina
687	776442.55	9205197.67	2694.285	Poste
688	776434.61	9205195.10	2694.654	
689	776435.18	9205191.81	2694.685	Esquina
690	776428.41	9205189.00	2694.781	Buzon
691	776421.81	9205188.36	2695.306	Esquina
692	776423.12	9205186.30	2694.92	
693	776424.55	9205191.39	2694.807	
694	776534.51	9205268.16	2688.792	casa
695	776537.08	9205261.25	2688.437	casa
696	776535.11	9205267.39	2688.342	
697	776548.10	9205271.91	2687.686	
698	776544.37	9205273.80	2688.281	Poste
699	776551.01	9205270.82	2687.699	casa
700	776546.71	9205276.87	2688.067	casa



N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
701	776546.59	9205275.12	2687.624	
702	776561.68	9205281.33	2687.035	
703	776563.10	9205288.58	2687.321	casa
704	776571.30	9205292.54	2686.681	Poste
705	776578.60	9205288.92	2686.451	casa
706	776575.86	9205297.80	2686.569	Esquina
708	776581.51	9205300.94	2686.344	Esquina
709	776588.28	9205296.55	2685.882	casa
710	776578.97	9205299.24	2686.214	
713	776581.04	9205295.72	2686.221	E_12 - BM
714	776573.31	9205301.68	2686.512	casa
715	776575.22	9205303.38	2686.413	
716	776577.63	9205305.08	2686.214	Poste
717	776570.85	9205311.17	2686.526	
718	776568.83	9205319.19	2686.793	casa
719	776564.59	9205319.82	2686.748	
720	776561.19	9205319.33	2686.874	casa
721	776559.17	9205326.47	2686.915	
722	776562.09	9205328.85	2686.913	casa
723	776558.84	9205332.08	2687.007	Poste
724	776556.08	9205337.64	2686.974	Esquina
725	776555.45	9205334.44	2687.096	
726	776550.93	9205334.03	2687.42	Esquina
728	776544.18	9205343.22	2687.452	Esquina
729	776547.42	9205343.78	2687.036	Esquina
730	776549.55	9205347.60	2687.145	Esquina
731	776550.93	9205341.54	2687.096	
732	776754.00	9205581.00	2676	E01 - BM
733	776830.60	9205471.67	2675.654	E02
734	776718.88	9205547.19	2677.659	E03
735	776792.04	9205443.43	2677.13	E04
736	776743.98	9205407.90	2679.315	E05
737	776619.77	9205483.59	2682.572	E06
738	776440.49	9205364.09	2690.146	E07
739	776404.51	9205340.99	2692.412	E08
740	776380.46	9205445.59	2691.98	E09
742	776527.67	9205259.93	2688.842	E11



4.3 DISEÑO GEOMETRICO

4.3.1 DISEÑO DE EJES LONGITUDINALES

Una vez que se obtenido el plano topográfico se procedió a verificar los datos registrados con los existentes en campo, tales como ancho de vías. Luego de esto se realizó el trazo de ejes en planta considerando lo establecido por el Reglamento Nacional de Construcciones y las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

4.3.2 TRAZO DE PERFILES LONGITUDINALES

El trazo de los perfiles se realizara respetando las cotas de las estacas y teniendo en cuenta lo estipulado en el acápite 2.2.3

4.3.3 SECCIONES TRANSVERSALES

4.3.3.1 CALZADA

Ancho de la superficie pavimentada

Se han considerado anchos que van desde los 2.70 m. hasta los 8.00 m. En todos los casos, las vías se han diseñado para tránsito vehicular.

Bombeo

Según las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras se ha considerado un bombeo de 2%.



4.3.3.2 VEREDAS

El ancho mínimo de veredas considerado es de 0.60 m., además se han diseñado veredas de 0.90 m. y de 1.20 m., con una altura mínima de 0.20 m.

4.3.3.3 RAMPAS PARA DISCAPACITADOS

El ancho mínimo considerado para las rampas será de 0.90 m. con una pendiente máxima de 12%. Estas rampas se ubicarán en las esquinas de las vías vehiculares y principalmente cercanas a instituciones públicas, privadas y áreas de recreación.

4.3.3.4 ESTACIONAMIENTO

Los estacionamientos han sido considerados en los jirones Perea, Santa Sarita, San Marcos, y San Luís con ancho de 1.80 m. Todas se han diseñado en sentido paralelo a la vía.

4.3.4 TIPOS DE VEHICULOS

El tipo de vehículo considerado para el diseño de las vías es el C3 según el Reglamento Nacional de Peso y Dimensión Vehicular para circulación en la Red Vial Nacional (DECRETO SUPREMO N°034-2001-MTC).

De la geometría de las vías se ha obtenido:

Vías Principales



Se consideran vías principales los jirones Perea, Santa Sarita y San Luís, los mismos que tienen un ancho de calzada que varía desde los 4.10 m. hasta los 8.05 m. Las cunetas se han diseñado en sección triangular de 0.50 m. de ancho y 0.30 m. de profundidad; las veredas se han diseñado de 1.20 m. de ancho, los estacionamientos son paralelos a la vereda de 1.80 m. de ancho.

Vías Secundarias

Se consideran vías secundarias los jirones 23 de Setiembre, Virgen del Rosario, Calle 1, Luz y Esperanza, Pasaje S/N, San Pedro, San Andrés y San Marcos, los mismos que tienen un ancho de calzada que varía entre 2.70 m. y 7.60 m. Las cunetas son de sección triangular de 0.50 m. de ancho y 0.30 m. de profundidad; veredas de 0.60 m. y de 0.90 m. de ancho, sin estacionamientos.

4.4 ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES PARA LA PAVIMENTACIÓN:

4.4.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS: CALICATAS

La ubicación de calicatas se realizó en base a los siguientes criterios:

- Topografía y geomorfología del terreno.
- Algunas intersecciones de calles.



Se excavaron 10 calicatas con una profundidad de 1.50 m y una sección de 1 m²: La ubicación se describen a continuación:

UBICACIÓN DE CALICATAS

Pozo N°	Ubicación	Area (m ²)	Profundidad	Coordenadas	
				Norte	Este
1	Interseccion Jr. San Luís y Jr. San Andrés	1.00	1.50	9205580	776755
2	Interseccion Jr. San Luís y Jr. San Pedro	1.00	1.50	9205483	776623
3	Interseccion Av. La Paz y Jr. San Luís	1.00	1.50	9205310	776362
4	Interseccion Av. La Paz y Jr. Luz y Esperanza	1.00	1.50	9205192	776435
5	Interseccion Jr. San Pedro y Jr. Luz y Esperanza	1.00	1.50	9205377	776690
6	Interseccion Jr. Santa Sarita y Jr. Luz y Esperanza	1.00	1.50	9205407	776749
7	Interseccion Jr. Santa Sarita y Psje. Niño Jesús	1.00	1.50	9205314	776814
8	Interseccion Jr. San Andrés y Psje. Niño Jesús	1.00	1.50	9205372	776903
9	Intersección Psje. S/N y Jr. 23 de Setiembre	1.00	1.50	9205555	776537
10	Interseccion Av. La Paz y Jr. 23 de Setiembre	1.00	1.50	9205390	776305

Fuente: Elaboración propia.



4.4.2 ESTUDIO DE SUELOS: Ensayos de Laboratorio con fines de Pavimentación

4.4.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD:

a) Procedimiento:

- Se toma una muestra del suelo extraído (100 gr. aproximadamente).
- Se pesa la tara.
- Se pesa la muestra húmeda + tara (peso de muestra húmeda total).
- A continuación se seca en el horno a una temperatura de ± 105 °C durante 24 horas.
- Se pesa la tara + muestra seca y se determina la cantidad de agua evaporada.

b) Cálculo:

Se calcula el contenido de humedad mediante la ecuación (2.1) presentado en el acápite 2.3.2.1 del capítulo Revisión de Literatura.

4.4.2.2 PESO ESPECIFICO APARENTE:

a) Procedimiento:

- Se toma una muestra seca de material (100 gr. aproximadamente).
- Se pesa la fiola de 500 ml.
- Se llena la fiola con agua destilada hasta la marca de calibración (500 ml) y se pesa nuevamente.



- Se coloca la muestra en la fiola, sin agua evitando botar parte del suelo y se añade agua destilada, llenando la fiola alrededor de 3 cuartas partes.
- El aire entrampado se remueve para lo cual se lleva a la bomba de vacíos por un lapso de 20-30 minutos.

b) Cálculo:

Se calcula el peso específico mediante la ecuación (2.2) del acápite 2.3.2.2 del capítulo Revisión de Literatura.

4.4.2.3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO:

a) Procedimiento:

- Se seca una muestra de suelo en la estufa.
- Se pesa la muestra seca a ensayar.
- Se deja pasar la muestra por un juego de tamices, agitando y haciendo pasar los granos por los tamices correspondientes.
- Se pesa el material retenido en cada tamiz.

b) Cálculo:

- Se acumulan los pesos retenidos, verificando que el peso total no difiera con el peso inicial en más ó menos del 3%.



- Se calculan los porcentajes de los retenidos parciales.
- Se suman los porcentajes parciales de los retenidos para luego averiguar los complementos a 100% (porcentaje que pasa).
- Se dibuja la curva granulométrica.
- Se calculan los coeficientes de uniformidad y curvatura para suelos gruesos.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \times D_{60})}$$

B. METODO DE SEDIMENTACIÓN (SIFONAJE)

a) Procedimiento:

Consiste en tomar una muestra de 100 gr. de suelo seco que pasa la malla N° 10, luego en el homogeneizador se coloca la muestra con una pequeña cantidad de agua y se procede a mezclarlo durante 15 minutos, luego se lo vacía a una probeta y se deja reposar por 20 minutos, transcurrido este tiempo se introduce un tapón hasta que se atore y se elimina el agua que queda sobre él, lo retenido en la probeta se vacía a una tara cuyo peso haya sido registrado, llevándose posteriormente al horno hasta que seque para finalmente registrar su peso, la diferencia de este peso con los 100 es el porcentaje de arcilla.



4.4.2.4 LÍMITES DE CONSISTENCIA:

A. LÍMITE LÍQUIDO:

a) Procedimiento:

- Se hace pasar la muestra por la malla N° 40, en caso de que sea necesario habrá que triturar al suelo previamente con un mortero.
- Mezclar la muestra seca con una espátula añadiendo agua en la escudilla de porcelana, hasta adoptar una consistencia suave y uniforme.
- Desplazar una porción de esta pasta en la Copa de Casagrande con un espesor máximo de 1 cm y hacer la ranura con el acanalador.
- Golpear la Copa de Casagrande hasta que la ranura se cierre.
- Determinar el contenido de humedad de esta muestra (número de golpes entre 10 y 50).
- Repetir el ensayo con otras dos muestras, añadiendo menos o más agua.

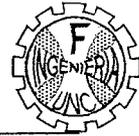
b) Cálculo:

Entrar al gráfico con los contenidos de humedad y número de golpes correspondientes y hallar el límite líquido correspondiente a 25 golpes.

B. LÍMITE PLÁSTICO:

a) Procedimiento:

- Mezclar una porción de material que pasa el tamiz N° 40 con una espátula en la escudilla de



porcelana añadiendo agua hasta adoptar una mezcla de consistencia plástica.

- Arrollar la muestra con la mano sobre una superficie lisa y con suficiente presión se hace un rollito que tenga un diámetro uniforme en toda su longitud de (3.2 mm).

b) Cálculo:

Determinar el contenido de humedad en este estado.

C. ÍNDICE DE PLASTICIDAD:

Se calcula con la ecuación (2.4) del acápite 2.3.2.4 del marco teórico.

4.4.2.5 COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO):

a) Procedimiento:

- Secamos una muestra de 25 Kg. de peso y retiramos de ella todo el material mayor que la malla N° 4.
- Se determinan los volúmenes de los moldes a usar.
- Mezclamos la muestra con el agua suficiente para obtener una mezcla ligeramente húmeda y luego mezclamos las otras porciones, con porcentajes de agua incrementada.
- Colocamos la mezcla en el cilindro proctor, y compactamos el suelo en 5 capas, cada una de 56 golpes, con el pistón de 4.5 Kg. de peso y 45.7 cm de caída.



- Cuidadosamente retiramos la extensión del molde y enrasamos la parte superior del cilindro con una regla metálica.
- Registramos el peso del cilindro, con la placa de base y el suelo compactado.
- Determinamos el contenido de agua de dos muestras representativas, de unos 100 gr., una obtenida de un nivel cercano al superior y otra de una parte próxima al fondo, luego el W% es igual al promedio de las dos muestras.
- Se repite el procedimiento con las otras mezclas, aumentando el contenido de agua hasta obtener por lo menos, dos puntos que se sitúen arriba de la humedad óptima.

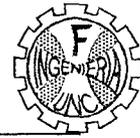
b) Cálculo:

- Se calcula la densidad seca para los 5 ensayos con la ecuación (2.5) del acápite 2.3.2.5 del capítulo II Revisión de Literatura.
- Se grafican los resultados obtenidos de W% vs D_s, y se calcula el óptimo contenido de humedad.

4.4.2.6 ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA C.B.R:

a) Procedimiento:

- Obtenido el óptimo contenido de humedad (ensayo de compactación) se procede a compactar los tres moldes elegidos para 12, 25 y 56 golpes.
- Luego de terminada la compactación se sumergen los moldes y las pesas en un recipiente de agua de



forma que el agua cubra tanto la parte superior como inferior de la muestra y ajustar el deformímetro en su respectivo soporte.

- Ajustar en cero el deformímetro de expansión y registrar el tiempo de comienzo del ensayo. Tomar las lecturas a: 0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas.
- Al final de las 96 horas de inmersión, sacar la muestra y dejarla drenar por espacio de 15 min.
- Pesar la muestra sumergida incluyendo el molde.
- Colocar la muestra en la máquina de compresión y sentar el pistón sobre la superficie del suelo, una carga inicial no mayor de 4.5 Kg.
- Hacer la lectura de deformación o penetración para medidas: 0.025", 0.050", 0.075", 0.1", 0.2", 0.3", 0.4", 0.5", y tomar las respectivas lecturas del deformímetro.
- Tomar muestras para determinar el contenido de humedad.

b) Cálculo:

- Dibujar curvas de esfuerzo-penetración para las muestras de 12, 25 y 56 golpes.
- Se calculan los valores corregidos para 0.1 y 0.2 mm de penetración.
- Obtener los valores de C.B.R de los moldes 1, 2 y 3 para los valores de 0.1 y 0.2 mm y graficar la curva D_s Vs C.B.R.
- Calcular el C.B.R para una $D_s = 0.95 D_{s\text{máx}}$.



Todos los ensayos anteriormente descritos se presentan a continuación. Los ensayos corresponden a cada uno de los estratos de cada una de las calicatas, incluido el ensayo de Proctor Modificado y C.B.R, los cuales solo se han aplicado a todas muestras obtenidas.

Los resultados de los ensayos realizados se muestran a continuación:

4.4.3 RESULTADOS

4.4.3.1 ANALISIS GRANULOMETRICO

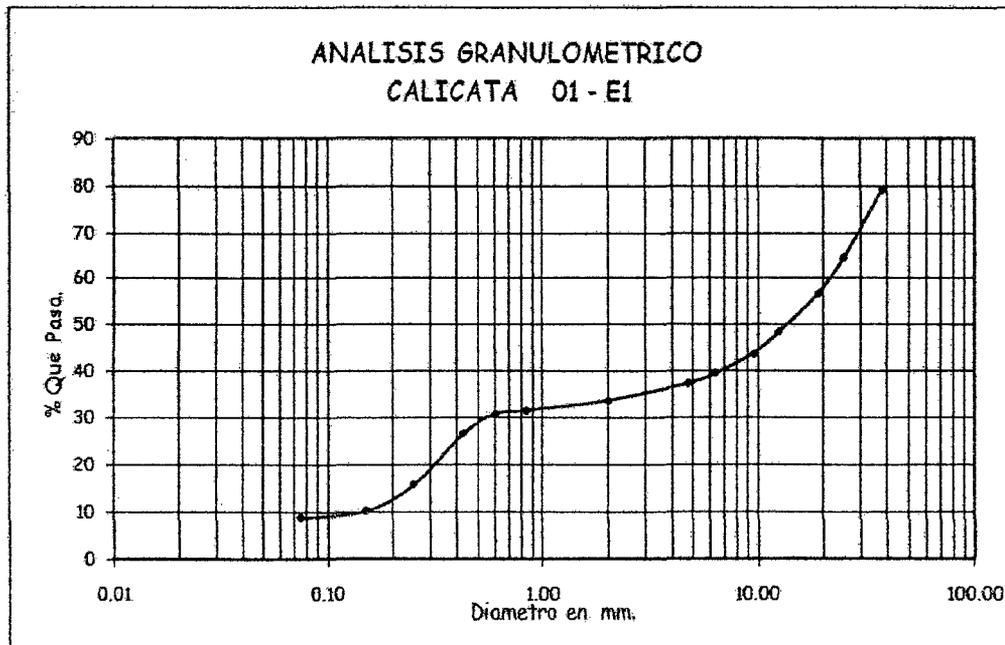


CALICATA 01	Estrato 01
-------------	------------

PESO SECO (gr.)	1500.00
-----------------	---------

PESO SECO LAVADO (gr.)	1369.20
------------------------	---------

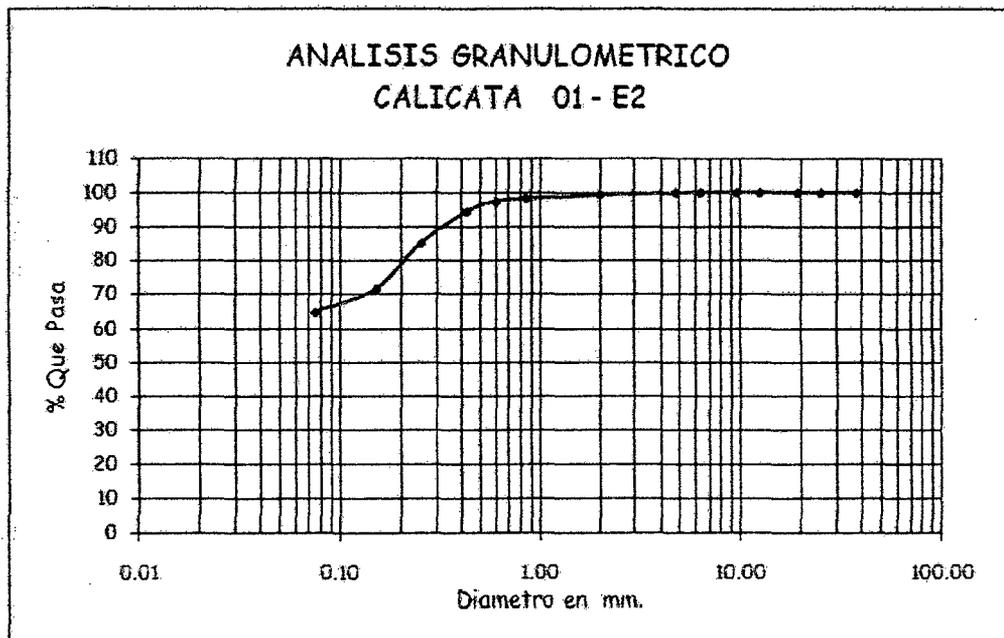
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	313.10	20.87	79.13
1"	25.000	218.80	14.59	64.54
3/4"	19.000	115.70	7.71	56.83
1/2"	12.500	125.00	8.33	48.49
3/8"	9.500	68.60	4.57	43.92
1/4"	6.300	65.80	4.39	39.53
Nº 4	4.750	30.80	2.05	37.48
Nº 10	2.000	55.40	3.69	33.79
Nº 20	0.850	31.90	2.13	31.66
Nº 30	0.600	12.20	0.81	30.85
Nº 40	0.425	64.50	4.30	26.55
Nº 60	0.250	162.40	10.83	15.72
Nº 100	0.150	81.20	5.41	10.31
Nº 200	0.075	23.80	1.59	8.72
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	8.72
TOTAL		1369.20	91.28	





CALICATA 01	Estrato 02
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	175.20

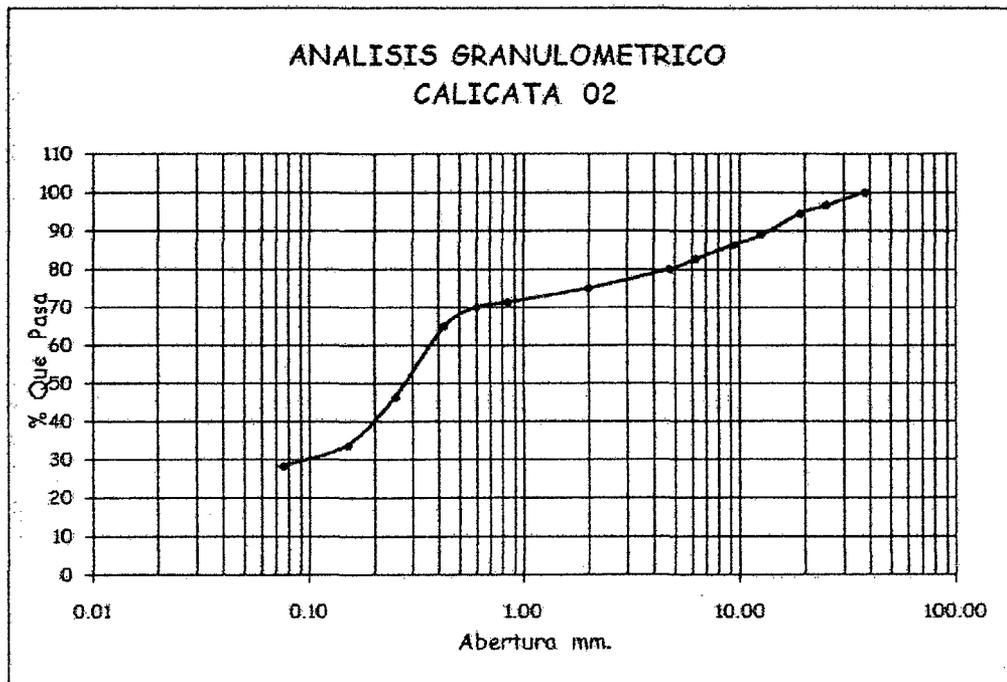
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	1.00	0.20	99.80
Nº 10	2.000	3.00	0.60	99.20
Nº 20	0.850	5.40	1.08	98.12
Nº 30	0.600	3.60	0.72	97.40
Nº 40	0.425	14.90	2.98	94.42
Nº 60	0.250	46.00	9.20	85.22
Nº 100	0.150	67.30	13.46	71.76
Nº 200	0.075	34.00	6.80	64.96
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	64.96
TOTAL		175.20	35.04	





CALICATA 02	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	358.30

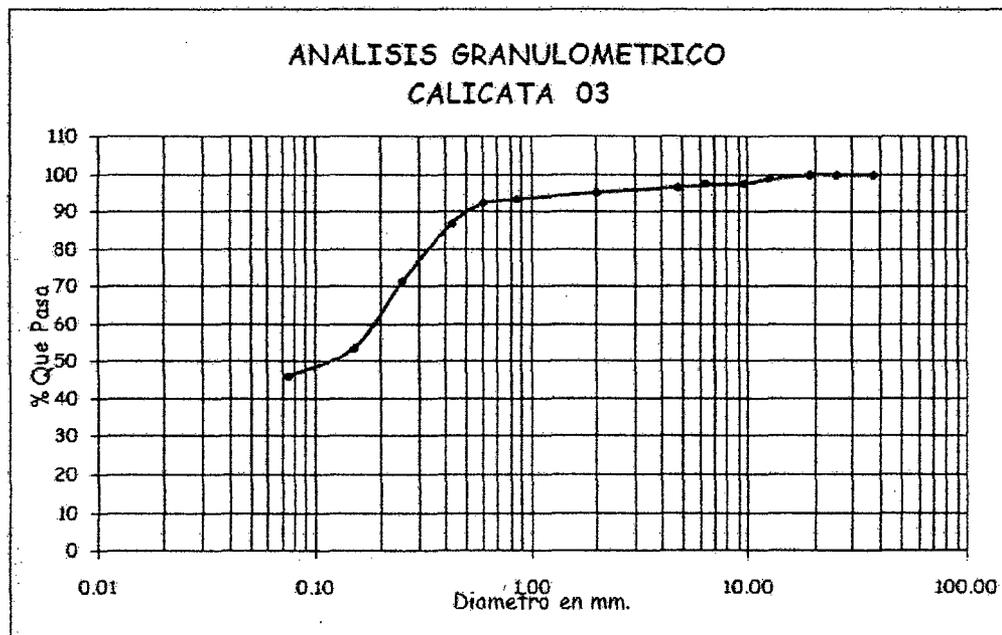
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	17.30	3.46	96.54
3/4"	19.000	10.30	2.06	94.48
1/2"	12.500	28.60	5.72	88.76
3/8"	9.500	11.60	2.32	86.44
1/4"	6.300	18.40	3.68	82.76
N° 4	4.750	13.80	2.76	80.00
N° 10	2.000	24.90	4.98	75.02
N° 20	0.850	18.30	3.66	71.36
N° 30	0.600	7.20	1.44	69.92
N° 40	0.425	25.10	5.02	64.90
N° 60	0.250	91.50	18.30	46.60
N° 100	0.150	63.70	12.74	33.86
N° 200	0.075	27.60	5.52	28.34
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	28.34
TOTAL		358.30	71.66	





CALICATA 03	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	269.50

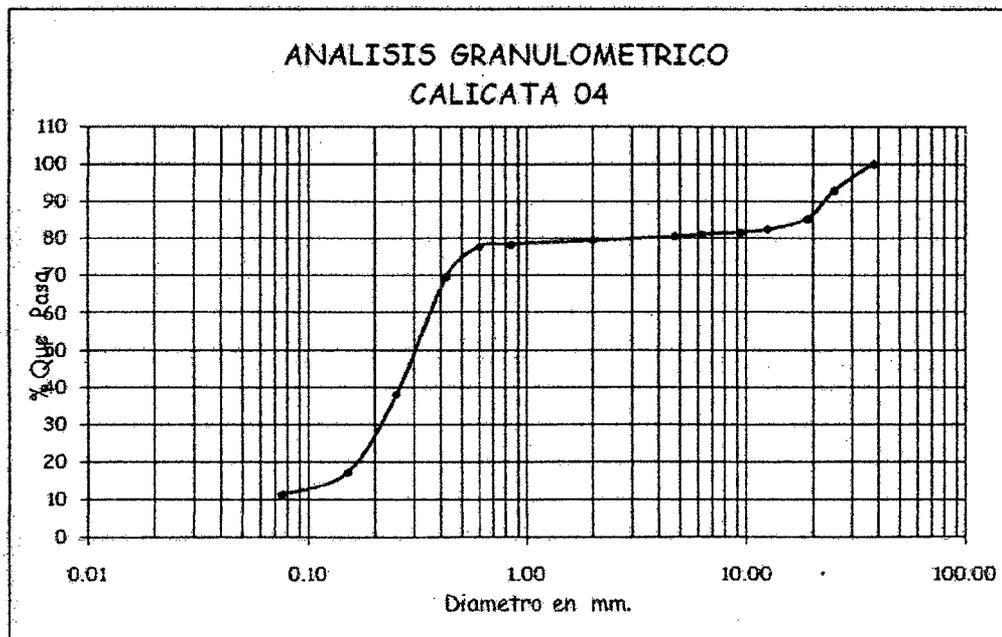
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	5.80	1.16	98.84
3/8"	9.500	5.80	1.16	97.68
1/4"	6.300	2.00	0.40	97.28
N° 4	4.750	2.60	0.52	96.76
N° 10	2.000	6.80	1.36	95.40
N° 20	0.850	9.80	1.96	93.44
N° 30	0.600	5.20	1.04	92.40
N° 40	0.425	27.00	5.40	87.00
N° 60	0.250	77.40	15.48	71.52
N° 100	0.150	90.30	18.06	53.46
N° 200	0.075	36.80	7.36	46.10
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	46.10
TOTAL		269.50	53.90	





CALICATA 04	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	443.40

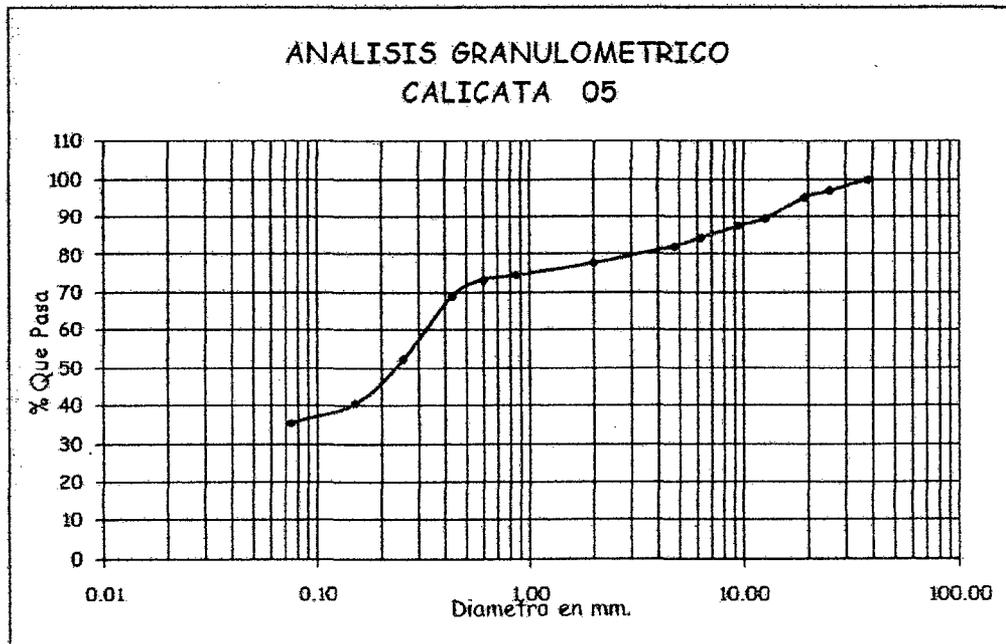
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	35.90	7.18	92.82
3/4"	19.000	36.70	7.34	85.48
1/2"	12.500	15.80	3.16	82.32
3/8"	9.500	3.10	0.62	81.70
1/4"	6.300	3.20	0.64	81.06
Nº 4	4.750	2.30	0.46	80.60
Nº 10	2.000	6.00	1.20	79.40
Nº 20	0.850	4.80	0.96	78.44
Nº 30	0.600	3.60	0.72	77.72
Nº 40	0.425	39.60	7.92	69.80
Nº 60	0.250	159.80	31.96	37.84
Nº 100	0.150	102.80	20.56	17.28
Nº 200	0.075	29.80	5.96	11.32
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	11.32
TOTAL		443.40	88.68	

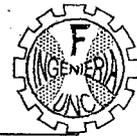




CALICATA 05	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	323.00

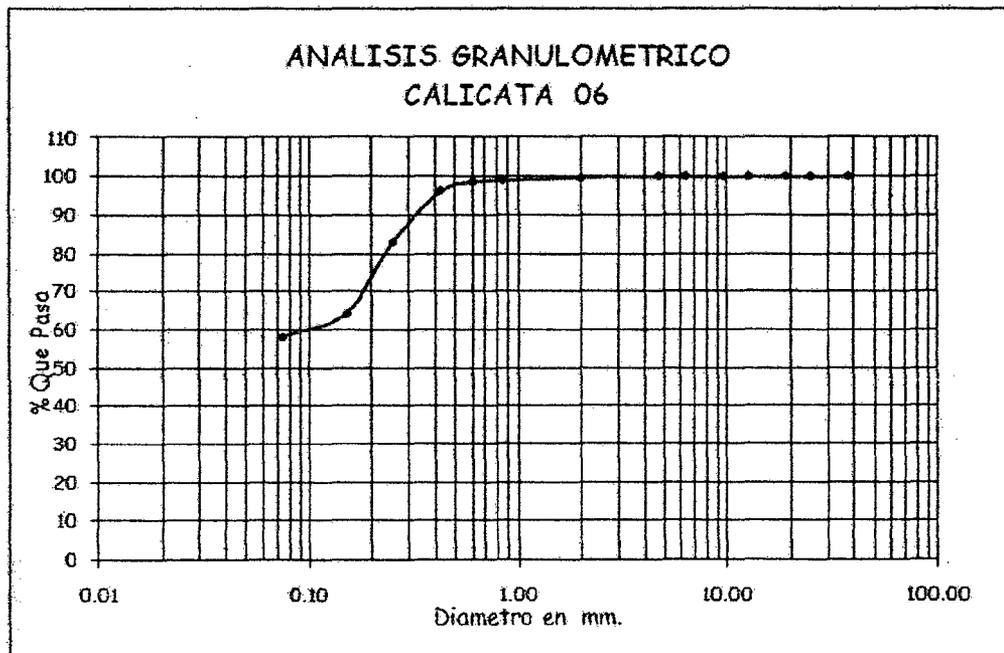
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	15.00	3.00	97.00
3/4"	19.000	9.20	1.84	95.16
1/2"	12.500	27.20	5.44	89.72
3/8"	9.500	10.20	2.04	87.68
1/4"	6.300	15.50	3.10	84.58
N° 4	4.750	11.40	2.28	82.30
N° 10	2.000	22.70	4.54	77.76
N° 20	0.850	16.40	3.28	74.48
N° 30	0.600	5.30	1.06	73.42
N° 40	0.425	22.00	4.40	69.02
N° 60	0.250	84.70	16.94	52.08
N° 100	0.150	58.60	11.72	40.36
N° 200	0.075	24.80	4.96	35.40
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	35.40
TOTAL		323.00	64.60	





CALICATA 06	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	209.30

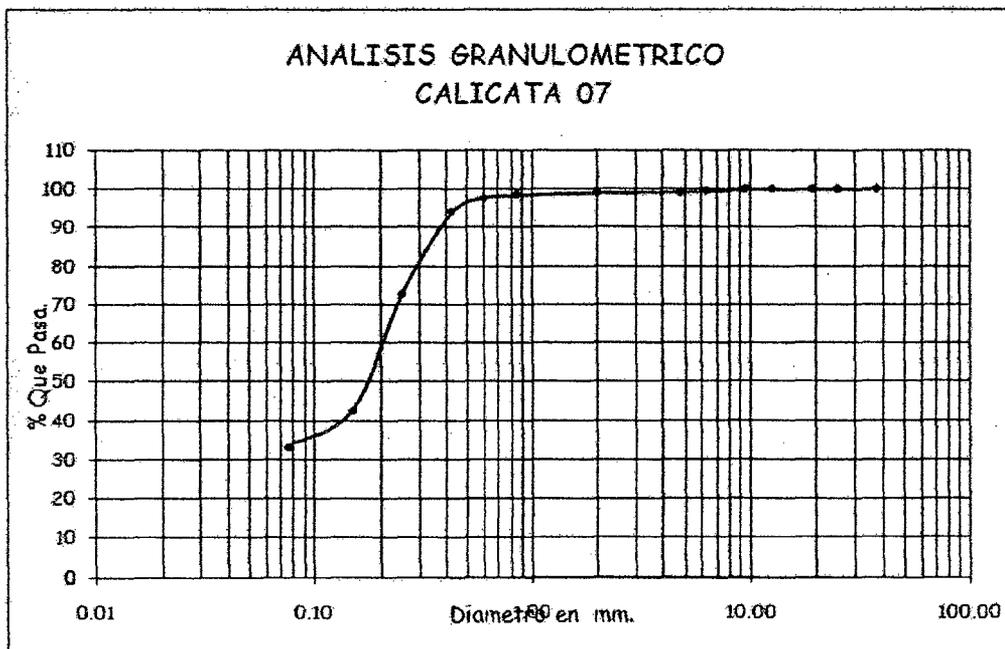
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.90	0.18	99.82
Nº 20	0.850	3.60	0.72	99.10
Nº 30	0.600	2.00	0.40	98.70
Nº 40	0.425	12.20	2.44	96.26
Nº 60	0.250	65.30	13.06	83.20
Nº 100	0.150	94.60	18.92	64.28
Nº 200	0.075	30.70	6.14	58.14
Cazolela	0.000	0.00	0.00	58.14
TOTAL		209.30	41.86	

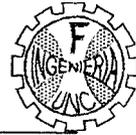




CALICATA 07	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	333.90

TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.300	2.10	0.42	99.58
Nº 4	4.750	0.80	0.16	99.42
Nº 10	2.000	1.40	0.28	99.14
Nº 20	0.850	3.00	0.60	98.54
Nº 30	0.600	2.50	0.50	98.04
Nº 40	0.425	19.50	3.90	94.14
Nº 60	0.250	108.20	21.64	72.50
Nº 100	0.150	149.20	29.84	42.66
Nº 200	0.075	47.20	9.44	33.22
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	33.22
TOTAL		333.90	66.78	



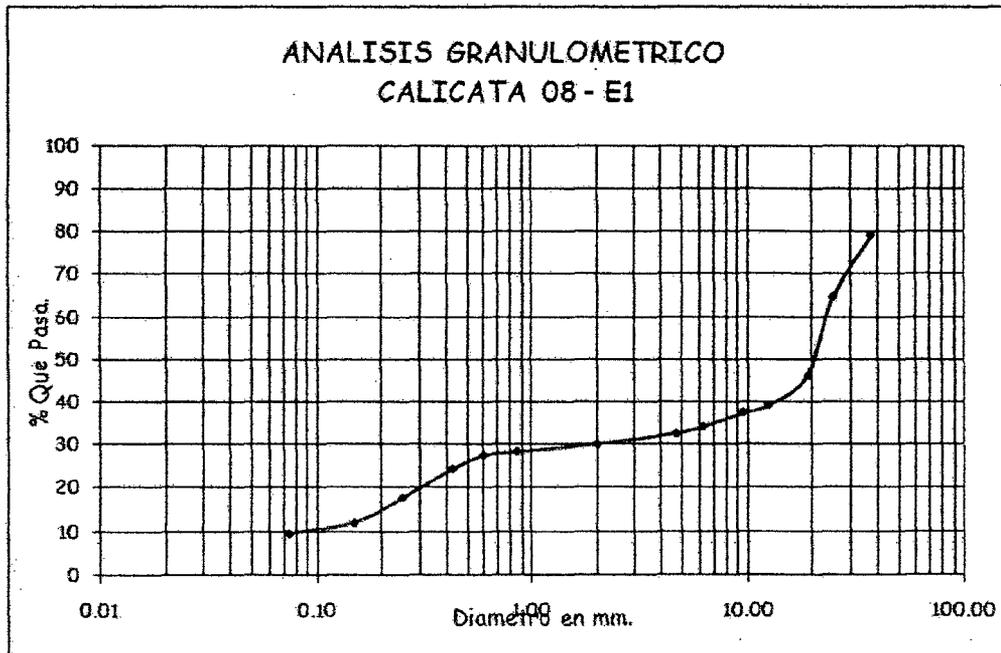


CALICATA 08 Estrato 01

PESO SECO (gr.) 1000.00

PESO SECO LAVADO (gr.) 903.80

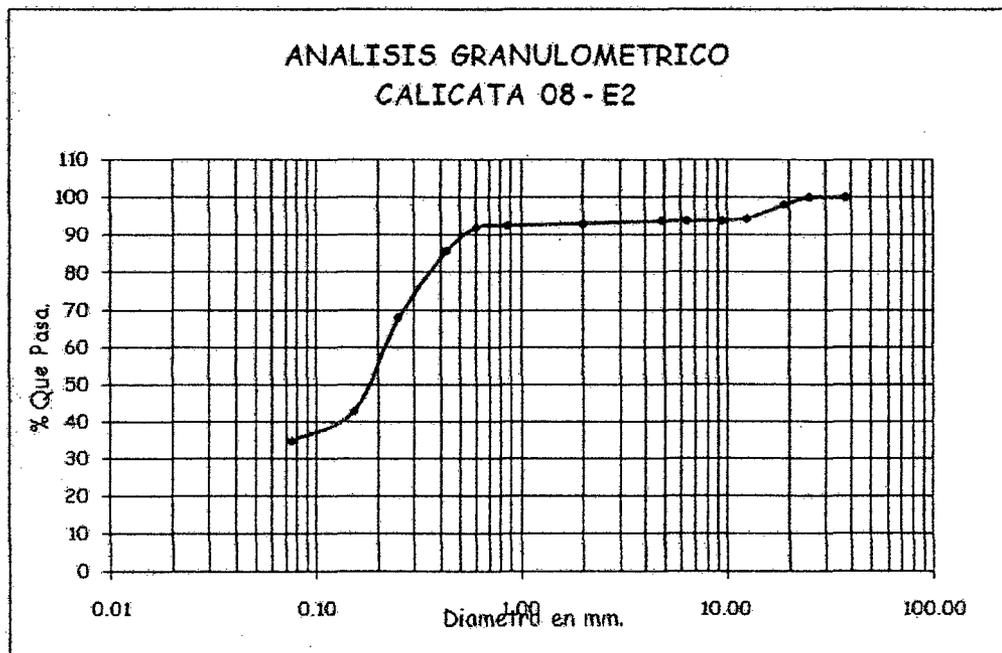
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	208.90	20.89	79.11
1"	25.000	145.20	14.52	64.59
3/4"	19.000	183.40	18.34	46.25
1/2"	12.500	70.90	7.09	39.16
3/8"	9.500	18.20	1.82	37.34
1/4"	6.300	31.00	3.10	34.24
Nº 4	4.750	15.70	1.57	32.67
Nº 10	2.000	25.90	2.59	30.08
Nº 20	0.850	17.90	1.79	28.29
Nº 30	0.600	7.80	0.78	27.51
Nº 40	0.425	32.30	3.23	24.28
Nº 60	0.250	66.30	6.63	17.65
Nº 100	0.150	56.50	5.65	12.00
Nº 200	0.075	23.80	2.38	9.62
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	9.62
Total		903.80	90.38	





CALICATA 08	Estrato 02
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	325.90

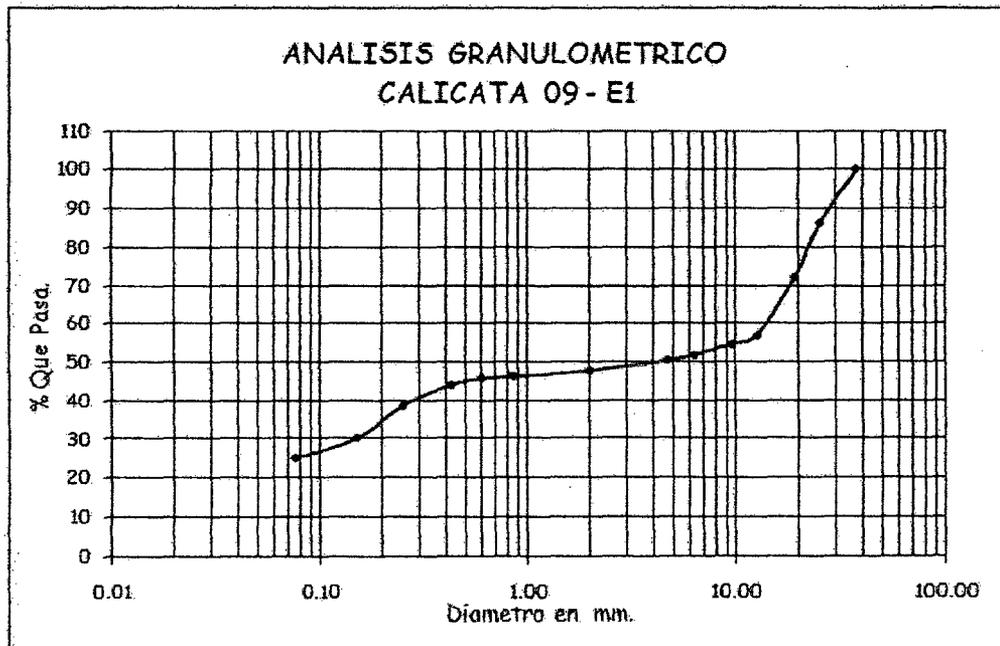
TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	9.50	1.90	98.10
1/2"	12.500	17.40	3.48	94.62
3/8"	9.500	2.60	0.52	94.10
1/4"	6.300	1.00	0.20	93.90
Nº 4	4.750	0.80	0.16	93.74
Nº 10	2.000	3.00	0.60	93.14
Nº 20	0.850	2.60	0.52	92.62
Nº 30	0.600	2.10	0.42	92.20
Nº 40	0.425	32.20	6.44	85.76
Nº 60	0.250	89.60	17.92	67.84
Nº 100	0.150	124.80	24.96	42.88
Nº 200	0.075	40.30	8.06	34.82
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	34.82
TOTAL		325.90	65.18	





CALICATA 09	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	1000.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	749.60

TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	138.20	13.82	86.18
3/4"	19.000	141.50	14.15	72.03
1/2"	12.500	149.60	14.96	57.07
3/8"	9.500	22.60	2.26	54.81
1/4"	6.300	27.30	2.73	52.08
N° 4	4.750	15.80	1.58	50.50
N° 10	2.000	26.30	2.63	47.87
N° 20	0.850	16.10	1.61	46.26
N° 30	0.600	4.40	0.44	45.82
N° 40	0.425	17.30	1.73	44.09
N° 60	0.250	53.70	5.37	38.72
N° 100	0.150	86.20	8.62	30.10
N° 200	0.075	50.60	5.06	25.04
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	25.04
TOTAL		749.60	74.96	





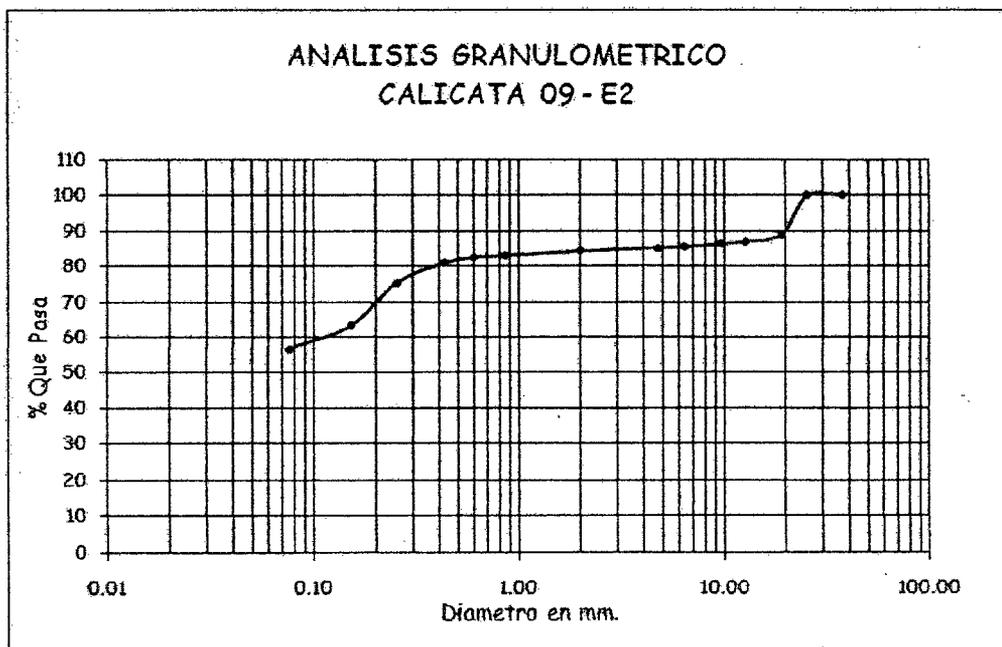
CALICATA 09 Estrato 02

PESO SECO (gr.) 500.00

PESO SECO LAVADO (gr.) 216.10

TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
-------	-----------	-------------	-------------	------------

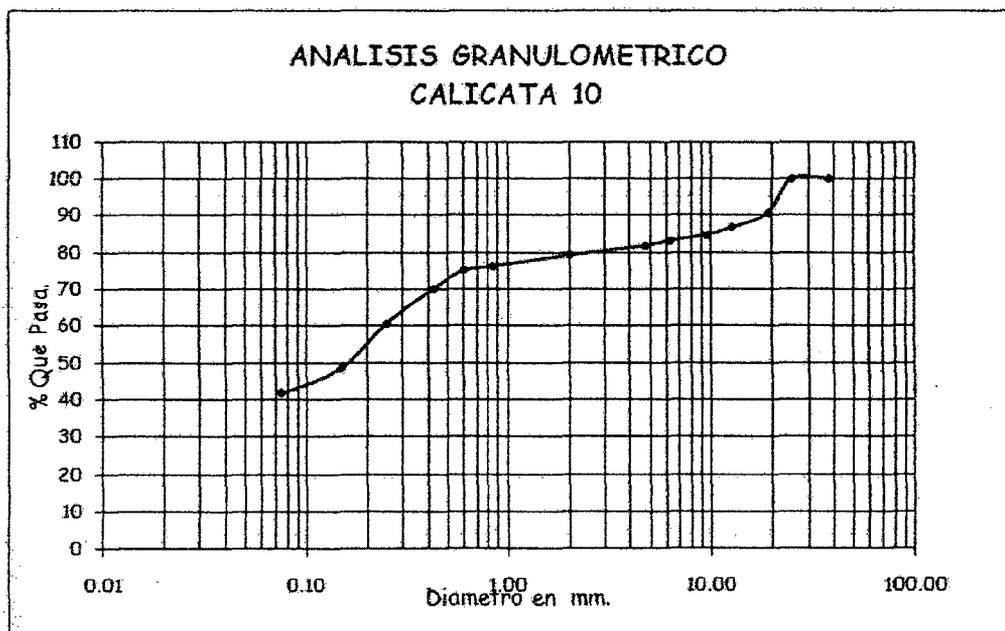
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	55.30	11.06	88.94
1/2"	12.500	10.20	2.04	86.90
3/8"	9.500	3.20	0.64	86.26
1/4"	6.300	4.00	0.80	85.46
Nº 4	4.750	1.40	0.28	85.18
Nº 10	2.000	4.80	0.96	84.22
Nº 20	0.850	6.10	1.22	83.00
Nº 30	0.600	2.50	0.50	82.50
Nº 40	0.425	8.00	1.60	80.90
Nº 60	0.250	27.90	5.58	75.32
Nº 100	0.150	60.60	12.12	63.20
Nº 200	0.075	32.10	6.42	56.78
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	56.78
TOTAL		216.10	43.22	

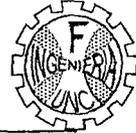




CALICATA 10	Estrato 01
PESO SECO (gr.)	500.00
PESO SECO LAVADO (gr.)	291.70

TAMIZ	Abert mm.	Peso Reten.	% P. Reten.	% Que Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	47.40	9.48	90.52
1/2"	12.500	19.20	3.84	86.68
3/8"	9.500	9.80	1.96	84.72
1/4"	6.300	7.70	1.54	83.18
N° 4	4.750	6.40	1.28	81.90
N° 10	2.000	13.50	2.70	79.20
N° 20	0.850	14.70	2.94	76.26
N° 30	0.600	6.00	1.20	75.06
N° 40	0.425	24.80	4.96	70.10
N° 60	0.250	46.40	9.28	60.82
N° 100	0.150	61.20	12.24	48.58
N° 200	0.075	34.60	6.92	41.66
Cazoleta	0.000	0.00	0.00	41.66
TOTAL		291.70	58.34	





4.4.3.2 PESO ESPECÍFICO

CALICATA	Wf	Wfw	Wfs	Wfws	Ws	§ f
C1 - E1	166.50	664.20	266.50	727.00	100.00	2.688
C1 - E2	166.50	664.20	266.50	726.20	100.00	2.632
C2	166.50	664.20	266.50	725.60	100.00	2.591
C3	166.50	664.20	266.50	725.80	100.00	2.604
C4	166.50	664.20	266.50	726.50	100.00	2.653
C5	166.50	664.20	266.50	725.80	100.00	2.604
C6	166.50	664.20	266.50	725.70	100.00	2.597
C7	166.50	664.20	266.50	726.00	100.00	2.618
C8 - E1	166.50	664.20	266.50	726.50	100.00	2.653
C8 - E2	166.50	664.20	266.50	726.10	100.00	2.625
C9 - E1	166.50	664.20	266.50	726.30	100.00	2.639
C9 - E2	166.50	664.20	266.50	726.40	100.00	2.646
C10	166.50	664.20	266.50	726.10	100.00	2.625



4.4.3.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	P.T.	P.T. + Ww	P.T. + Ws	Ww	Ws	W%
C1 - E1	33.90	215.40	213.10	181.50	179.20	1.28
C1 - E2	35.10	175.30	169.20	140.20	134.10	4.55
C2	31.20	165.60	154.90	134.40	123.70	8.65
C3	34.10	234.40	226.60	200.30	192.50	4.05
C4	31.20	178.00	173.90	146.80	142.70	2.87
C5	27.80	152.40	145.00	124.60	117.20	6.31
C6	35.00	211.00	206.80	176.00	171.80	2.44
C7	36.00	179.80	169.00	143.80	133.00	8.12
C8 - E1	32.40	203.10	196.10	170.70	163.70	4.28
C8 - E2	34.90	229.90	225.60	195.00	190.70	2.25
C9 - E1	34.10	218.00	212.30	183.90	178.20	3.20
C9 - E2	33.30	203.40	198.30	170.10	165.00	3.09
C10	34.60	212.30	200.00	177.70	165.40	7.44



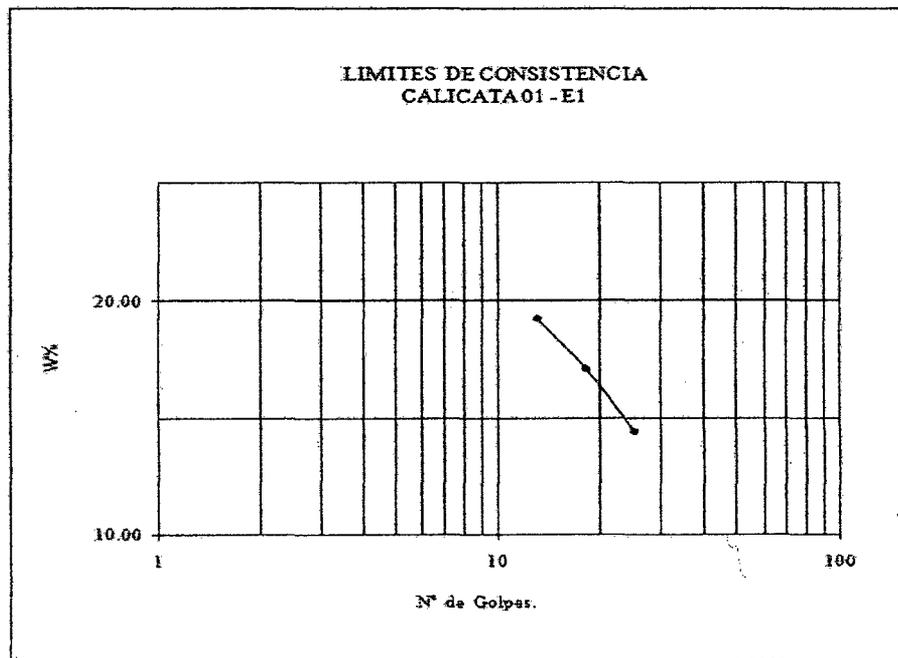
4.4.3.4 LIMITES DE CONSISTENCIA

CALICATA 01	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	35.00	30.70	35.00		
Ptara + Whum.	51.10	47.10	46.90		
Ptara + Wseca.	48.50	44.70	45.40		
Whumeda.	16.10	16.40	11.90		
Wseca.	13.50	14.00	10.40		
Wp%	19.26	17.14	14.42		
Nº de Golpes.	13	18	25		
L.L. i	17.79	16.47	14.42		

L.L. =	16.23
L.P. =	N.P.
I. P. =	N.P.

Nº de Golpes.	Wp%
13	19.26
18	17.14
25	14.42



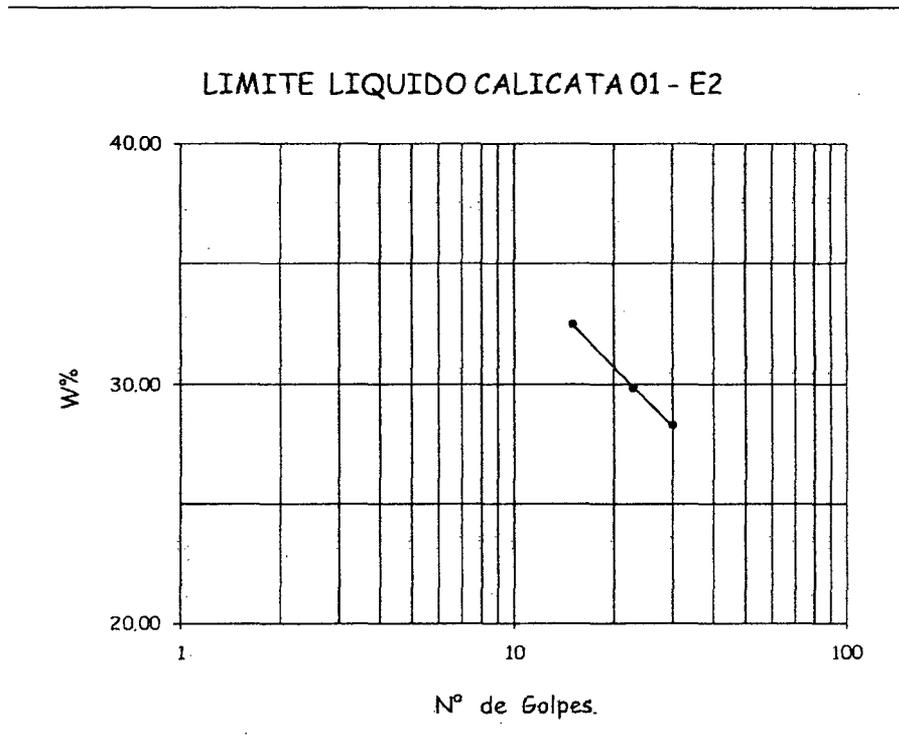


CALICATA 01	Estrato 02
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	33.40	35.00	34.10	34.20	32.10
Ptara + Whum.	44.00	46.30	46.80	37.90	36.30
Ptara + Wseca.	41.40	43.70	44.00	37.40	35.70
W humeda.	10.60	11.30	12.70	3.70	4.20
W seca.	8.00	8.70	9.90	3.20	3.60
W%	32.50	29.89	28.28	15.63	16.67
N° de Golpes.	15	23	30		
L.L. i	30.55	29.59	28.91		

L.L. =	29.68
L.P. =	16.15
I. P. =	13.54

N° de Golpes.	W%
15	32.50
23	29.89
30	28.28





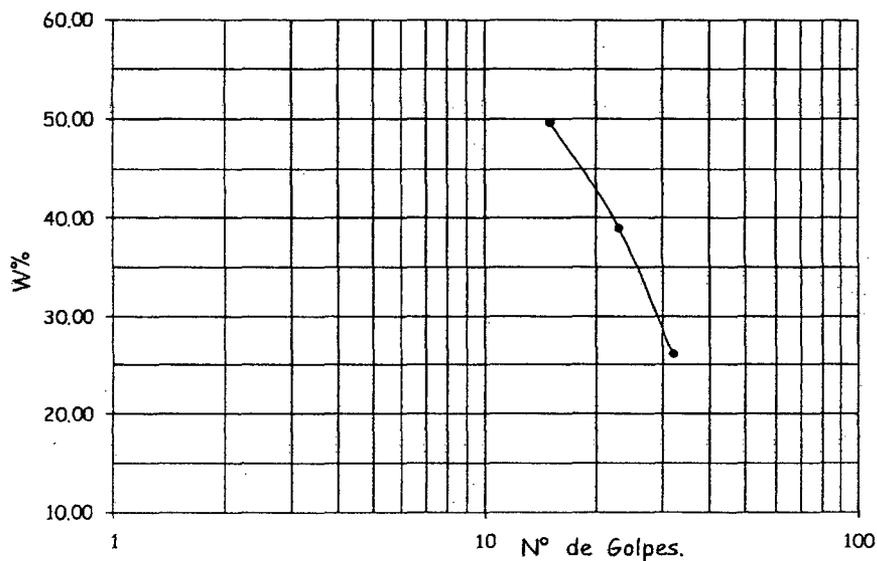
CALICATA 02	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	35.10	35.30	33.40		
Ptara + Whum.	53.20	52.40	47.90		
Ptara + Wseca.	47.20	47.60	44.90		
Whumeda.	18.10	17.10	14.50		
Wseca.	12.10	12.30	11.50		
W%	49.59	39.02	26.09		
Nº de Golpes.	15	23	32		
LL. i	46.61	38.63	26.88		

L.L. =	37.38
L.P. =	N.P.
I.P. =	N.P.

Nº de Golpes	W%
15	49.59
23	39.02
32	26.09

LIMITE LIQUIDO CALICATA C2



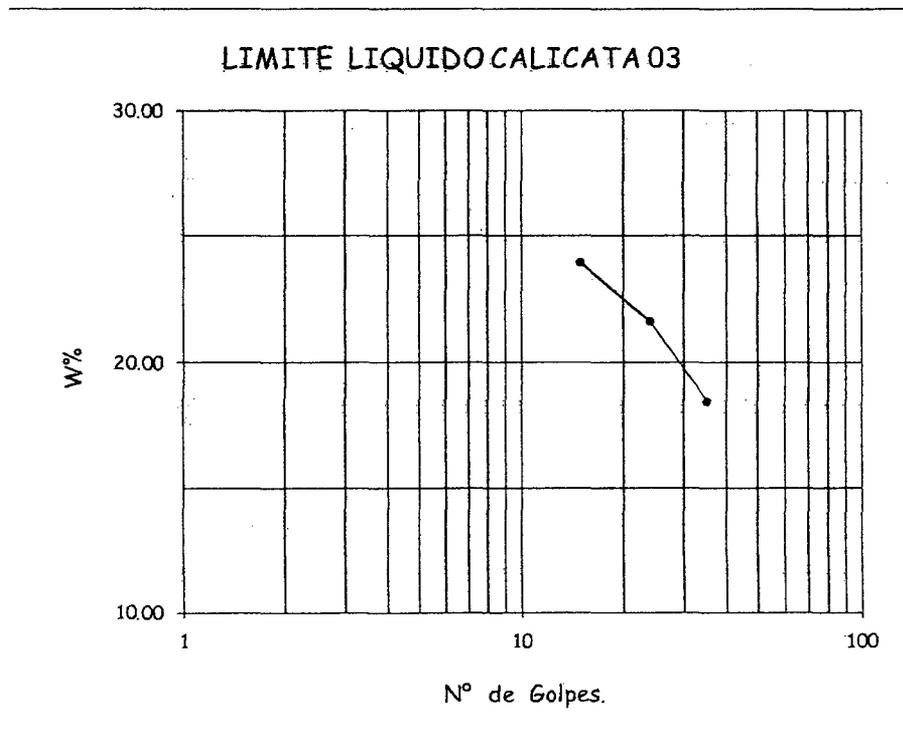


CALICATA 03	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	35.10	32.40	33.30	35.20	34.00
P tara + Whum.	50.10	45.90	48.70	38.90	38.40
P tara + Wseca.	47.20	43.50	46.30	38.50	37.80
W humeda.	15.00	13.50	15.40	3.70	4.40
W seca.	12.10	11.10	13.00	3.30	3.80
W%	23.97	21.62	18.46	12.12	15.79
N° de Golpes.	15	24	35		
L.L.i.	22.53	21.52	19.23		

L.L. =	21.09
L.P. =	13.96
I.P. =	7.14

N° de Golpes	W%
15	23.97
24	21.62
35	18.46



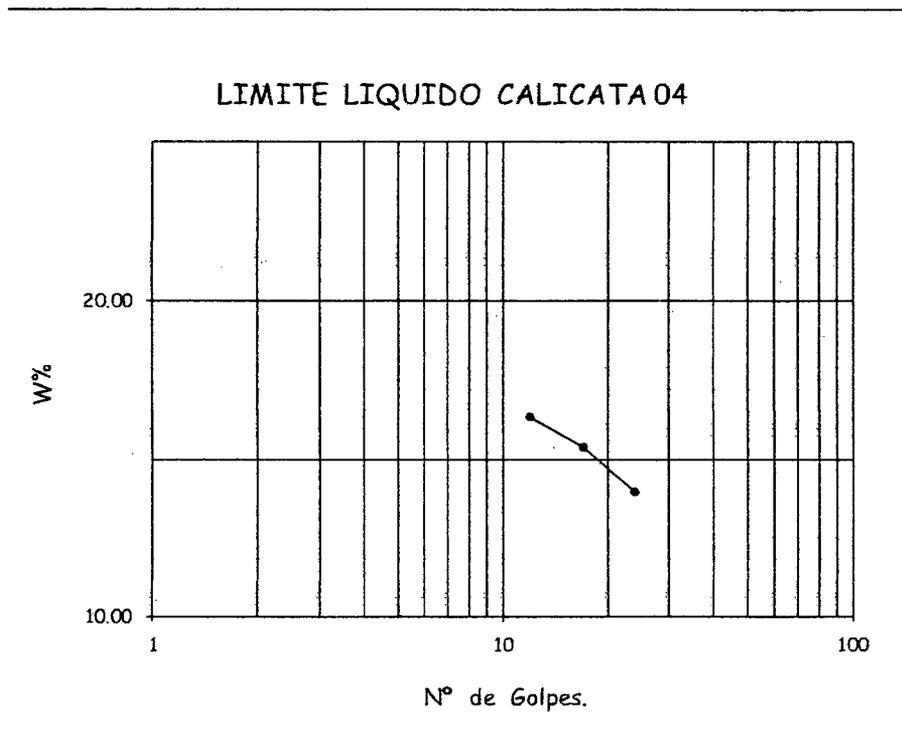


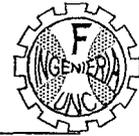
CALICATA 04	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	33.20	32.30	34.10		
Ptara + Whum.	48.90	45.80	48.00		
Ptara + Wseca.	46.70	44.00	46.30		
Whumeda.	15.70	13.50	13.90		
Wseca.	13.50	11.70	12.20		
W%	16.30	15.38	13.93		
Nº de Golpes.	12	17	24		
LL i	14.91	14.68	13.87		

LL. =	14.49
L.P. =	N.P.
I. P. =	N.P.

Nº de Golpes	W%
12	16.30
17	15.38
24	13.93



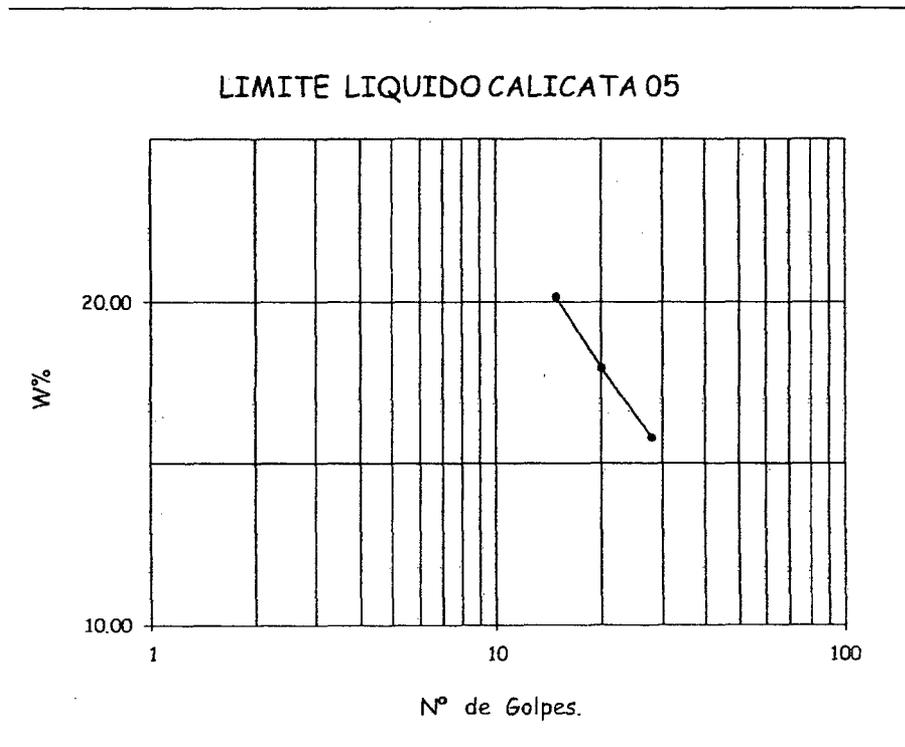


CALICATA 05	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	35.00	35.20	33.20		
P tara + Whum.	52.30	51.60	47.10		
P tara + Wseca.	49.40	49.10	45.20		
Whumeda.	17.30	16.40	13.90		
Wseca.	14.40	13.90	12.00		
W%	20.14	17.99	15.83		
Nº de Golpes.	15	20	28		
L.L. i	18.93	17.51	16.05		

L.L. =	17.50
L.P. =	N.P.
I.P. =	N.P.

Nº de Golpes	W%
15	20.14
20	17.99
28	15.83





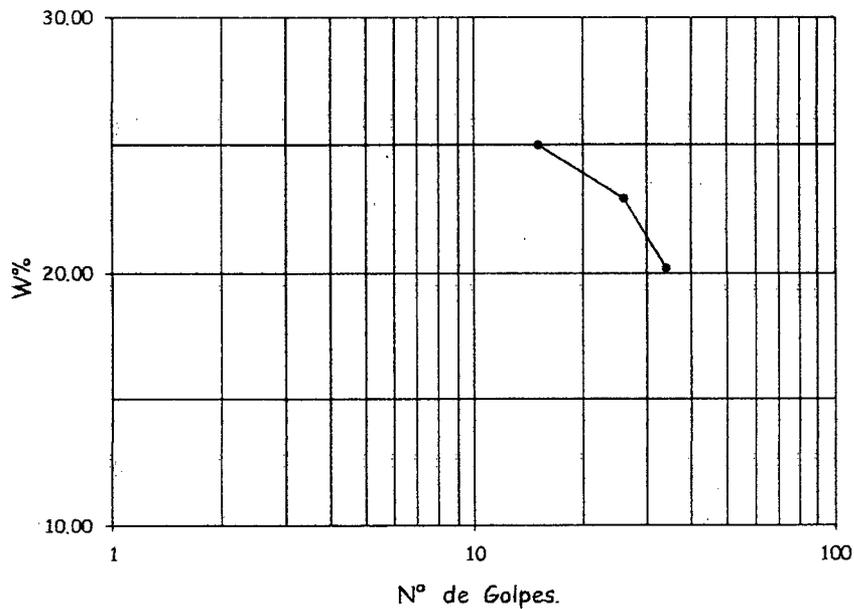
CALICATA 06	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	27.70	34.60	32.40	32.30	34.20
P tara + Whum.	40.20	46.40	44.90	35.90	38.30
P tara + Wseca.	37.70	44.20	42.80	35.40	37.80
Whumeda.	12.50	11.80	12.50	3.60	4.10
Wseca.	10.00	9.60	10.40	3.10	3.60
W%	25.00	22.92	20.19	16.13	13.89
Nº de Golpes.	15	26	34		
L.L i	23.50	23.03	20.96		

L.L. =	22.49
L.P. =	15.01
I. P. =	7.49

Nº de Golpes	W%
15	25.00
26	22.92
34	20.19

LIMITE LIQUIDO CALICATA 06



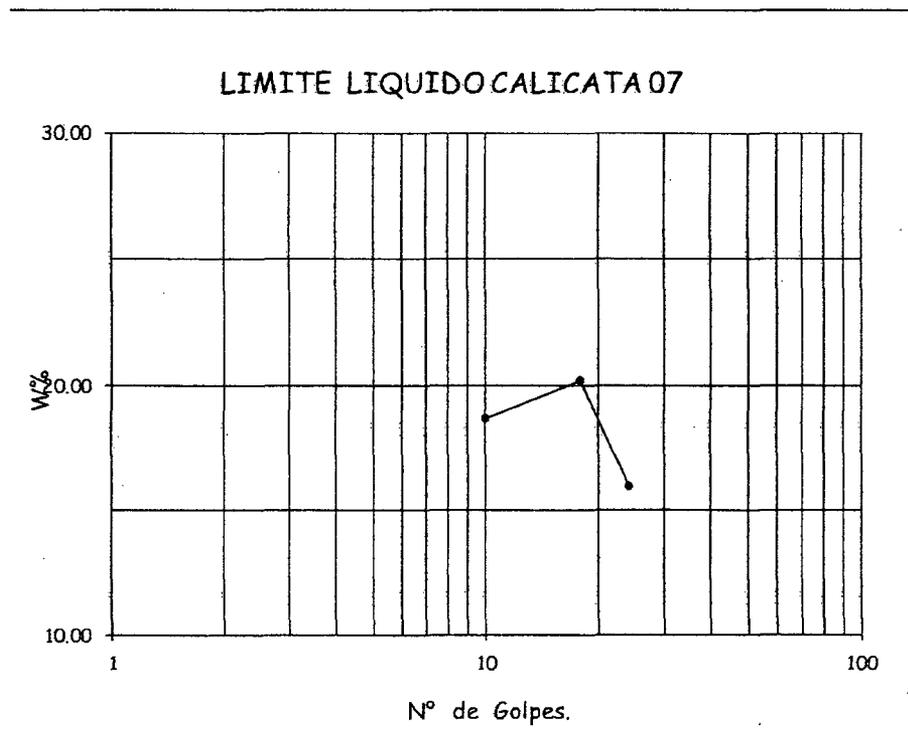


CALICATA 07	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	32.10	32.60	35.20		
Ptara + Whum.	48.60	48.70	46.80		
Ptara + Wseca.	46.00	46.00	45.20		
W humeda.	16.50	16.10	11.60		
Wseca.	13.90	13.40	10.00		
W%	18.71	20.15	16.00		
N° de Golpes.	10	18	24		
L.L. i	16.74	19.36	15.92		

L.L. =	17.34
L.P. =	N.P.
I.P. =	N.P.

N° de Golpes	W%
10	18.71
18	20.15
24	16.00





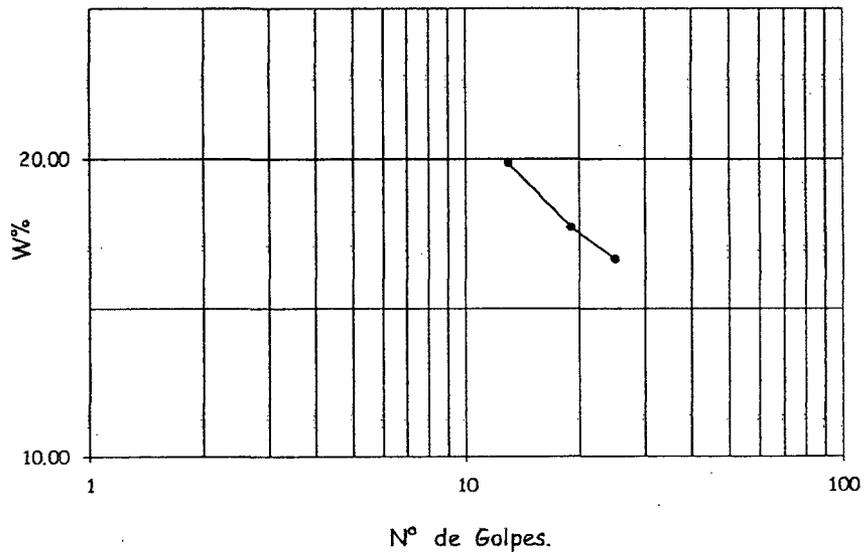
CALICATA 08	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	31.30	34.00	33.90		
P tara + Whum.	48.20	49.30	48.60		
P tara + Wseca.	45.40	47.00	46.50		
W humeda.	16.90	15.30	14.70		
W seca.	14.10	13.00	12.60		
W%	19.86	17.69	16.67		
Nº de Golpes.	13	19	25		
L.L. i	18.35	17.11	16.67		

L.L. =	17.38
L.P. =	N.P.
I.P. =	N.P.

Nº de Golpes	W%
13	19.86
19	17.69
25	16.67

LIMITE LIQUIDO CALICATA 08 - E1





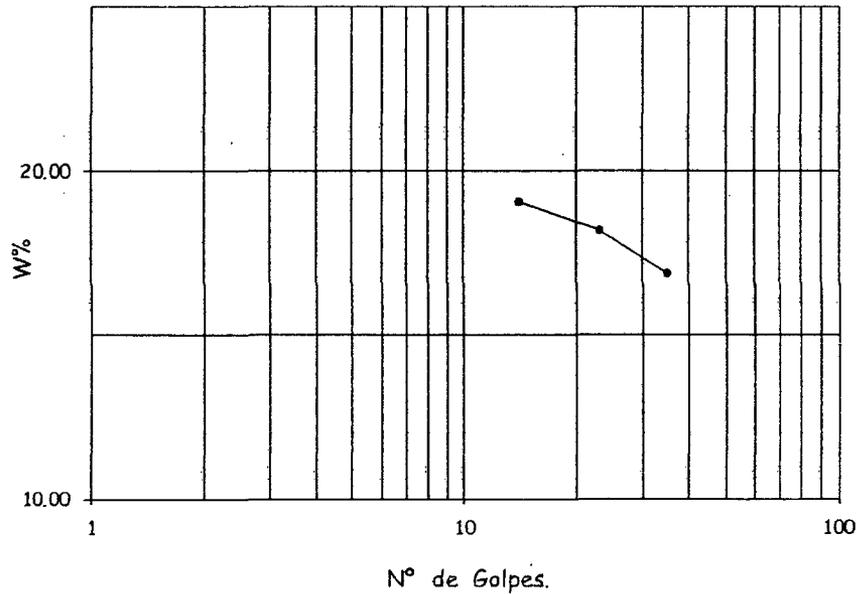
CALICATA 08	Estrato 02
-------------	------------

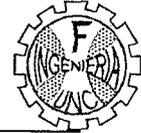
DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	30.70	35.00	33.30		
Ptara + Whum.	46.30	50.60	48.50		
Ptara + Wseca.	43.80	48.20	46.30		
Whumeda.	15.60	15.60	15.20		
Wseca.	13.10	13.20	13.00		
W%	19.08	18.18	16.92		
Nº de Golpes.	14	23	35		
L.L. i	17.79	18.00	17.63		

L.L. =	17.81
L.P. =	N.P.
I. P. =	N.P.

Nº de Golpes	W%
14	19.08
23	18.18
35	16.92

LIMITE LIQUIDO CALICATA 08 - E2



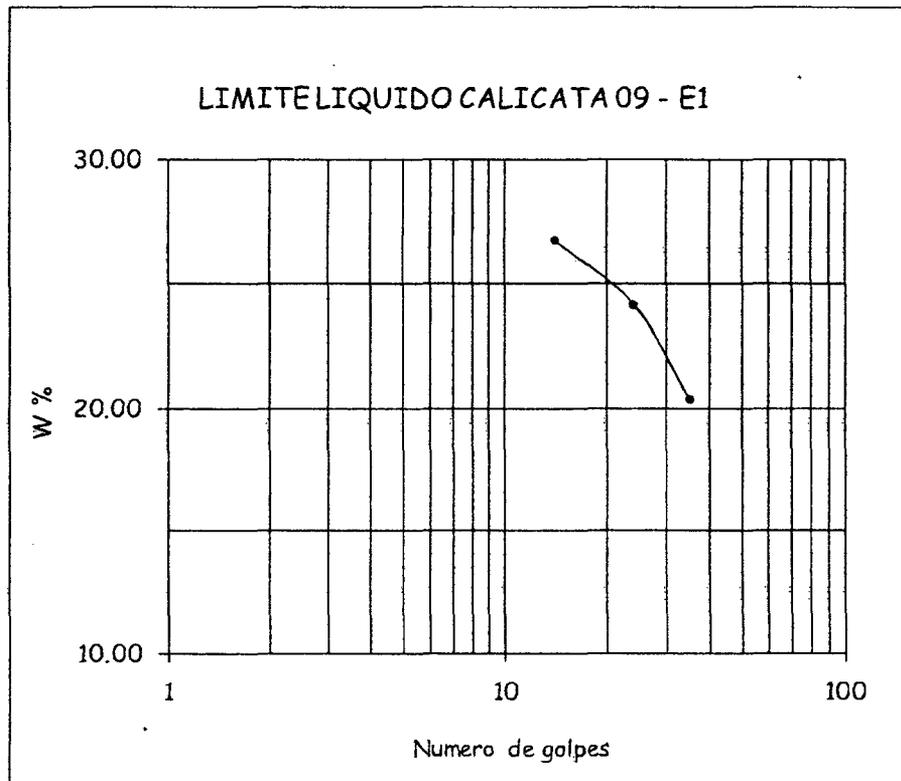


CALICATA 09	Estrab 01
-------------	-----------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	32.40	32.20	34.20	34.20	30.70
Ptara + Whum.	43.30	46.60	48.40	39.10	35.00
Ptara + Wseca.	41.00	43.80	46.00	38.40	34.40
W humeda.	10.90	14.40	14.20	4.90	4.30
Wseca.	8.60	11.60	11.80	4.20	3.70
W%	26.74	24.14	20.34	16.67	16.22
N° de Golpes.	14	24	35		
L.L. i	24.93	24.02	21.18		

L.L. =	23.38
L.P. =	16.44
I. P. =	6.94

N° de Golpes	W%
14	26.74
24	24.14
35	20.34



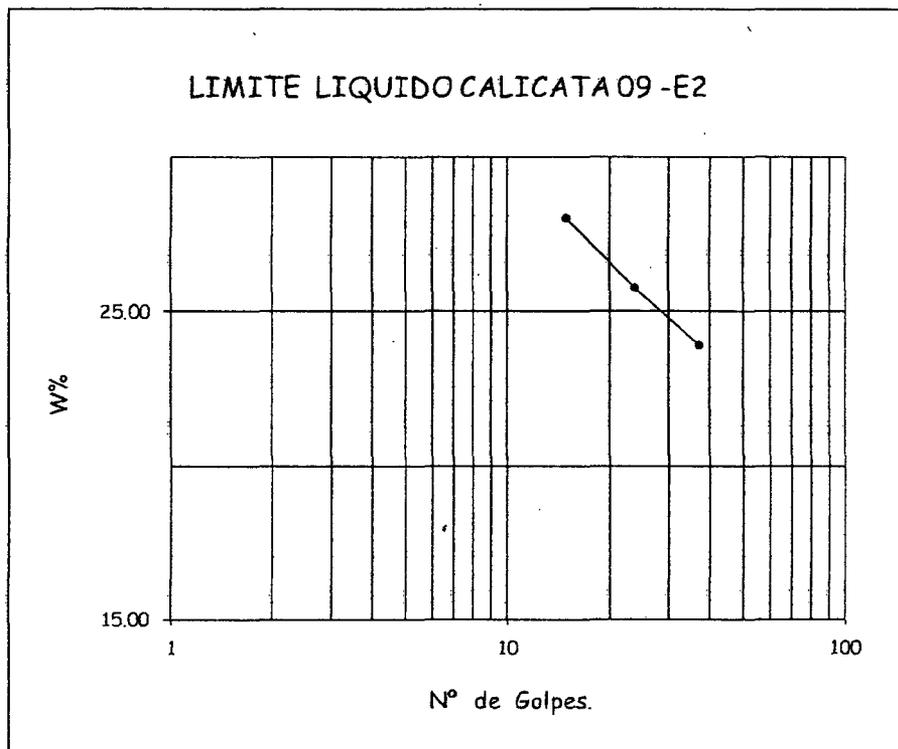


CALICATA 09	Estrato 02
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	32.60	31.20	33.20	34.00	33.90
Ptara + Whum.	45.40	43.40	44.60	38.20	38.50
Ptara + Wseca.	42.60	40.90	42.40	37.60	37.90
Whumeda.	12.80	12.20	11.40	4.20	4.60
Wseca.	10.00	9.70	9.20	3.60	4.00
W%	28.00	25.77	23.91	16.67	15.00
Nº de Golpes.	15	24	37		
LL. i	26.32	25.65	25.07		

L.L. =	25.88
L.P. =	15.83
I. P. =	9.85

Nº de Golpes	W%
15	28.00
24	25.77
37	23.91





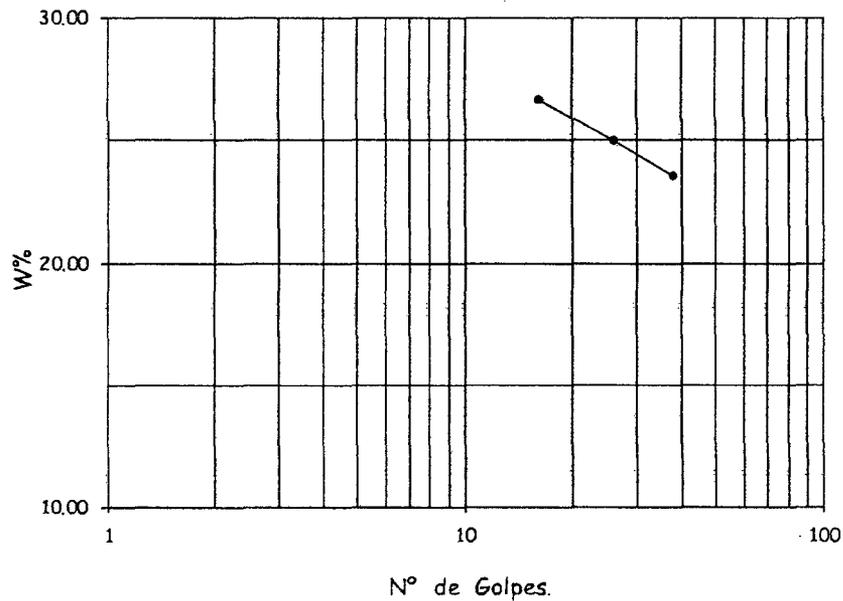
CALICATA 10	Estrato 01
-------------	------------

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	M - 1	M - 2	M - 3	M - 1	M - 2
P tara	32.10	35.00	34.90	35.20	34.10
Ptara + Whum.	45.40	49.00	47.50	39.40	38.40
Ptara + Wseca.	42.60	46.20	45.10	38.80	37.80
W humeda.	13.30	14.00	12.60	4.20	4.30
W seca.	10.50	11.20	10.20	3.60	3.70
W%	26.67	25.00	23.53	16.67	16.22
Nº de Golpes.	16	26	38		
L.L. i	25.26	25.12	24.75		

L.L. =	25.05
L.P. =	16.44
I. P. =	8.60

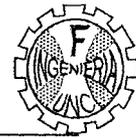
Nº de Golpes	W%
16	26.67
26	25.00
38	23.53

LIMITE LIQUIDO CALICATA 10



4.4.3.5 ENSAYO DE COMPACTACIÓN

4.4.3.5.1 METODO PROCTOR MODIFICADO



MUESTRA:		Calicata 1, Estrato 2							
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)									
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD									
Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)	3490.00	3602.00	3621.00	3532.00				
Peso del Molde	(gr)	1786.00	1786.00	1786.00	1786.00				
Peso del suelo húmedo	(gr)	1704.00	1816.00	1835.00	1746.00				
Volumen del molde	(cm ³)	929.37	929.37	929.37	929.37				
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	1.83	1.95	1.97	1.88				
Contenido de Humedad promedio	(%)	18.77	19.06	20.34	21.26				
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.54	1.64	1.64	1.55				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
Muestra N°		1		2		3		4	
Recipiente N°		1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)	133.16	128.47	130.57	128.91	128.98	125.37	128.23	127.02
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)	118.40	114.74	116.21	114.02	113.55	110.60	111.57	111.51
Peso del agua	(gr)	14.76	13.73	14.36	14.89	15.43	14.77	16.66	15.51
Peso del recipiente	(gr)	39.78	38.90	40.86	38.21	37.69	39.39	33.22	38.92
Peso del suelo seco	(gr)	78.62	75.84	75.35	75.81	75.86	71.21	78.35	72.59
Contenido de humedad	(%)	18.77	18.10	19.06	19.64	20.34	20.74	21.26	21.37
Contenido de humedad promedio	(%)	18.44		19.35		20.54		21.32	
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD									
<p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 1.520 to 1.680) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 18.00 to 21.50). A parabolic curve is drawn through five data points. A vertical dashed line marks the peak of the curve at 19.90% moisture content, corresponding to a maximum dry density of 1.660 gr/cm³.</p>									
RESULTADOS DE ENSAYO									
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :		1.660			ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)			19.90	



MUESTRA:	Calicata 2, Estrato 1
----------	-----------------------

PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)

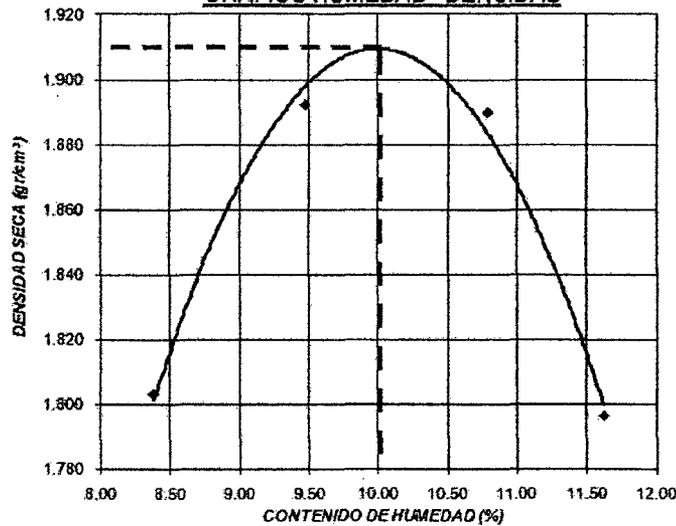
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Peso del suelo húmedo+Molde (gr)		3600.00	3705.00	3735.00	3650.00
Peso del Molde (gr)		1786.00	1786.00	1786.00	1786.00
Peso del suelo húmedo (gr)		1814.00	1919.00	1949.00	1864.00
Volumen del molde (cm ³)		929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad Húmeda (gr/cm ³)		1.95	2.06	2.10	2.01
Contenido de Humedad promedio (%)		8.24	9.11	10.95	11.65
Densidad Seca (gr/cm ³)		1.80	1.89	1.89	1.80

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°		1		2		3		4	
Recipiente N°		1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)		149.28	145.36	143.17	146.92	153.48	157.23	144.52	155.19
Peso del recipiente + suelo seco (gr)		140.95	136.90	133.99	137.15	142.37	146.06	133.69	142.39
Peso del agua (gr)		8.33	8.46	9.18	9.77	11.11	11.17	10.83	12.80
Peso del recipiente (gr)		39.81	37.75	33.26	37.84	40.92	40.91	40.72	32.02
Peso del suelo seco (gr)		101.14	99.15	100.73	99.31	101.45	105.15	92.97	110.37
Contenido de humedad (%)		8.24	8.53	9.11	9.84	10.95	10.62	11.65	11.60
Contenido de humedad promedio (%)		8.38		9.48		10.79		11.62	

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADOS DE ENSAYO

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.910	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)	10.00
--	-------	------------------------------	-------



MUESTRA:	Calicata 3, Estrato 1									
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)										
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD										
Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)	3620.00	3673.00	3694.00	3670.00					
Peso del Molde	(gr)	1786.00	1786.00	1786.00	1786.00					
Peso del suelo húmedo	(gr)	1834.00	1887.00	1908.00	1884.00					
Volumen del molde	(cm ³)	929.37	929.37	929.37	929.37					
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	1.97	2.03	2.05	2.03					
Contenido de Humedad promedio	(%)	10.81	11.58	12.70	13.81					
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.78	1.82	1.82	1.78					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Muestra N°		1		2		3		4		
Recipiente N°		1	2	1	2	3	3	4	4	
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)	123.48	127.05	125.09	132.85	124.37	122.61	104.70	115.32	
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)	115.42	118.65	115.43	123.47	114.84	113.34	94.35	104.21	
Peso del agua	(gr)	8.06	8.40	9.66	9.38	9.53	9.27	10.35	11.11	
Peso del recipiente	(gr)	40.89	40.86	31.98	40.66	39.80	39.30	19.38	19.66	
Peso del suelo seco	(gr)	74.53	77.79	83.45	82.81	75.04	74.04	74.97	84.55	
Contenido de humedad	(%)	10.81	10.80	11.58	11.33	12.70	12.52	13.81	13.14	
Contenido de humedad promedio	(%)	10.81		11.45		12.61		13.47		
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD										
<p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 1.770 to 1.840) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 10.00 to 14.00). A parabolic curve is drawn through the data points, with a dashed vertical line indicating the maximum dry density at 12.10% moisture content.</p>										
RESULTADOS DE ENSAYO										
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :		1.830		ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)		12.10				



MUESTRA:	Calicata 4, Estrato 1
----------	-----------------------

PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)

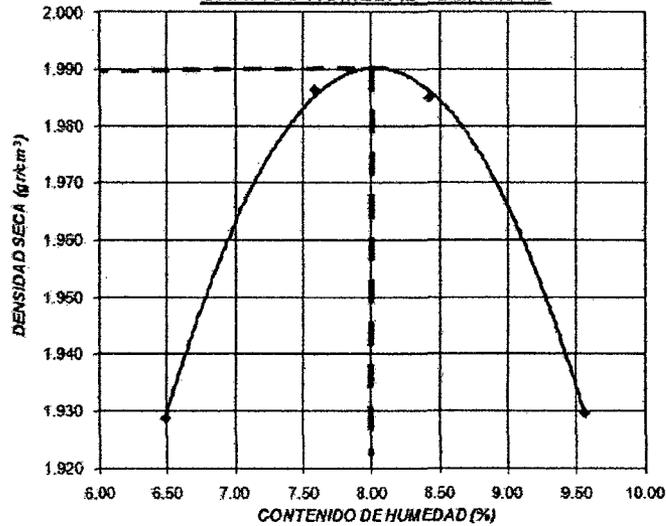
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)	3690.00	3765.00	3792.00	3760.00
Peso del Molde	(gr)	1786.00	1786.00	1786.00	1786.00
Peso del suelo húmedo	(gr)	1904.00	1979.00	2006.00	1974.00
Volumen del molde	(cm ³)	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	2.05	2.13	2.16	2.12
Contenido de Humedad promedio	(%)	6.22	7.20	8.74	10.07
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.93	1.99	1.99	1.93

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°		1		2		3		4	
Recipiente N°		1	2	1	2	3	3	4	4
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)	128.41	125.91	142.43	140.38	139.24	142.04	134.90	132.48
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)	122.21	119.36	135.54	132.88	131.32	133.78	126.12	124.75
Peso del agua	(gr)	6.20	6.55	6.89	7.50	7.92	8.26	8.78	7.73
Peso del recipiente	(gr)	22.46	22.50	39.78	38.90	40.66	31.98	38.92	39.39
Peso del suelo seco	(gr)	99.75	96.86	95.76	93.98	90.66	101.80	87.20	85.36
Contenido de humedad	(%)	6.22	6.76	7.20	7.98	8.74	8.11	10.07	9.06
Contenido de humedad promedio	(%)	6.49		7.59		8.42		9.56	

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADOS DE ENSAYO

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.990	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)	8.00
--	-------	------------------------------	------



MUESTRA:	Calicata 5, Estrato I									
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)										
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD										
Peso del suelo húmedo-Molde	(gr)		3705.00	3762.00	3780.00	3760.00				
Peso del Molde	(gr)		1786.00	1786.00	1786.00	1786.00				
Peso del suelo húmedo	(gr)		1919.00	1976.00	1994.00	1974.00				
Volumen del molde	(cm ³)		929.37	929.37	929.37	929.37				
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)		2.06	2.13	2.15	2.12				
Contenido de Humedad promedio	(%)		9.25	10.14	11.20	12.27				
Densidad Seca	(gr/cm ³)		1.89	1.93	1.93	1.89				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Muestra N°			1		2		3		4	
Recipiente N°			1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)		119.99	121.50	132.47	127.27	142.94	145.19	132.03	130.09
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)		111.73	113.12	123.89	117.56	132.53	134.62	121.23	118.52
Peso del agua	(gr)		8.26	8.38	8.58	9.71	10.39	10.57	10.80	11.57
Peso del recipiente	(gr)		22.48	22.55	39.30	22.50	39.80	39.78	33.22	22.45
Peso del suelo seco	(gr)		89.25	90.57	84.59	95.06	92.75	94.84	88.01	96.09
Contenido de humedad	(%)		9.25	9.25	10.14	10.21	11.20	11.15	12.27	12.04
Contenido de humedad promedio	(%)		9.25		10.18		11.17		12.16	
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD										
<p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 1.885 to 1.940) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 9.00 to 12.50). A parabolic curve is drawn through the data points, with a vertical dashed line indicating the maximum dry density at 10.70% moisture content.</p>										
RESULTADOS DE ENSAYO										
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :			1.935		ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)		10.70			



MUESTRA:	Calicata 6, Estrato 1
----------	-----------------------

PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)

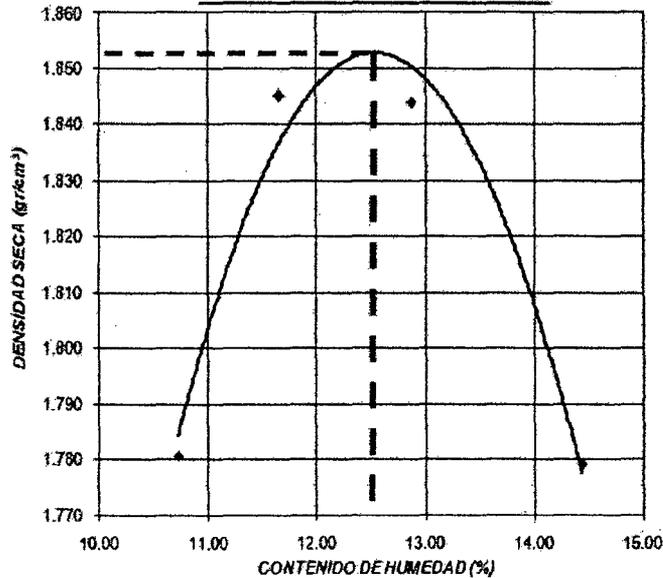
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)	3620.00	3693.00	3726.00	3680.00
Peso del Molde	(gr)	1786.00	1786.00	1786.00	1786.00
Peso del suelo húmedo	(gr)	1834.00	1912.00	1940.00	1894.00
Volumen del molde	(cm ³)	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	1.97	2.06	2.09	2.04
Contenido de Humedad promedio	(%)	10.82	11.49	13.21	14.55
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.78	1.85	1.84	1.78

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°		1	2	3	4				
Recipiente N°		1	2	3	4				
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)	167.52	168.81	171.75	162.60	188.65	171.11	192.09	175.20
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)	153.69	154.87	156.27	147.61	169.64	154.94	170.93	156.52
Peso del agua	(gr)	13.83	13.94	15.48	14.99	19.01	16.17	21.16	18.68
Peso del recipiente	(gr)	25.83	23.72	21.58	20.94	25.69	25.95	25.52	26.08
Peso del suelo seco	(gr)	127.86	131.15	134.69	126.67	143.95	128.99	145.41	130.44
Contenido de humedad	(%)	10.82	10.63	11.49	11.83	13.21	12.54	14.55	14.32
Contenido de humedad promedio	(%)	10.72		11.66		12.87		14.44	

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADOS DE ENSAYO

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.852	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)	12.70
--	-------	------------------------------	-------



MUESTRA:	Calicata 7, Estrato 1										
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)											
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD											
Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)		3520.00	3628.00	3640.00	3575.00					
Peso del Molde	(gr)		1786.00	1786.00	1786.00	1786.00					
Peso del suelo húmedo	(gr)		1734.00	1842.00	1854.00	1789.00					
Volumen del molde	(cm ³)		929.37	929.37	929.37	929.37					
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)		1.87	1.98	1.99	1.92					
Contenido de Humedad promedio	(%)		6.13	7.34	8.15	9.34					
Densidad Seca	(gr/cm ³)		1.76	1.85	1.84	1.76					
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD											
Muestra N°			1		2		3		4		
Recipiente N°			1	2	1	2	1	2	1	2	
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)		155.24	154.26	160.01	164.06	163.80	161.26	162.64	163.82	
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)		148.57	147.23	150.84	154.52	153.40	150.93	150.94	151.84	
Peso del agua	(gr)		6.67	7.03	9.17	9.74	10.40	10.33	11.70	11.98	
Peso del recipiente	(gr)		39.82	33.26	25.95	25.52	25.83	23.72	25.69	26.08	
Peso del suelo seco	(gr)		108.75	113.97	124.89	128.80	127.57	127.21	125.25	125.76	
Contenido de humedad	(%)		6.13	6.17	7.34	7.56	8.15	8.12	9.34	9.53	
Contenido de humedad promedio	(%)		6.15		7.45		8.14		9.43		
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD											
<p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 1.740 to 1.860) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 6.00 to 10.00). A parabolic curve is drawn through the data points, with a dashed vertical line indicating the maximum dry density at 7.80% moisture content and 1.850 gr/cm³.</p>											
RESULTADOS DE ENSAYO											
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :			1.850	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)						7.80	



MUESTRA:	Calicata 8, Estrato 1									
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)										
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD										
Peso del suelo húmedo+Molde	(gr)		3710.00	3729.00	3752.00	3756.00				
Peso del Molde	(gr)		1786.00	1786.00	1786.00	1786.00				
Peso del suelo húmedo	(gr)		1924.00	1943.00	1966.00	1970.00				
Volumen del molde	(cm ³)		929.37	929.37	929.37	929.37				
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)		2.07	2.09	2.12	2.12				
Contenido de Humedad promedio	(%)		9.68	10.21	11.47	12.32				
Densidad Seca	(gr/cm ³)		1.89	1.90	1.90	1.89				
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Muestra N°			1		2		3		4	
Recipiente N°			1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)		154.52	153.00	155.85	150.23	145.03	147.25	146.53	145.27
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)		144.26	143.53	145.18	140.12	134.11	135.89	134.66	133.56
Peso del agua	(gr)		10.26	9.47	10.67	10.11	10.92	11.36	11.87	11.71
Peso del recipiente	(gr)		38.25	39.87	40.72	40.91	38.94	39.00	38.29	39.35
Peso del suelo seco	(gr)		106.01	103.66	104.46	99.21	95.17	96.89	96.37	94.21
Contenido de humedad	(%)		9.68	9.14	10.21	10.19	11.47	11.72	12.32	12.43
Contenido de humedad promedio	(%)		9.41		10.20		11.60		12.37	
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD										
<p>The graph plots Dry Density (gr/cm³) on the y-axis (ranging from 1.886 to 1.902) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 9.00 to 13.00). A parabolic curve is drawn through four data points. A vertical dashed line marks the peak of the curve at 10.90% moisture content, where the dry density is 1.900 gr/cm³.</p>										
RESULTADOS DE ENSAYO										
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :			1.900	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)						10.90



MUESTRA:	Calicata 9, Estrato 2
----------	-----------------------

PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)

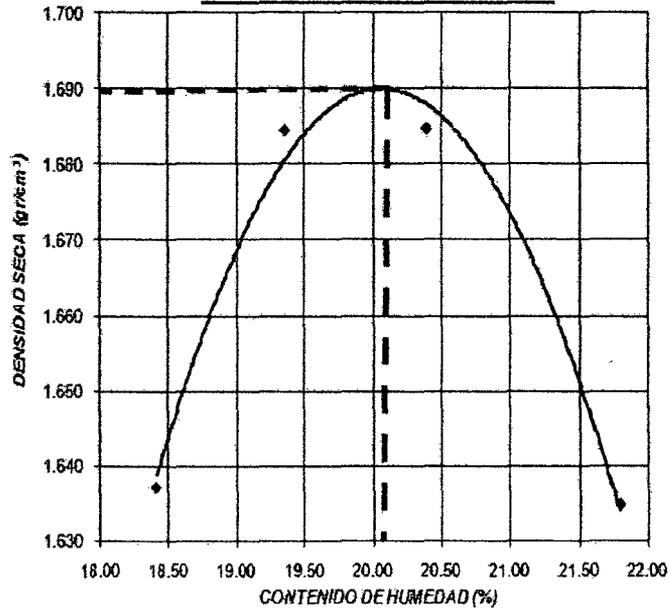
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Peso del suelo húmedo-Molde	(gr)	3592.00	3656.00	3672.00	3638.00
Peso del Molde	(gr)	1786.00	1786.00	1786.00	1786.00
Peso del suelo húmedo	(gr)	1806.00	1870.00	1886.00	1852.00
Volumen del molde	(cm ³)	929.37	929.37	929.37	929.37
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)	1.94	2.01	2.03	1.99
Contenido de Humedad promedio	(%)	18.69	19.44	20.46	21.91
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.64	1.68	1.68	1.63

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

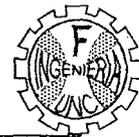
Muestra N°		1		2		3		4	
Recipiente N°		1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)	150.71	152.76	146.53	152.35	150.72	152.84	151.07	151.91
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)	131.03	133.23	126.54	131.94	129.55	131.37	128.47	129.41
Peso del agua	(gr)	19.68	19.53	19.99	20.41	21.19	21.47	22.60	22.50
Peso del recipiente	(gr)	25.76	25.52	23.72	26.08	25.95	25.83	25.30	25.69
Peso del suelo seco	(gr)	105.27	107.71	102.82	105.86	103.58	105.54	103.17	103.72
Contenido de humedad	(%)	18.69	18.13	19.44	19.28	20.46	20.34	21.91	21.69
Contenido de humedad promedio	(%)	18.41		19.36		20.40		21.80	

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADOS DE ENSAYO

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.690	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)	20.05
--	-------	------------------------------	-------

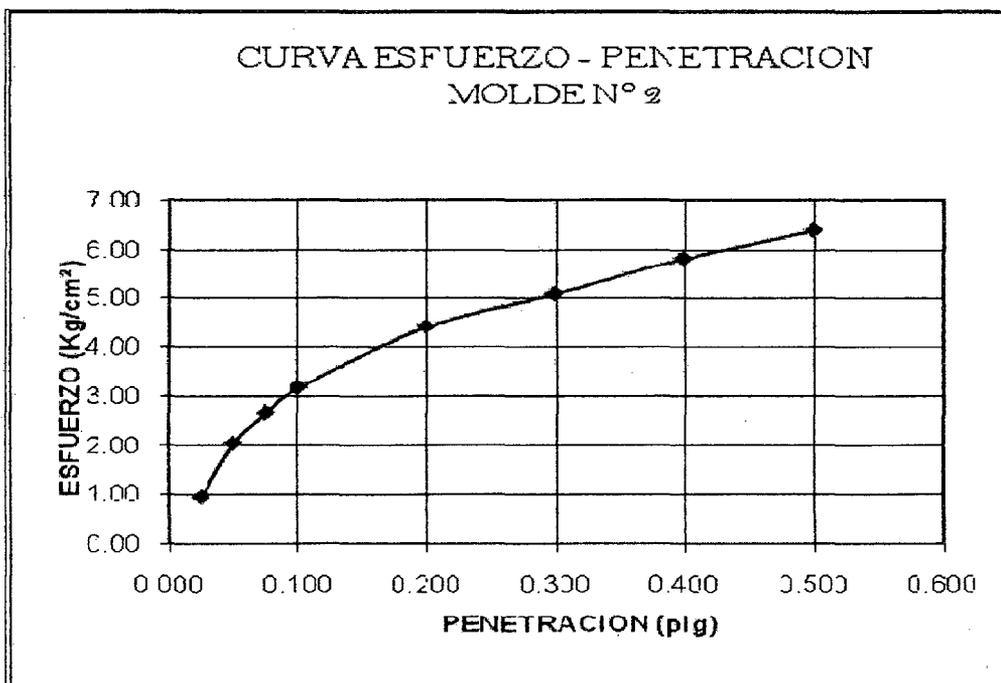
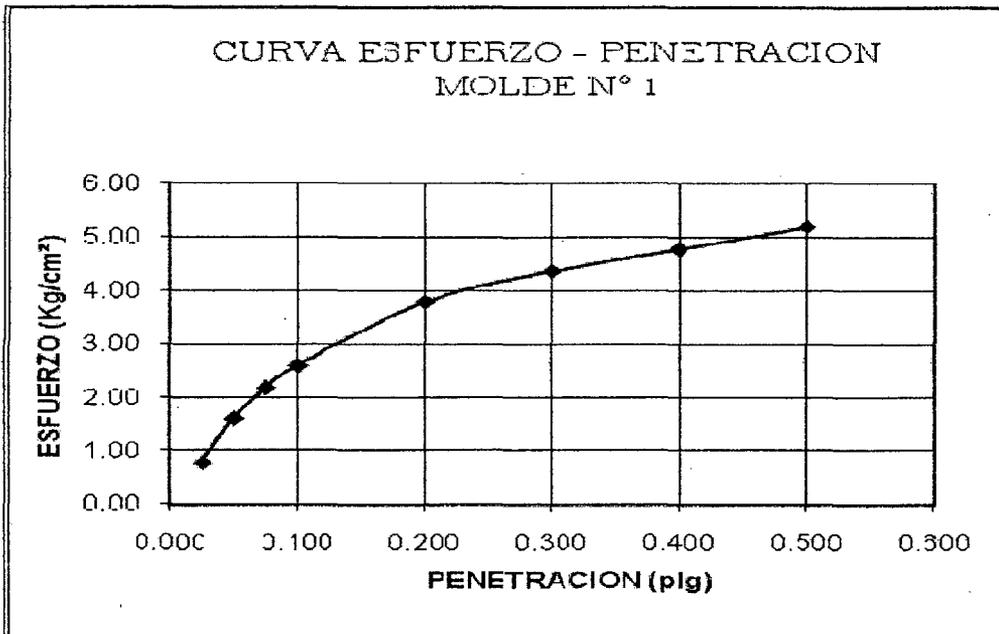


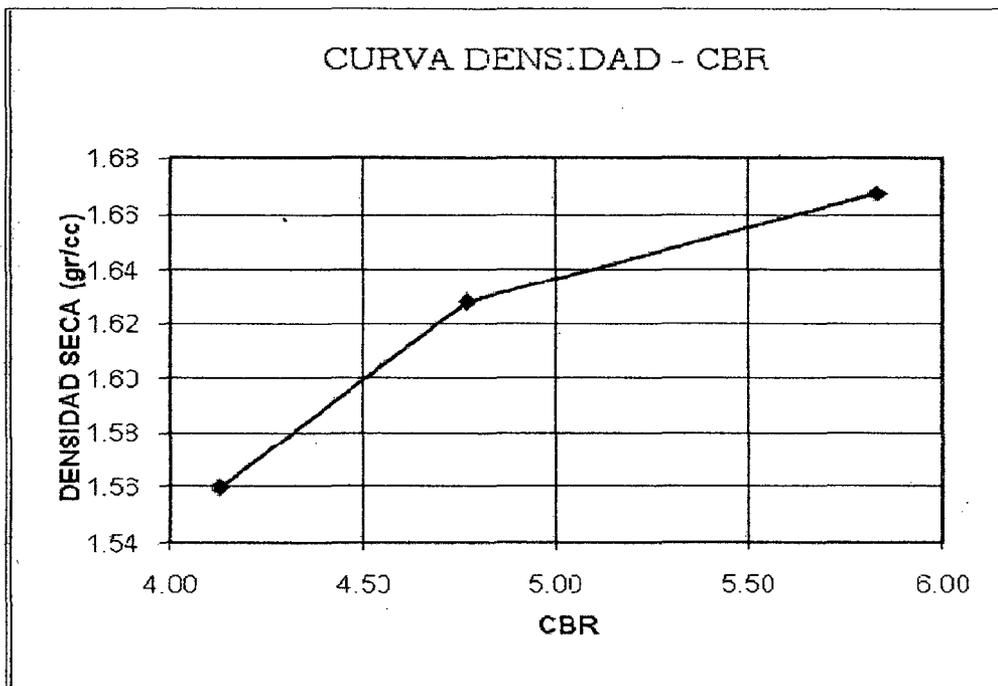
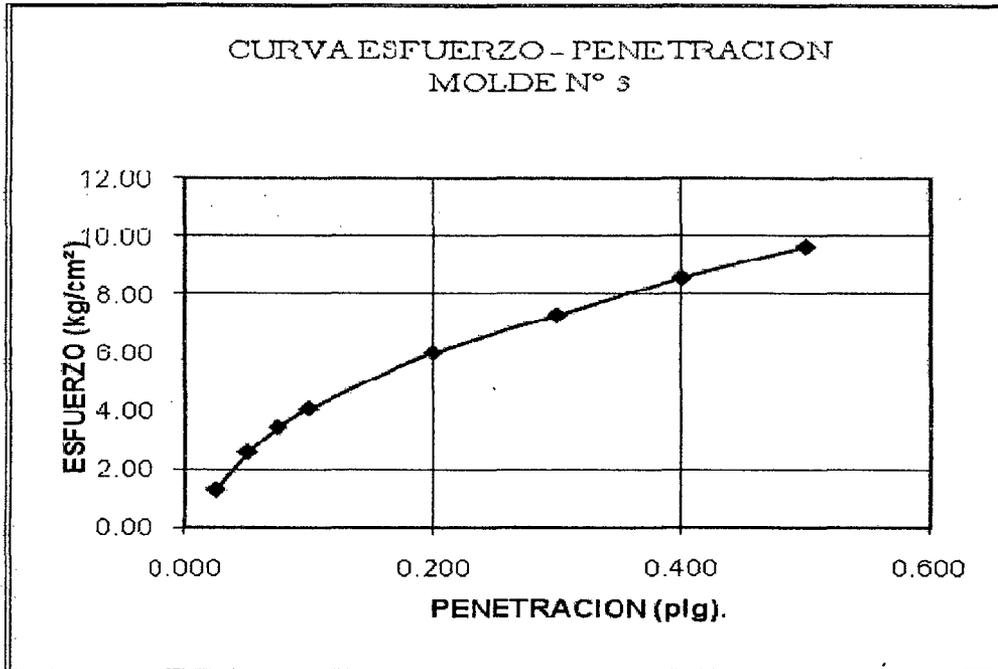
MUESTRA:	Calicata 10, Estrato 1									
PROCTOR MODIFICADO (N.T.P. 339.141, ASTM D-1557)										
<i>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD</i>										
Peso del suelo húmedo+móldes	(gr)		3710.00	3761.00	3777.00	3753.00				
Peso del Móldes	(gr)		1786.00	1786.00	1786.00	1786.00				
Peso del suelo húmedo	(gr)		1924.00	1975.00	1991.00	1969.00				
Volumen del móldes	(cm ³)		929.37	929.37	929.37	929.37				
Densidad Húmeda	(gr/cm ³)		2.07	2.13	2.14	2.12				
Contenido de Humedad promedio	(%)		10.93	11.72	12.72	13.55				
Densidad Seca	(gr/cm ³)		1.87	1.90	1.90	1.87				
<i>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</i>										
Muestra N°			1		2		3		4	
Recipiente N°			1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo húmedo	(gr)		155.60	159.95	161.60	153.11	170.37	169.67	161.30	140.87
Peso del recipiente + suelo seco	(gr)		144.04	148.34	148.74	141.07	156.18	155.11	146.81	127.60
Peso del agua	(gr)		11.56	11.61	12.86	12.04	14.69	14.56	14.49	13.27
Peso del recipiente	(gr)		38.25	40.91	39.00	38.99	40.72	39.43	39.87	32.02
Peso del suelo seco	(gr)		105.79	107.43	109.74	102.08	115.46	115.68	106.94	95.58
Contenido de humedad	(%)		10.93	10.81	11.72	11.79	12.72	12.59	13.55	13.88
Contenido de humedad promedio	(%)		10.87		11.76		12.65		13.72	
GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD										
<p>The graph plots Dry Density (DENSIDAD SECA) in gr/cm³ on the y-axis (ranging from 1.860 to 1.910) against Moisture Content (CONTENIDO DE HUMEDAD) in % on the x-axis (ranging from 10.50 to 14.00). A parabolic curve is drawn through the data points, with a dashed vertical line indicating the maximum dry density at 12.35% moisture content. The peak value is 1.905 gr/cm³.</p>										
RESULTADOS DE ENSAYO										
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :		1.905	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)				12.35			



4.4.3.5.2 CALIFORNIA BEARING RATIO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) N.T.P. 339.145 - ASTM D1883											
MUESTRA		Calicata 1. Estrato 2									
COMPACTACION CBR											
NUMERO MOLDE	1			2			3				
Altura Molde cm.	11.6			11.6			11.6				
N° Capas	5			5			5				
N°Golf x Capa	12			25			55				
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES		ANTES DE EMPAPAR		DESPUES		ANTES DE EMPAPAR		DESPUES
P. Húm. + Molde	11158.00		11746.08		12125.00		12337.26		12065.00		12224.91
Peso Molde (gr)	7212.00		7212.00		8002.00		8002.00		7848.00		7848.00
Peso Húmedo (gr)	3946.00		4534.08		4123.00		4335.26		4217.00		4376.91
Vol. Molde (cc)	2104.92		2104.92		2104.92		2104.92		2104.92		2104.92
Densidad Húmeda (gr/cc)	1.87		2.15		1.96		2.06		2.00		2.08
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C		
P. Húmedo + Tara	123.18	126.91	123.93	128.70	129.59	72.45	122.10	118.38	77.25		
Peso Seco + Tara	108.17	111.82	100.58	114.15	113.87	60.24	107.87	105.56	64.70		
Peso Agua (gr)	15.01	15.09	23.35	14.55	15.72	12.21	14.23	12.82	12.55		
Peso Tara (gr)	33.22	37.69	39.30	40.86	38.21	14.18	39.39	39.78	13.87		
P. Muestra Seca	74.95	74.13	61.28	73.29	75.66	46.06	68.48	65.78	50.83		
Cont. Humedad	20.03%	20.36%	38.10%	19.85%	20.78%	26.51%	20.78%	19.49%	24.69%		
Cont. Hum. Prom.		20.19%	38.10%		20.31%	26.51%		20.13%	24.69%		
DENSIDAD SECA		1.56	1.56		1.63	1.63		1.67	1.67		
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			
ACUMULADO		LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO	LECTURA		HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	
0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	
24	1	2.8600	0.7264	0.6262	2.73	0.6934	0.5978	1.65	0.4191	0.3613	
48	2	2.9800	0.7569	0.6525	2.75	0.6985	0.6022	2.08	0.5283	0.4554	
72	3	3.0500	0.7747	0.6678	2.79	0.7087	0.6109	2.47	0.6274	0.5408	
96	4	3.1100	0.7899	0.6810	2.81	0.7137	0.6153	2.61	0.6629	0.5715	
ENSAYO CARGA - PENETRACION											
PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO		
0.64	0.025	15	0.78	18	0.93	25	1.29				
1.27	0.050	31	1.61	39	2.02	50	2.58				
1.91	0.075	42	2.18	51	2.65	66	3.44				
2.54	0.100	50	2.60	61	3.17	79	4.08				
5.08	0.200	73	3.79	85	4.41	116	6.01				
7.62	0.300	84	4.36	98	5.09	141	7.30				
10.16	0.400	92	4.77	112	5.81	166	8.59				
12.70	0.500	100	5.19	123	6.38	186	9.66				







PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)		DENS	0.1	0.2	CBR	CBR	
MOLDE 1	2.90	4.00		MOLDE 1	1.56	4.12	3.79	4.12	95% 100%
MOLDE 2	3.35	4.51		MOLDE 2	1.63	4.76	4.28	4.76	4.40% 5.60%
MOLDE 3	4.00	6.15		MOLDE 3	1.67	5.69	5.83	5.83	
(*) Valores Corregidos									
				MDS (100)	1.66	MDS (95%) =	1.58		



4.4.4 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

Según el trabajo de geología realizado en campo durante la excavación y recolección de muestras de cada estrato de las calicatas, se definirá la descripción del subsuelo dentro de la profundidad prospectada.

De los resultados obtenidos en la investigación que se observó en el campo (excavaciones de las calicatas), se define la siguiente descripción de los perfiles, dentro de la profundidad prospectada.

Podemos afirmar que el subsuelo de la zona en estudio está formado por granos finos y gruesos. Según los perfiles el subsuelo presenta 2 estratos en promedio siendo estos variables.

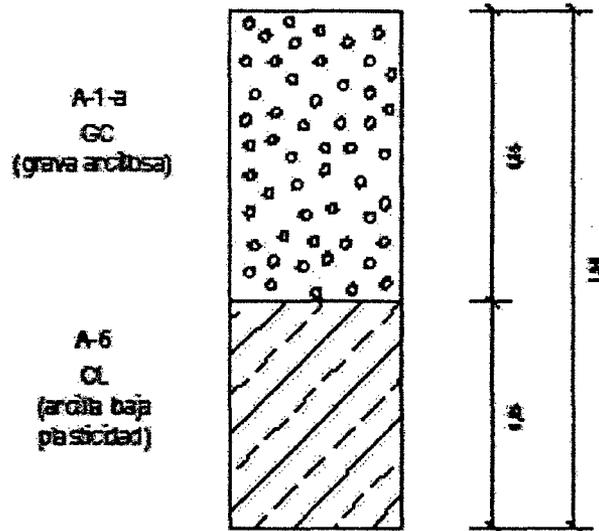
La variación de los estratos se debe a que los suelos pertenecen al grupo azonal producto de depósitos conformados por arenas, limos, arcillas, gravas y piedras de tamaño y naturaleza variable con diferentes potencias, transportadas desde hace mucho. Los estratos presentan potencias variables entre 0.20m. y 1.20 m.

Los suelos son mayormente de plasticidad media, hallándose suelos de nula, baja y alta plasticidad. Los colores que presentan son desde un marrón oscuro, marrón amarillento y amarillento.

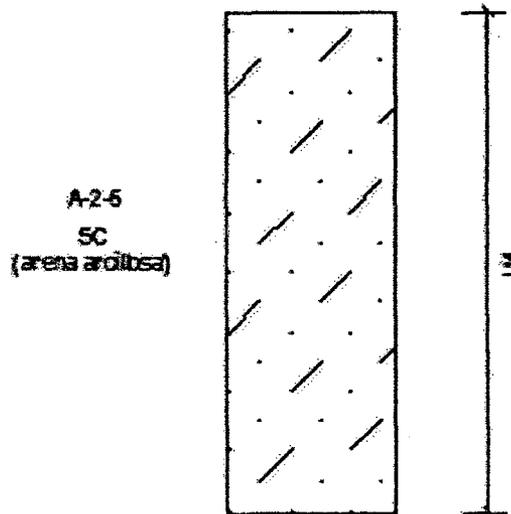
Se hace notar que el nivel freático puede influir en la capacidad del suelo, sin embargo para el presente caso no representa problema debido a que no se ha encontrado dentro de la profundidad prospectada en cada una de las calicatas.



4.4.5 GRAFICOS



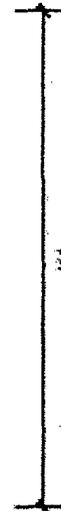
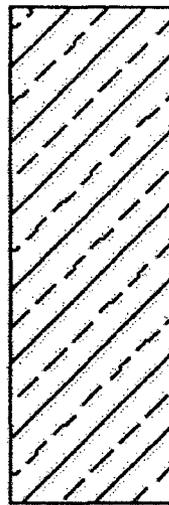
Calicata 1



Calcatas
2, 3, 4, 5, 7 y 10



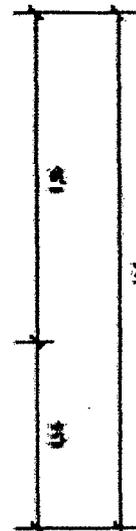
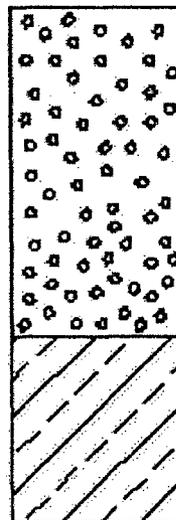
A-6
CL
(arcilla baja
plasticidad)



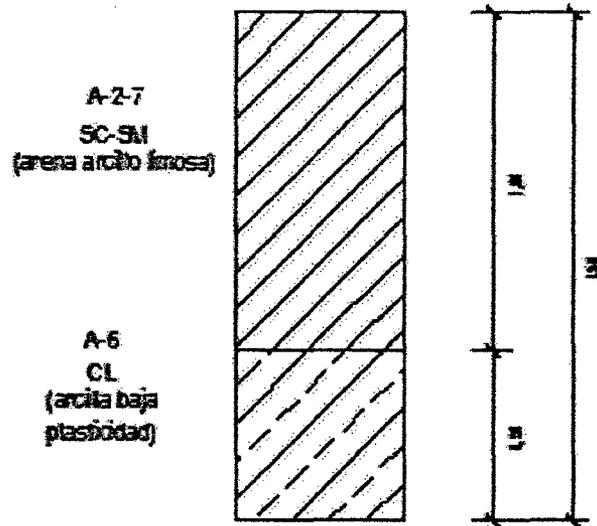
Calicata 6

A-1-a
GC
(grava arcillosa)

A-6
CL
(arcilla baja
plasticidad)



Calicata 8



Cáscara 9

4.4.6 ESTUDIO DE MATERIALES: Canteras

La cantera elegida para el presente estudio es la del Río Mashcón, por estar constituida por agregados que cumplen con las especificaciones señaladas para el estudio de materiales: canteras.

A continuación presentamos los datos tomados de la Tesis Titulada: Estudio Geotécnico de la cantera del "Río Mashcón". Presentada por: Pablo Díaz Cachay.



DATOS DE CANTERA

ENSAYOS	CANTERA RIO MASHCON
Contenido de Humedad	5.25
Peso Específico	2.65
Límites de Consistencia	
Límite Líquido (%)	15.76
Límite Plástico (%)	NP
Índice de Plasticidad (%)	NP
Granulometría:	
Tamaño Máximo	2"
% Que pasa N° 4	47.42
% Que pasa N° 10	40.09
% Que pasa N° 40	19.21
% Que pasa N° 200	2.13
D60	10.00
D30	0.70
D10	0.20
Cu	50.0
Cc	0.25
Clasificación	
AASHO	A - 2 - 4
SUCS	GP
Compactación:	
Humedad Óptima (%)	5.50
Densidad seca (%)	2.19
CBR	63.00
Abrasión	28.44

Fuente: "Estudio Geotécnico de la Cantera Río Mashcón".

Autor : Pablo Cachay Díaz.

4.5 DISEÑO DEL PAVIMENTO

4.5.1 CALCULO DEL INDICE DE TRAFICO

La zona en estudio se encuentra dentro del área de expansión urbana de la ciudad de Cajamarca, por lo tanto se considera que el tránsito es del tipo ligero a medio, con una densidad vehicular baja.

Se ha observado que en algunas vías del área en estudio el tráfico es relativamente nulo y en otras muy escaso, debido al poco dinamis-



mo de la zona y al grado de dificultad para acceder a las vías, principalmente por el mal estado de las mismas, por este motivo se ha realizado un conteo directo de vehículos.

Además de esto, se han tomado en cuenta los siguientes factores:

- Accesibilidad a la zona, se considera como vía troncal a la Av. Héroes del Cenepa. Desde aquí se puede ingresar utilizando la Av. San Martín de Porres, Av. La Paz y Av. Nuevo Cajamarca como rutas de acceso del centro de la ciudad a la zona del proyecto.
- Dimensiones de las calles ya definidas, sobre esta base se proyecta las dimensiones de los vehículos que circularán por las vías.
- Ordenanza Municipal del Plan Regulador de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, en el cual estipula el tipo de vehículos, que pueden transitar por estos lugares.
- Zona Urbana de baja densidad poblacional, de uso únicamente residencial de escaso uso comercial y muy poco uso industrial.
- Población económicamente activa, en su mayoría independientes en un 42.20% (ver cuadro 1.8).
- Planes futuros de la Municipalidad Provincial de Cajamarca para desviar el tráfico hacia esta zona, salir a la futura Av. Industrial.

Por lo mencionado anteriormente se está considerado, para el diseño del pavimento, a un vehículo C3. Las características de este vehículo se muestran en la tabla 2.5 Pesos y Medidas Máximas Permitidas del Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por DS N° 058-2003-MTC.

Para calcular el volumen de tránsito que circulará por el servicio proyectado, es necesario determinar el número de vehículos que circulan actualmente por las vías en estudio. Para esto se ha utilizado



la metodología del conteo directo que se describe en el capítulo II, ítem 2.4.3.5

Las estaciones de conteo se ubicaron en los siguientes puntos:

- Estación 1: entre la Av. San Martín y el Jr. Yurimaguas
- Estación 2: entre la Av. La Paz y el Jr. Yurimaguas
- Estación 3: entre la Av. Nueva Cajamarca y la Av. Héroes del Cenepa.

Los conteos se realizaron en horas punta según el siguiente detalle:

- Entre las 7.00 a 8.00 horas.
- Entre las 12.30 a 13.30 horas.
- Entre las 18.00 a 19.00 horas.

Cada periodo de conteo de 1 hora, fue fraccionado en sub periodos de 15 minutos cada uno, con el objetivo de determinar el grado de homogeneidad del tráfico mediante el valor del factor de hora punta.

Se estableció el coeficiente K como el porcentaje del Índice Medio Diario Anual de tráfico que se espera en la hora punta, y se le asignó un valor de $K = 0.15$ ($0.10 \leq K \leq 0.15$).

Luego de esto se procedió a realizar el conteo y cálculo del volumen de tráfico, el mismo que se muestra en los siguientes cuadros:



ESTUDIO DE TRAFICO
FORMATO PARA REGISTRO DE INFORMACIÓN

ESTACIÓN: ENTRE AV. SAN MARTIN Y JR. YURIMAGUAS
FECHA: 10/05/2013
HORA: 7.00 AM - 8.00 AM

TIPO DE VEHICULO	7.00 - 7.15 AM	7.15 - 7.30 AM	7.30 - 7.45 AM	7.45 - 8.00 AM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1		1	1
			1	1
				1
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	2	1	3	4
C-2	1		1	1
SUB-TOTAL C2	1	0	1	1
C-3	1			1
SUB-TOTAL C3	1	0	0	1
T3-S2			1	
SUB-TOTAL T3-S2	0	0	1	0

ESTACIÓN: ENTRE AV. LA PAZ Y JR. YURIMAGUAS
FECHA: 10/05/2013
HORA: 7.00 AM - 8.00 AM

TIPO DE VEHICULO	7.00 - 7.15 AM	7.15 - 7.30 AM	7.30 - 7.45 AM	7.45 - 8.00 AM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1	1	1	1
			1	
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	2	2	3	2
C-2		1	1	
SUB-TOTAL C2	0	1	1	0
C-3			1	
SUB-TOTAL C3	0	0	1	0
T3-S2				
SUB-TOTAL T3-S2	0	0	0	0



ESTACIÓN: ENTRE AV. NUEVA CAJAMARCA Y AV. HEROES DEL CENEPA
FECHA: 10/05/2013
HORA: 7.00 AM - 8.00 AM

TIPO DE VEHICULO	7.00 - 7.15 AM	7.15 - 7.30 AM	7.30 - 7.45 AM	7.45 - 8.00 AM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
			1	1
			1	1
				1
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	1	1	3	4
C-2		1	1	1
SUB-TOTAL C-2	0	1	1	1
C-3		1		
SUB-TOTAL C-3	0	1	0	0
T3-S2				1
SUB-TOTAL T3-S2	0	0	0	1

CALCULO DEL VOLUMEN HORARIO Y FACTOR HORA PUNTA - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	7.00 - 7.15 AM	7.15 - 7.30 AM	7.30 - 7.45 AM	7.45 - 8.00 AM	VOLUMEN HORARIO	VOLUMEN MAXIMO DENTRO DEL INTERVALO DE TIEMPO	FACTOR HORA PUNTA	OBSERVACIONES
AUTOS Y CAMIONETAS	5	4	9	10	28	10	0.70	TRAFICO NO HOMOGENEO
C2	1	2	3	2	8	3	0.67	TRAFICO NO HOMOGENEO
T2-S2	0	0	1	1	2	1	0.50	TRAFICO NO HOMOGENEO

CALCULO DE LA INTENSIDAD HORARIA Y DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	7.00 - 7.15 AM	7.15 - 7.30 AM	7.30 - 7.45 AM	7.45 - 8.00 AM	INTENSIDAD HORARIA PROMEDIO	K (FACTOR DE LA HORA DEL PROYECTO)	IDMA
AUTOS Y CAMIONETAS	20	16	36	40	28	0.15	187
C2	4	8	12	8	8	0.15	53
T2-S2	0	0	4	4	2	0.15	13

K = % DEL IDMA QUE SE ESPERA EN LA HORA PUNTA. VALOR ENTRE 0.10 y 0.15



ESTUDIO DE TRAFICO
FORMATO PARA REGISTRO DE INFORMACIÓN

ESTACIÓN: ENTRE AV. SAN MARTIN Y JR. YURIMAGUAS
FECHA: 10/05/2013
HORA: 12.30 PM - 1.30 PM

TIPO DE VEHICULO	12.30 - 12.45 PM	12.45 - 1.00 PM	1.00 - 1.15 PM	1.15 - 1.30 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1		1
		1		1
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	3	4	2	3
C-2	1		1	1
SUB-TOTAL C2	1	0	1	2
C-3		1		
SUB-TOTAL C3	0	1	0	0
T3-S-2	1			
SUB-TOTAL T3-S-2	1	0	0	0

ESTACIÓN: ENTRE AV. LA PAZ Y JR. YURIMAGUAS
FECHA: 10/05/2013
HORA: 12.30 PM - 1.30 PM

TIPO DE VEHICULO	12.30 - 12.45 PM	12.45 - 1.00 PM	1.00 - 1.15 PM	1.15 - 1.30 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1		1	
	1		1	
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	3	1	3	1
C-2	1		1	
SUB-TOTAL C2	1	0	1	0
C-3	1	1		
SUB-TOTAL C3	1	1	0	0
T3-S-2				
SUB-TOTAL T3-S-2	0	0	0	0



ESTACIÓN: ENTRE AV. NUEVA CAJAMARCA Y AV. HEROES DEL CENEPA
FECHA: 10/05/2013
HORA: 12.30 PM - 1.30 PM

TIPO DE VEHICULO	12.30 - 12.45 PM	12.45 - 1.00 PM	1.00 - 1.15 PM	1.15 - 1.30 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1	1		1
	1	1		
		1		
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	3	3	1	2
C-2	1	1	1	
SUB-TOTAL C2	1	1	2	0
C-3			1	
SUB-TOTAL C3	0	0	1	0
T3-S2	1	1		
SUB-TOTAL T3-S2	1	1	0	0

CALCULO DEL VOLUMEN HORARIO Y FACTOR HORA PUNTA - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	12.30 - 12.45 PM	12.45 - 1.00 PM	1.00 - 1.15 PM	1.15 - 1.30 PM	VOLUMEN HORARIO	VOLUMEN MAXIMO DENTRO DEL INTERVALO DE TIEMPO	FACTOR HORA PUNTA	OBSERVACIONES
AUTOS Y CAMIONETAS	9	9	6	8	32	9	0.89	TRAFICO HOMOGENEO
C2	3	1	4	2	10	4	0.63	TRAFICO NO HOMOGENEO
T2-S2	2	1	0	0	3	2	0.36	TRAFICO NO HOMOGENEO

CALCULO DE LA INTENSIDAD HORARIA Y DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	12.30 - 12.45 PM	12.45 - 1.00 PM	1.00 - 1.15 PM	1.15 - 1.30 PM	INTENSIDAD HORARIA PROMEDIO	K (FACTOR DE LA HORA DEL PROYECTO)	IDNA
AUTOS Y CAMIONETAS	36	36	24	32	32	0.15	213
C2	12	4	16	8	10	0.15	67
T2-S2	8	4	0	0	3	0.15	20

K = % DEL IDNA QUE SE ESPERA EN LA HORA PUNTA. VALOR ENTRE 0.10 y 0.15



ESTUDIO DE TRAFICO
FORMATO PARA REGISTRO DE INFORMACIÓN

ESTACIÓN: ENTRE AV. SAN MARTIN Y JR. YURIMAGUAS
 FECHA: 10/05/2013
 HORA: 6.00 PM - 7.00 PM

TIPO DE VEHICULO	6.00 - 6.15 PM	6.15 - 6.30 PM	6.30 - 6.45 PM	6.45 - 7.00 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
	1	1	1	1
	1	1		
		1		
		1		
SUB. TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	3	5	2	2
C-2	1		1	
SUB. TOTAL C2	1	0	1	0
C-3	1		1	
SUB. TOTAL C3	1	0	1	0
T3-S2				
SUB. TOTAL T3-S2	0	0	0	0

ESTACIÓN: ENTRE AV. LA PAZ Y JR. YURIMAGUAS
 FECHA: 10/05/2013
 HORA: 6.00 PM - 7.00 PM

TIPO DE VEHICULO	6.00 - 6.15 PM	6.15 - 6.30 PM	6.30 - 6.45 PM	6.45 - 7.00 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
		1		
		1		
SUB. TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	1	3	1	1
C-2		1		
SUB. TOTAL C2	0	1	0	0
C-3				
SUB. TOTAL C3	0	0	0	0
T3-S2				
SUB. TOTAL T3-S2	0	0	0	0



ESTACIÓN: ENTRE AV. NUEVA CAJAMARCA Y AV. HEROES DEL CENEPA
FECHA: 10/05/2013
HORA: 6.00 PM - 7.00 PM

TIPO DE VEHICULO	6.00 - 6.15 PM	6.15 - 6.30 PM	6.30 - 6.45 PM	6.45 - 7.00 PM
AUTOS y CAMIONETAS	1	1	1	1
		1	1	
		1	1	
		1		
SUB-TOTAL AUTOS y CAMIONETAS	1	3	3	1
C-2	1	1		
SUB-TOTAL C2	1	1	0	0
C-3		1		
SUB-TOTAL C3	0	1	0	0
T3-S2		1		
SUB-TOTAL T3-S2	0	1	0	0

CALCULO DEL VOLUMEN HORARIO Y FACTOR HORA PUNTA - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	6.00 - 6.15 PM	6.15 - 6.30 PM	6.30 - 6.45 PM	6.45 - 7.00 PM	VOLUMEN HORARIO	VOLUMEN MAXIMO DENTRO DEL INTERVALO DE TIEMPO	FACTOR HORA PUNTA	OBSERVACIONES
AUTOS Y CAMIONETAS	5	12	5	4	27	12	0.56	TRAFICO NO HOMOGENEO
C2	2	2	1	0	5	2	0.63	TRAFICO NO HOMOGENEO
T2 - S2	0	1	0	0	1	1	0.25	TRAFICO NO HOMOGENEO

CALCULO DE LA INTENSIDAD HORARIA Y DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	6.00 - 6.15 PM	6.15 - 6.30 PM	6.30 - 6.45 PM	6.45 - 7.00 PM	INTENSIDAD HORARIA PROMEDIO	K (FACTOR DE LA HORA DEL PROYECTO)	IMDA
AUTOS Y CAMIONETAS	20	48	24	16	27	0.15	180
C2	8	8	4	0	5	0.15	33
T2 - S2	0	4	0	0	1	0.15	7

K = % DEL IMDA QUE SE ESPERA EN LA HORA PUNTA. VALOR ENTRE 0.10 y 0.15

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - POR TIPO DE VEHICULO

TIPO DE VEHICULO	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL - IMDA			
	7.00 - 8.00 AM	12.30 - 1.30 PM	6.30 - 7.30 PM	PROMEDIO
AUTOS Y CAMIONETAS	187	213	180	193
C2	53	67	33	51
T2 - S2	13	20	7	13



4.6 ELECCION DEL PAVIMENTO

Para la elección del tipo de pavimento se ha tenido en cuenta los siguientes factores:

- a) Clima de la zona.
- b) Mantenimiento.
- c) Aspectos sociales y estéticos, con respecto a las otras zonas pavimentadas en la ciudad.

En función de estos aspectos, se ha elegido diseñar un pavimento rígido, por ser el que presenta mayores ventajas como: menor costo de mantenimiento, mayores condiciones de durabilidad, mejor distribución de esfuerzos, mayor valor de recuperación, entre otros.

4.7 COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Se considera un coeficiente de seguridad igual a 1.

4.8 DISEÑO DEL PAVIMENTO APROPIADO PARA LA ZONA

Para el diseño del pavimento se han considerado dos métodos propuestos en el acápite 2.4.6, del capítulo II. Para el diseño de juntas se ha considerado los acápites 2.4.5.2 (A y B) y 2.4.5.3 del mismo capítulo.

A continuación se presenta el desarrollo de los métodos mencionados.

4.8.1 METODO DE FATIGA DE LA ASOCIACIÓN DE CEMENTOS PORTLAND.

- 1) C.B.R. Sub rasante = 4.40; entonces $K = 4.10 \text{ Kg/cm}^3$ (tabla 2.16).



- 2) Para prevenir la surgencia y evitar que el suelo entre en suspensión, se colocará una sub base granular de 30 cm. de espesor.
- 3) Considerando la sub base granular de 30 cm., y empleando la tabla 2.17, mediante interpolación encontramos que para un K de terreno = 4.10 Kg/cm^3 , le corresponde un K de diseño igual a $K_d = 7.05 \text{ kg/cm}^3$.
- 4) Período de diseño: 20 años.
- 5) Factor de seguridad igual a $FS = 1.00$
- 6) Número de repeticiones diarias:

De la Tabla 2.19, para una tasa anual de crecimiento de 2% y un periodo de diseño de 20 años, se tiene un Factor de Crecimiento de 24.3. Entonces el número de repeticiones será:

$$N^{\circ} \text{ repeticiones} = N^{\circ} \text{ vehículos} * FC * 360$$

Entonces:

$$N^{\circ} \text{ repeticiones} = 24 * 24.3 * 360 = 216,810$$

- 7) Cargas de vehículos por eje:

Vehículo	Eje delantero (Kg)	Eje posterior (Kg)	
		1° eje	2° eje
C2	7,000.00	11,000.00	-
C3	7,000.00	18,000.00	-
T3-S2	7,000.00	18,000.00	18,000.00



- 8) Carga de cálculo, se considera que la carga por eje simple de 11,000 Kg se repetirá ilimitadamente.

$$\text{Carga eje simple} * FS = 11,000 * 1.00 = 11,000 \text{ Kg}$$

- 9) Predimensionamiento del pavimento

En el gráfico 2 para el valor de la carga y para un módulo de reacción $K = 7.05 \text{ kg/cm}^3$, se obtiene el espesor del pavimento

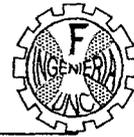
$$h' = 15.9 \text{ cm.} = 16.0 \text{ cm.}$$

- 10) Comprobación del espesor del pavimento ($h' = 16 \text{ cm}$) para cargas previstas más pesadas (1° calculo):

Carga por eje T_n (C3)	Carga por eje * CS (impacto)	Repeticiones al año	Repeticiones en 20 años	Esfuerzo actuante Kg/cm^2	Relación de esfuerzos	Repeticiones de carga permitidas	Consumo de capacidad %
18.00	21.60	10,840.50	216,810.00	27.00	0.64	11,000.00	1971.00%

Como el valor del consumo de capacidad excede el 100%, se tendrá que volver a calcular aumentando el espesor del pavimento.

- 11) Comprobación del espesor del pavimento ($h' = 18 \text{ cm}$) para cargas previstas más pesadas (2° calculo):



Carga por eje Tn (C3)	Carga por eje * CS (impacto)	Repeticiones al año	Repeticiones en 20 años	Esfuerzo actuante Kg/cm ²	Relación de esfuerzos	Repeticiones de carga permitidas	Consumo de capacidad %
18.00	21.60	10,840.50	216,810.00	22.5	0.535	210,000.00	103.24%

Como el valor del consumo de capacidad es cercano a 100%, se considera el diseño como válido, con un espesor de losa de 18 cm.

4.8.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO SEGÚN: GERALD PICKETT.

- 1) Para un C.B.R. = 4.40 , K = 4.10 kg/cm³
- 2) Para un K= 4.10 kg/cm³, con un espesor de 30 cm de mejoramiento del terreno, el K de diseño será: Kd = 7.05 kg/cm³.
- 3) Cálculo de la tensión de trabajo:
 $\sigma = 10 \% (210) = \frac{1}{2} M.R. = 0.5 * 42$
 $\sigma = 21 \text{ kg/cm}^2$.

4) Cargas por ruedas

Para un vehículo tipo C-3, carga considerada por eje es de 7000 kg eje delantero y 18000 Kg eje posterior.

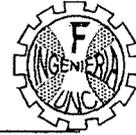
Carga por rueda = 3500 Kg. (Eje delantero)

Carga por rueda = 4500 Kg. (Eje posterior)

Coefficiente de seguridad = 1.0

$P = 1.0 * 3500 = 3500 \text{ Kg (eje delantero)}$

$P = 1.0 * 4500 = 4500 \text{ Kg (eje posterior)}$



- 5) En el gráfico N° 8, ingresamos con el esfuerzo de trabajo, el coeficiente "K" (módulo de reacción de la sub rasante) y la carga por ruedas dual (4500 Kg, eje posterior). Con estos datos se encuentra que el espesor del pavimento debe ser 20 cm.

4.8.3 CHEQUEO DEL ESFUERZO POR CARGA

- a. Para un espesor de losa de $h = 18$ cm.

El mayor esfuerzo producido por las cargas no debe superar el esfuerzo de trabajo del concreto = $0.10 \cdot 210 \text{ Kg/cm}^3 = 21 \text{ kg/cm}^2$.

- Cálculo del radio de rigidez relativa con la ecuación 2.13

Para:

$$E = 280000 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

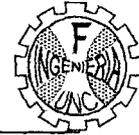
$$\mu = 0.15$$

$$K = 7.05 \text{ kg/cm}^3$$

$$L = [280000 \cdot (18)^3 / (12 \cdot (1 - 0.15^2) \cdot 7.05)]^{1/4} = 66.66 \text{ cm.}$$

- Cálculo del esfuerzo donde las cargas produzcan mayor esfuerzo (carga en esquina) y este no debe ser mayor que el esfuerzo de trabajo (21 kg/cm^2) utilizaremos la ecuación 2.12

Para: $P = 4500 \text{ kg.}$



$$S = \frac{4.20 * 4500}{18^2} \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{22.3}{66.66}}}{0.925 + 0.22 \frac{22.3}{66.66}} \right]$$

$$S = 24.55 \text{ kg/cm}^2 > \text{Tensión de trabajo} = 21 \text{ kg/cm}^2 \dots$$

Se debe aumentar el espesor de la losa.

b. Para un espesor de losa de $h = 20 \text{ cm}$.

- Cálculo del radio de rigidez relativa con la ecuación 2.13

Para:

$$E = 280000 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 20 \text{ cm.}$$

$$\mu = 0.15$$

$$K = 7.05 \text{ kg/cm}^3$$

$$L = [280000 * (20)^3 / (12 * (1 - 0.15^2) * 7.05)]^{1/4} = 72.14 \text{ cm.}$$

- Cálculo del esfuerzo donde las cargas produzcan mayor esfuerzo (carga en esquina) y este no debe ser mayor que el esfuerzo de trabajo (21 kg/cm^2) utilizaremos la ecuación 2.12

Para: $P = 4500 \text{ kg.}$

$$S = \frac{4.20 * 4500}{20^2} \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{22.3}{72.14}}}{0.925 + 0.22 \frac{22.3}{72.14}} \right]$$



$$S = 20.79 \text{ kg/cm}^2 < \text{Tensión de trabajo} = 21 \text{ kg/cm}^2 \dots$$

OK.

Entonces, el espesor de la losa de concreto será **h = 20 cm.**

4.8.4 DISEÑO DE JUNTAS

A. JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCIÓN Y ALABEO

Se colocarán juntas de contracción y alabeo a una distancia de $L = 4.00$ m, en función al tipo de agregados, clima y métodos de construcción, según lo indicado en la tabla 2.15. No se utilizarán pasa juntas.

B. JUNTAS TRANSVERSALES DE EXPANSIÓN / AISLAMIENTO

Se utilizará juntas transversales de expansión principalmente en los cruces de calles, o en situaciones donde el pavimento este limitado por elementos muy rígidos.

C. JUNTAS LONGITUDINALES

Separación entre juntas: $L = 4.00$ según la tabla 2.15

No se utilizará dispositivos de transferencia de carga.

Sin embargo se detalla el procedimiento para calcular el área de acero mediante ecuación 2.7, para un ancho promedio de carril de 3.6 m.



$$A_s = 0.017 * 20 * 3.6 = 1.22 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \phi \cdot 1/2'' @ 35 \text{ cm}$$

Longitud de la barra, se determina con la fórmula 2.10

$$L = 64 * \phi + 5 \text{ cm} = 64 * 1.27 + 5 = 81.33 \text{ cm.}$$

El espaciamiento entre pasadores será 35 cm, con una longitud de pasador de 80 cm y un diámetro de $\phi \cdot 1/2''$.

4.9 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO:

La dosificación de mezclas consiste en determinar la combinación óptima de materiales para obtener un buen concreto, que sea manejable en su estado plástico y que desarrolle las propiedades requeridas cuando endurezca.

A continuación presentamos los datos a utilizar en el diseño de mezclas.



DATOS A UTILIZAR EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

Tabla 4.1

ENSAYO	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
Procedencia	Río Mashcón	Río Mashcón
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.57	2.65
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1489.42	1537.75
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	---	1609.95
Contenido de humedad (%)	6.50	1.10
Absorción (%)	1.23	0.89
Módulo de finura (%)	2.57	---
Tamaño máx. agregado (pulg.)	---	¾"

* Fuente: Tesis: "Estudio Geotécnico de la Cantera Río Mashcón"

Autor: Cachay Díaz, Pablo.

4.9.1 PISTA O CALZADA

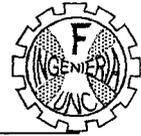
Para el diseño de mezclas se consideraron las recomendaciones A.C.I, para una resistencia del concreto a los 28 días igual $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a la cual es conveniente aumentar la resistencia en un 20% para cumplir los requisitos de resistencia mínima y variabilidad.

PROCESO DE CÁLCULO

Si elegimos un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, entonces se diseñará para:

$$f'c = 1.20 * 210 = 252 \text{ Kg/cm}^2$$

1. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)



De la tabla 2.25, el asentamiento será de 3", por tratarse de una mezcla destinada a la construcción de pavimentos.

2. TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

El tamaño máximo del agregado es de 3/4".

3. CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE

a. CONTENIDO DE AIRE

Se utilizará concreto sin aire incorporado (por no estar afectado por intemperismo severo ni a la posibilidad de ataque de sulfatos).

b. CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO

Según la tabla 2.26 se tiene:

Para:

- Asentamiento = 3"
- Tamaño máximo del agregado = 3/4"

Entonces:

- Agua de mezclado = 205 Kg/m³
- Porcentaje de aire atrapado = 2.0 %

c. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO

Según la tabla 2.27 para un concreto de $f'c = 252$ Kg/cm² de resistencia a la compresión, por interpolación se tiene la relación A/C = 0.5220



d. DETERMINACIÓN DEL FACTOR

CEMENTO

Para determinar la cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto, partimos de la siguiente relación:

$$\text{Factor Cemento} - FC \text{ (Kg/m}^3\text{)} = (\text{Agua de mezclado}) / (a/c)$$

$$\text{Para } f'c = 252 \text{ Kg/cm}^2$$

- Tamaño máximo del agregado
= 3/4 "
- Agua de mezclado (Kg/m³) = 205
- Relación agua - cemento
= 0.522

Entonces:

$$FC = 392.72 \text{ Kg/m}^3$$

e. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

De la tabla 2.28 se obtiene el volumen del agregado grueso seco compactado, para:

- Módulo de finura = 2.57
- Tamaño máximo = 3/4 "

Entonces:

- Vol. agregado seco compactado (m³) = 0.643

Luego:



- Peso seco del agregado = Vol. AG * PU AG seco compact.

$$= 0.643 \text{ m}^3 * 1609.95 \text{ Kg/m}^3$$

$$= 1035.2 \text{ Kg.}$$

f. ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Método de los volúmenes absolutos:

$$\text{Vol. Absoluto Cemento} = FC/3100 * = 0.126684 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Agua} = 205/1000 = 0.205000 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Aire atrapado} = 2.0/100 = 0.020000 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.G.} = 1035.20/2650 = 0.3906 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto parcial} = 0.7423254 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto AF seco} = 1 - 0.7423254 = 0.2576746 \text{ m}^3.$$

Luego:

$$\text{Peso específico del agregado fino (Kg/cm}^3) = 2570.00$$

$$\text{Peso seco AF} = 2570 \text{ kg/m}^3 * 0.2576746 \text{ m}^3 = 662.22 \text{ Kg}$$

g. PESO DE LOS MATERIALES PARA UN METRO CÚBICO DE CONCRETO

$$- \text{Cemento} = 392.72 \text{ Kg.}$$

$$- \text{Agua de mezclado} = 205.00 \text{ lts.}$$

$$- \text{Agregado grueso seco} = 1035.20 \text{ Kg.}$$

$$- \text{Agregado fino seco} = 662.22 \text{ Kg.}$$



CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Debido a que los valores de humedad natural de los agregados son diferentes a los de absorción, es necesario hacer esta corrección. Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

- Peso Agregado fino húmedo = $\text{Peso AF} * [1 + (\text{CH}/100)]$
 $= 662.22 * [1 + (6.5/100)]$
 $= 705.26 \text{ Kg.}$
- Peso Agregado grueso húmedo = $\text{Peso AG} * [1 + (\text{CH}/100)]$
 $= 1035.2 * [1 + (1.1/100)]$
 $= 1046.59 \text{ Kg.}$
- Agua efectiva = $\text{Agua Mezclado} - \text{PS}_{\text{AF}} * (\text{CH} - \text{Abs})/100 -$
 $\text{PS}_{\text{AG}} * (\text{CH} - \text{Abs})/100$
 $= 205 - 662.22*(6.5-1.23)/100 - 1035.20*(1.1- 0.89)/100$
 $= 167.93 \text{ lts.}$
- Cemento = 392.72 Kg.

Por consiguiente, el diseño corregido por metro cúbico de concreto es:

- Cemento (Kg.) = 392.72
- Agregado grueso húmedo (Kg.) = 1046.59
- Agregado fino húmedo (Kg.) = 705.26
- Agua (lts.) = 167.93

AJUSTE DE MEZCLA DE PRUEBA

Método de los volúmenes absolutos:



1) La colada para un volumen de 0.020 m^3 (para 3 especímenes) consistirá de:

- Cemento $= 392.72 * 0.020 = 7.854 \text{ Kg.}$
- A.G. húmedo $= 1046.59 * 0.020 = 20.932 \text{ Kg.}$
- A. F. húmedo $= 705.26 * 0.020 = 14.105 \text{ Kg.}$
- Agua añadida $= 167.93 * 0.020 + 0.10 = 3.459 \text{ lts.}$

Peso de la colada $= 46.350 \text{ Kg.}$

Utilizando los siguientes datos de laboratorio:

- Slump $= 2.30 \text{ cm.}$
- Agua adicional $= 100 \text{ cm}^3.$
- P. U. C° $= 2296 \text{ Kg/m}^3.$

2) El rendimiento de la mezcla será:

- Rendimiento = $[\text{Peso de la colada}] / [\text{Peso unitario del concreto}]$
- Rendimiento = $(46.350/2296.00) = 0.0201873 \text{ m}^3.$

3) El agua de mezcla será:

- Agua añadida $= 3.4590000 \text{ lts}$
- A.F. $= 662.22 * 0.020 * (6.50 - 1.23) / 100 = 0.6979799 \text{ lts}$
- A.G. $= 1035.20 * 0.020 * (1.1 - 0.89) / 100 = 0.0434784 \text{ lts}$

Agua de la mezcla por tanda $= 4.2004583 \text{ lts}$

4) La cantidad de agua de mezclado requerida por metro cúbico de concreto con el mismo asentamiento de la tanda de ensayo será:

$$\text{Agua de mezclado} = (4.2004583 / 0.0201873) = 208.074 \text{ lts/m}^3$$

5) Corrección por asentamiento

La cantidad de agua de mezclado requerida por metro cúbico de concreto deberá ser incrementada en dos litros, por cada incre-



mento de un 1 cm en el asentamiento y viceversa, hasta obtener el asentamiento de 3" (7.62 cm), para esto será necesario aumentar el agua de mezclado de la siguiente forma:

$$\text{Nueva agua de mezclado} = 208.07 + (7.62 - 2.30) * 2 = 218.71 \text{ lts.}$$

- 6) La relación agua – cemento original era: $a/c = 0.522$, El nuevo contenido del cemento será:

$$\text{Contenido de cemento} = 218.71 / 0.522 = 418.98 \text{ Kg/m}^3.$$

- 7) El volumen de agregado grueso se corregirá de la forma siguiente:

$$V_{AG} = 0.643 - (10\% \text{ de } 0.643) = 0.5787 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el nuevo peso de agregado grueso seco será:

$$\text{Peso A. G.} = 0.5787 * 1609.95 = 931.68 \text{ Kg.}$$

- 8) El volumen absoluto de ingredientes, sin considerar al aire en la mezcla de ensayo original fue:

Vol. Absoluto Cemento	= 7.854/3100	= 0.002534 m ³
Vol. Absoluto Agua	= 4.2004583/1000	= 0.004200 m ³
Vol. Absoluto A.F.	= 662.22*0.020/2570	= 0.005153 m ³
Vol. Absoluto A.G.	= 1035.20*0.020/2650	= 0.007813 m ³

Total		= 0.0197 m ³

$$\text{Aire (\%)} = (0.0201873 - 0.0197) / 0.0201873 * 100 = 2.41\%$$



9) Una vez establecidas las proporciones de todos los componentes, con excepción del agregado fino, se completan las cantidades ajustadas para un m³ de concreto, de la siguiente manera:

Vol. Absoluto Cemento	= 418.98/3100	= 0.135155 m ³
Vol. Absoluto Agua	= 218.71/1000	= 0.218710 m ³
Vol. Absoluto Aire	= 2.41/100	= 0.024100 m ³
Vol. Absoluto A.G.	= 931.68/2650	= 0.351577 m ³

Volumen Total = 0.729542 m³

Vol. Absoluto A.F.	= 1 - 0.729542	= 0.270458 m ³
Si, Peso específico A.F.	= 2570 Kg/m ³	
Entonces, Peso seco A.F.	= 0.270458 * 2570	= 695.08 Kg.

10) Los pesos ajustados por metro cúbico de concreto serán:

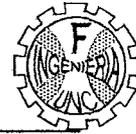
- Cemento	= 418.98 Kg.
- Agregado fino húmedo	= 695.08 Kg.
- Agregado grueso húmedo	= 931.68 Kg.
- Agua efectiva	= 218.71 Kg.

11) Proporcionamiento en peso:

418.98	695.08	931.68	218.71
-----	-----	-----	-----
418.98	418.98	418.98	418.98

1: 1.66: 2.22 / 0.52

12) Proporcionamiento en volumen de obra:



$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 418.98/42.50 &= 9.86 \text{ pie}^3 \\ \text{Agregado fino} &= 695.08 * 35.3 / 1489.42 &= 16.47 \text{ pie}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= 931.68 * 35.3 / 1537.75 &= 21.38 \text{ pie}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccc} 9.86 & 16.47 & 21.38 & 218.71 \\ \text{-----} & : & \text{-----} & / \text{-----} \\ 9.86 & 9.86 & 9.86 & 9.86 \end{array}$$

1: 1.67: 2.17 / 22.18 lts / bolsa

4.9.2 VEREDAS Y CUNETAS

PROCESO DE CÁLCULO

Si elegimos un $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, entonces se diseñará para:

$$f'c = 1.20 * 140 = 168 \text{ Kg/cm}^2$$

1. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)

De la tabla 2.25, tenemos que el asentamiento será de 3".

2. TAMAÑO MÁXIMO

El tamaño máximo del agregado es: $\frac{3}{4}$ ".

3. CONTENIDO DE AGUA DE MEZCLADO Y

CONTENIDO DE AIRE

a) CONTENIDO DE AIRE

Se utilizará concreto sin aire incorporado (por no estar afectado por intemperismo severo ni a la posibilidad de ataque de sulfatos).

b) CONTENIDO DEL AGUA DE MEZCLADO

Según la tabla 2.26 se obtiene:



Para:

- Asentamiento = 3"
- Tamaño máximo del agregado = 3/4"

Entonces:

- Agua de mezclado = 205 Kg/m³
- Porcentaje de aire atrapado = 2.0 %

c) ELECCIÓN DE LA RELACION AGUA – CEMENTO

Según la tabla 2.27 para un concreto de $f'c = 168$ Kg/cm² se tiene la relación A/C = 0.688

d) DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO

Para determinar la cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto, partimos de la siguiente relación:

$$\text{Factor cemento (Kg/m}^3\text{)} = (\text{Agua de mezclado}) / (\text{a/c})$$

Para $f'c = 168$ Kg/cm²

- Tamaño máximo del agregado = 3/4"
- Agua de mezclado (Kg/m³) = 205
- Relación agua – cemento = 0.688

Entonces:

- Factor cemento (kg/m³) = FC = 297.97

e) ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO



De la tabla 2.28 se obtiene el volumen del agregado grueso seco compactado, para:

- Módulo de finura = 2.57
- Tamaño máximo = 3/4 "

Entonces:

- Vol. agregado seco compactado (m³) = 0.643

Luego:

- Peso seco del agregado = Vol. AG * PU AG seco compact.

$$= 0.643 \text{ m}^3 * 1609.95 \text{ Kg/m}^3$$
$$= 1035.2 \text{ Kg.}$$

f) ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Método de los volúmenes absolutos:

$$\text{Vol. Absoluto Cemento} = FC/3100 = 0.0961194 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Agua} = 205/1000 = 0.205000 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Aire atrapado} = 2.0/100 = 0.020000 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.G.} = 1035.20/2650 = 0.3906 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto parcial} = 0.7117609 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto AF seco} = 1 - 0.7117609 = 0.2882391 \text{ m}^3.$$

Luego:



Peso específico del agregado fino (Kg/cm^3) = 2570.00

Peso seco AF = $2570 \text{ kg}/\text{m}^3 * 0.2882391 \text{ m}^3 = 740.77 \text{ Kg}$

g) PESO DE LOS MATERIALES PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO

- Cemento (Kg) : 297.97
- Agua de mezclado (Its) : 205.00
- Agregado grueso seco (Kg) : 1035.20
- Agregado fino seco (Kg) : 740.77

Corrección por humedad del agregado

Debido a que los valores de humedad natural de los agregados son diferentes a los de absorción, es necesario hacer esta corrección. Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

- Peso Agregado fino húmedo = $\text{Peso AF} * [1 + (\text{CH}/100)]$
= $740.77 * [1 + (6.5/100)]$
= 788.92 Kg.
- Peso Agregado grueso húmedo = $\text{Peso AG} * [1 + (\text{CH}/100)]$
= $1035.2 * [1 + (1.1/100)]$
= 1046.59 Kg.
- Agua efectiva = $\text{Agua Mezclado} - \text{PS}_{\text{AF}} * (\text{CH} - \text{Abs})/100 - \text{PS}_{\text{AG}} * (\text{CH} - \text{Abs})/100$
= $205 - 740.77 * (6.5 - 1.23)/100 - 1035.20 * (1.1 - 0.89)/100$
= 163.79 Its.
- Cemento = 297.97 Kg.



Por consiguiente, el diseño corregido por metro cúbico de concreto es:

- Cemento	(Kg)	=	297.97
- Agregado grueso húmedo	(Kg)	=	1046.59
- Agregado fino húmedo	(Kg)	=	788.92
- Agua	(lts)	=	163.79

AJUSTE DE MEZCLA DE PRUEBA

Método de los volúmenes absolutos:

1) La colada para un volumen de 0.020 m^3 (para 3 especímenes) consistirá de:

- Cemento	=	$297.97 * 0.020$	=	5.959 Kg.
- A.G. húmedo	=	$1046.59 * 0.020$	=	20.932 Kg.
- A. F. húmedo	=	$788.92 * 0.020$	=	15.778 Kg.
- Agua añadida	=	$163.79 * 0.020 + 0.10$	=	3.376 lts.

Peso de la colada = 46.045 Kg.

Utilizando los siguientes datos de laboratorio:

- Slump	=	2.30 cm.
- Agua adicional	=	100 cm ³ .
- P. U. C°	=	2296 Kg/m ³ .

2) El rendimiento de la mezcla será:

Rendimiento = [Peso de la colada] / [Peso unitario del concreto]

$$\text{Rendimiento} = (46.0450 / 2296.00) = 0.0200544 \text{ m}^3$$

3) El agua de mezclado será:



$$\begin{aligned} \text{Agua añadida} &= 3.3760000 \text{ lts} \\ \text{A.F.} &= 740.77 * 0.020 * (6.50 - 1.23) / 100 = 0.7807716 \text{ lts} \\ \text{A.G.} &= 1035.20 * 0.020 * (1.1 - 0.89) / 100 = 0.0434784 \text{ lts} \end{aligned}$$

$$\text{Agua de la mezcla por tanda} = 4.2002500 \text{ lts}$$

- 4) La cantidad de agua de mezclado requerida por metro cúbico de concreto con el mismo asentamiento de la tanda de ensayo será:

$$\text{Agua de mezclado} = (4.20025 / 0.0200544) = 209.44 \text{ lts/m}^3$$

- 5) Corrección por asentamiento

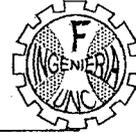
La cantidad de agua de mezclado requerida por metro cúbico de concreto deberá ser incrementada en dos litros, por cada incremento de un 1 cm en el asentamiento y viceversa, hasta obtener el asentamiento de 3" (7.62 cm), para esto será necesario aumentar el agua de mezclado de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Nueva agua de mezclado} &= 209.44 + (7.62 - 2.30) * 2 \\ &= 220.08 \text{ lts.} \end{aligned}$$

- 6) La relación agua – cemento original era: $a/c = 0.688$, El nuevo contenido del cemento será:

$$\text{Contenido de cemento} = 220.08 / 0.688 = 319.88 \text{ Kg/m}^3$$

- 7) El volumen de agregado grueso se corregirá de la forma siguiente:



$$V_{AG} = 0.643 - (10\% \text{ de } 0.643) = 0.5787 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el nuevo peso de agregado grueso seco será:

$$\text{Peso A. G.} = 0.5787 * 1609.95 = 931.68 \text{ Kg.}$$

- 8) El volumen absoluto de ingredientes, sin considerar al aire en la mezcla de ensayo original fue:

$$\text{Vol. Absoluto Cemento} = 5.959/3100 = 0.00192226 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Agua} = 4.20025/1000 = 0.00420025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.F.} = 740.77 * 0.020/2570 = 0.005765 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.G.} = 1035.20 * 0.020/2650 = 0.007813 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.01970009 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Aire (\%)} &= (0.0201873 - 0.01970009) / 0.0200544 * 100 \\ &= 1.77\% \end{aligned}$$

- 9) Una vez establecidas las proporciones de todos los componentes, con excepción del agregado fino, se completan las cantidades ajustadas para un m³ de concreto, de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Absoluto Cemento} = 319.88/3100 = 0.103187 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Agua} = 220.08/1000 = 0.220080 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto Aire} = 1.77/100 = 0.017700 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.G.} = 931.68/2650 = 0.351577 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total} = 0.692544 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto A.F.} = 1 - 0.692544 = 0.307456 \text{ m}^3$$



Si, Peso específico A.F. = 2570 Kg/m³
 Entonces, Peso seco A.F. = 0.270458 * 2570
 = 790.16 Kg.

10) Los pesos ajustados por metro cúbico de concreto corregidos por humedad serán:

- Cemento = 319.88 Kg.
- Agregado fino húmedo = 790.16 Kg.
- Agregado grueso húmedo = 931.68 Kg.
- Agua efectiva = 220.08 Kg.

11) Proporcionamiento en peso:

$$\begin{array}{cccc} 319.88 & 790.16 & 931.68 & 220.08 \\ \hline & : & : & / \\ 319.88 & 319.88 & 319.88 & 319.88 \end{array}$$

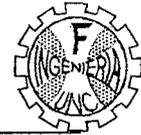
1: 2.47: 2.91 / 0.69

12) Proporcionamiento en volumen de obra:

Cemento = 319.88/42.50 = 7.53 pie³
 Agregado fino = 790.16 * 35.3/1489.42 = 18.73 pie³
 Agregado grueso = 931.68 * 35.3 / 1537.75 = 21.39 pie³

$$\begin{array}{cccc} 7.53 & 18.73 & 21.39 & 220.08 \\ \hline & : & : & / \\ 7.53 & 7.53 & 7.53 & 7.53 \end{array}$$

1: 2.49: 2.84 / 29.23 lts / bolsa



4.10 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

4.10.1 DISEÑO GEOMETRICO

Los sentidos del flujo están indicados en los planos correspondientes, teniendo en cuenta las pendientes a nivel de subrasante de cada calle.

4.10.2 CALCULO DE LOS CAUDALES HIDROLOGICOS

Para el cálculo de los caudales hidrológicos se debe determinar los parámetros necesarios que nos permitan realizar el cálculo correcto.

4.10.2.1 Periodo de retorno

Se calcula para cada una de las calles según lo establecido en las tablas 2.29 y 2.30. Así tenemos:

TRAMO	Tr tipo de vía (años)	Tr uso de la tierra (años)	Tr de diseño (años)
Jr. 23 de Setiembre	2	2	2
Jr. San Luís	2	2	2
Jr. Luz y Esperanza	2	2	2
Jr. Virgen del Rosario	2	2	2
Jr. Perea	2	2	2
Calle 1	2	2	2
Pasaje S/N	2	2	2
Jr. San Pedro	2	2	2
Jr. Santa Sarita	2	2	2
Jr. San Marcos	2	2	2
Jr. San Andrés	2	2	2



4.10.2.2 Tiempo de concentración

Para calcular el tiempo de concentración se ha utilizado el ábaco que se muestra en el gráfico 7 del capítulo II. Para el cálculo se ingresa con la longitud máxima del flujo, el valor del coeficiente de Manning y la pendiente de la calle, obteniéndose el valor del tiempo de concentración en minutos.

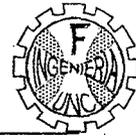
4.10.2.3 Coeficiente de escorrentía

Para calcular el coeficiente de escorrentía usamos la tabla 2.32:

- Residencia unifamiliar : $C= 0.400$
- Tipo de superficie, techos y azoteas : $C= 0.825$
- Tipo de superficie, pavimentos : $C= 0.825$
- Coeficiente de escorrentía promedio : $C= 0.683$

4.10.2.4 Intensidad máxima

Para el cálculo de las intensidades se han encontrado primeramente las intensidades modeladas para la estación de Weberbauer, para lo cual se han utilizado datos de la estación antes mencionada hasta el año 1999 los que se muestran en la tabla 2.31. El modelamiento de las intensidades se ha realizado utilizando Gumbel, para periodos de duración de lluvia de 5, 10, 30, 60 y 120 minutos, con diferentes tiempos de retorno y riesgos de falla. La tabla siguiente muestra el cálculo de los tiempos de concentración y las intensidades, en base a las áreas tributarias indicadas en el plano hidrológico:



Jr. Luz y Esperanza

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A1	0.24	32.96	0.0200	0.015	2.50	90.00
A2	0.07	21.00	0.0200	0.015	2.00	94.00
A3	0.03	55.92	0.0598	0.015	2.25	92.00
A4	0.04	55.24	0.0484	0.015	2.50	90.00
A5	0.08	22.45	0.0200	0.015	2.10	93.00
A6	0.27	29.05	0.0200	0.015	2.40	91.00
A7	0.06	68.51	0.0518	0.015	2.60	89.00
A8	0.10	24.75	0.0200	0.015	2.40	91.00
A9	0.04	61.31	0.0453	0.015	2.75	88.00
A10	0.10	25.11	0.0200	0.015	2.40	91.00
A11	0.04	52.30	0.0462	0.015	2.75	88.00
A12	0.07	21.60	0.0200	0.015	2.00	90.00
A13	0.45	60.85	0.0200	0.015	3.30	85.00
A14	0.04	58.46	0.0366	0.015	2.75	88.00
A15	0.08	22.55	0.0200	0.015	2.10	93.00
A16	0.09	26.02	0.0200	0.015	2.40	91.00
A17	0.05	59.35	0.0418	0.015	2.75	88.00
A18	0.08	22.52	0.0200	0.015	2.10	93.00
A19	0.06	22.40	0.0200	0.015	2.10	93.00
A20	0.04	43.68	0.0315	0.015	2.75	88.00
A21	0.06	22.72	0.0200	0.015	2.10	93.00



Jr. San Luís

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A22	0.05	21.30	0.0200	0.015	2.10	93.00
A23	0.05	52.13	0.0555	0.015	2.25	92.00
A24	0.24	44.65	0.0200	0.015	3.00	86.00
A25	0.05	44.85	0.0554	0.015	2.75	88.00
A26	0.03	14.43	0.0200	0.015	1.50	103.00
A27	0.29	33.80	0.0200	0.015	2.50	90.00
A28	0.15	143.78	0.0428	0.015	4.00	82.00
A29	0.18	20.02	0.0200	0.015	2.10	93.00
A30	0.04	14.72	0.0200	0.015	1.50	103.00
A31	0.06	58.03	0.0428	0.015	2.75	88.00
A32	0.21	26.71	0.0200	0.015	2.40	91.00
A33	0.04	15.31	0.0200	0.015	1.50	103.00
A34	0.06	58.00	0.0460	0.015	2.75	88.00
A35	0.04	18.61	0.0200	0.015	2.10	93.00
A36	0.06	55.81	0.0544	0.015	2.25	92.00
A37	0.20	27.34	0.0200	0.015	2.40	91.00
A38	0.05	50.66	0.0424	0.015	2.75	88.00
A39	0.04	19.68	0.0200	0.015	2.10	93.00
A40	0.07	23.30	0.0200	0.015	2.10	93.00
A41	0.06	67.64	0.0112	0.015	3.50	84.00
A42	0.07	13.08	0.0200	0.015	1.50	103.00

Jr. 23 de Setiembre

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A43	0.24	42.95	0.0200	0.015	3.00	86.00
A44	0.06	96.52	0.0462	0.015	3.50	84.00
A45	0.11	15.81	0.0200	0.015	1.50	103.00
A46	0.08	19.65	0.0200	0.015	2.00	94.00
A47	0.04	68.05	0.0540	0.015	2.60	89.00
A48	0.06	15.56	0.0200	0.015	1.50	103.00
A49	0.06	15.49	0.0200	0.015	1.50	103.00
A50	0.04	63.18	0.0477	0.015	2.75	88.00
A51	0.07	19.09	0.0200	0.015	2.00	94.00
A52	0.02	13.28	0.0200	0.015	1.50	103.00
A53	0.02	29.26	0.0423	0.015	2.00	94.00
A54	0.02	10.85	0.0200	0.015	1.50	103.00



Pasaje Virgen del Rosario

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A55	0.03	13.06	0.0200	0.015	1.50	103.00
A56	0.02	41.59	0.0078	0.015	3.25	85.00
A57	0.03	16.51	0.0200	0.015	1.50	103.00
A58	0.14	25.20	0.0200	0.015	2.10	93.00
A59	0.06	80.83	0.0121	0.015	4.50	80.00
A60	0.12	21.60	0.0200	0.015	2.00	94.00

Jr. Perea

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A61	0.05	20.00	0.0200	0.015	2.00	94.00
A62	0.05	44.03	0.0128	0.015	3.75	83.00
A63	0.03	15.13	0.0200	0.015	1.50	103.00
A64	0.15	38.54	0.0200	0.015	2.80	88.00
A65	0.08	75.63	0.0082	0.015	4.00	82.00
A66	0.10	18.07	0.0200	0.015	2.00	94.00
A67	0.08	39.27	0.0200	0.015	2.80	88.00
A68	0.06	47.88	0.0157	0.015	3.25	85.00
A69	0.16	34.78	0.0200	0.015	2.50	90.00
A70	0.04	42.13	0.0178	0.015	2.80	88.00
A71	0.05	24.33	0.0200	0.015	2.10	93.00
A72	0.04	25.07	0.0200	0.015	2.10	93.00
A73	0.03	29.83	0.0029	0.015	4.00	82.00
A74	0.04	25.41	0.0200	0.015	2.10	93.00

Calle 1

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A75	0.03	43.98	0.0217	0.015	2.80	88.00
A76	0.03	15.45	0.0200	0.015	1.50	103.00
A77	0.04	19.60	0.0200	0.015	2.00	94.00



Pasaje S/N

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A78	0.02	12.36	0.0200	0.015	1.50	103.00
A79	0.02	32.87	0.0050	0.015	2.90	87.00
A80	0.15	25.07	0.0200	0.015	2.10	93.00
A81	0.02	45.00	0.0050	0.015	4.50	80.00
A82	0.04	12.84	0.0200	0.015	1.50	103.00

Jr. San Pedro

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A83	0.12	25.66	0.0200	0.015	2.10	93.00
A84	0.06	67.10	0.0106	0.015	3.75	83.00
A85	0.13	26.54	0.0200	0.015	2.10	93.00
A86	0.04	16.56	0.0200	0.015	1.50	103.00
A87	0.04	47.95	0.0123	0.015	4.00	82.00
A88	0.04	14.68	0.0200	0.015	1.50	103.00

Jr. Santa Sarita

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A89	0.08	32.57	0.0200	0.015	2.50	90.00
A90	0.04	47.79	0.0105	0.015	4.00	82.00
A91	0.07	28.50	0.0200	0.015	2.10	93.00
A92	0.11	25.80	0.0200	0.015	2.10	93.00
A93	0.06	66.55	0.0077	0.015	3.75	83.00
A94	0.11	22.78	0.0200	0.015	2.10	93.00
A95	0.04	15.68	0.0200	0.015	1.50	103.00
A96	0.05	48.23	0.0075	0.015	3.75	83.00
A97	0.03	14.00	0.0200	0.015	1.50	103.00
A98	0.15	26.16	0.0200	0.015	2.10	93.00
A99	0.06	53.66	0.0032	0.015	5.00	78.00
A100	0.04	16.32	0.0200	0.015	1.50	103.00
A101	0.04	16.08	0.0200	0.015	1.50	103.00
A102	0.06	61.29	0.0032	0.015	4.50	80.00

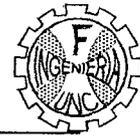


Jr. San Marcos

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A103	0.09	21.57	0.0200	0.015	2.10	93.00
A104	0.08	67.01	0.0002	0.015	10.00	58.00
A105	0.09	20.89	0.0200	0.015	2.00	94.00
A106	0.03	14.10	0.0200	0.015	1.50	103.00
A107	0.03	46.54	0.0098	0.015	4.00	82.00
A108	0.03	14.50	0.0200	0.015	1.50	103.00
A109	0.03	14.08	0.0200	0.015	1.50	103.00
A110	0.04	48.95	0.0098	0.015	4.00	82.00
A111	0.04	14.50	0.0200	0.015	1.50	103.00
A112	0.04	14.55	0.0200	0.015	1.50	103.00
A113	0.05	57.28	0.0058	0.015	4.00	82.00
A114	0.04	15.25	0.0200	0.015	1.50	103.00

Jr. San Andrés

Sector	Area (há)	Longitud (m)	Si	n (manning)	tc (min)	I (mm/hr)
A115	0.14	30.90	0.0200	0.015	2.40	91.00
A116	0.06	72.00	0.0051	0.015	5.00	78.00
A117	0.09	19.65	0.0200	0.015	2.00	94.00
A118	0.19	27.32	0.0200	0.015	2.10	93.00
A119	0.04	48.58	0.0102	0.015	4.00	82.00
A120	0.02	10.95	0.0200	0.015	1.50	103.00
A121	0.05	54.41	0.0102	0.015	3.75	83.00
A122	0.03	12.05	0.0200	0.015	1.50	103.00
A123	0.05	16.88	0.0200	0.015	1.50	103.00
A124	0.05	58.72	0.0002	0.015	10.00	58.00
A125	0.05	18.38	0.0200	0.015	2.00	94.00



4.10.2.5 Cálculo de Caudales Hidrológicos

Posterior al cálculo de los parámetros necesarios se calcula el caudal hidrológico para cada tramo.

Jr. Luz y Esperanza

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m ³ /s)	Observac
A1	0.683	90.00	0.237	0.00405	-
A2	0.683	94.00	0.073	0.00130	-
A3	0.683	92.00	0.032	0.00056	-
A4	0.683	90.00	0.042	0.00071	-
A5	0.683	93.00	0.076	0.00134	-
A6	0.683	91.00	0.271	0.00467	-
A7	0.683	89.00	0.056	0.00094	-
A8	0.683	91.00	0.098	0.00170	-
A9	0.683	88.00	0.041	0.00068	-
A10	0.683	91.00	0.099	0.00171	-
A11	0.683	88.00	0.035	0.00059	-
A12	0.683	90.00	0.071	0.00122	-
A13	0.683	85.00	0.451	0.00727	-
A14	0.683	88.00	0.044	0.00074	-
A15	0.683	93.00	0.079	0.00140	-
A16	0.683	91.00	0.090	0.00156	-
A17	0.683	88.00	0.045	0.00075	-
A18	0.683	93.00	0.079	0.00139	-
A19	0.683	93.00	0.060	0.00107	-
A20	0.683	88.00	0.036	0.00060	-
A21	0.683	93.00	0.065	0.00114	-



Jr. San Luís

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A22	0.683	93.00	0.051	0.00091	-
A23	0.683	92.00	0.054	0.00095	-
A24	0.683	86.00	0.242	0.00396	-
A25	0.683	88.00	0.047	0.00078	-
A26	0.683	103.00	0.028	0.00054	-
A27	0.683	90.00	0.292	0.00498	-
A28	0.683	82.00	0.148	0.00230	-
A29	0.683	93.00	0.176	0.00310	-
A30	0.683	103.00	0.039	0.00077	-
A31	0.683	88.00	0.059	0.00099	-
A32	0.683	91.00	0.209	0.00361	-
A33	0.683	103.00	0.038	0.00073	-
A34	0.683	88.00	0.058	0.00096	-
A35	0.683	93.00	0.044	0.00077	-
A36	0.683	92.00	0.059	0.00103	-
A37	0.683	91.00	0.201	0.00347	-
A38	0.683	86.00	0.047	0.00078	-
A39	0.683	93.00	0.040	0.00070	-
A40	0.683	93.00	0.075	0.00131	-
A41	0.683	84.00	0.062	0.00099	-
A42	0.683	103.00	0.067	0.00131	-

Jr. 23 de Setiembre

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A43	0.683	86.00	0.236	0.00385	-
A44	0.683	84.00	0.055	0.00088	-
A45	0.683	103.00	0.110	0.00215	-
A46	0.683	94.00	0.080	0.00143	-
A47	0.683	89.00	0.039	0.00066	-
A48	0.683	103.00	0.057	0.00112	-
A49	0.683	103.00	0.063	0.00122	-
A50	0.683	88.00	0.038	0.00064	-
A51	1.683	94.00	0.074	0.00327	-
A52	2.683	103.00	0.019	0.00145	-
A53	0.683	94.00	0.018	0.00033	-
A54	0.683	103.00	0.016	0.00032	-



Pasaje Virgen del Rosario

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A55	0.683	103.00	0.027	0.00053	-
A56	0.683	85.00	0.023	0.00037	-
A57	0.683	103.00	0.034	0.00067	-
A58	0.683	93.00	0.139	0.00245	-
A59	0.683	80.00	0.057	0.00086	-
A60	0.683	94.00	0.120	0.00215	-

Jr. Perea

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A61	0.683	94.00	0.045	0.00080	-
A62	0.683	83.00	0.051	0.00080	-
A63	0.683	103.00	0.032	0.00064	-
A64	0.683	88.00	0.146	0.00243	-
A65	0.683	82.00	0.076	0.00118	-
A66	0.683	94.00	0.095	0.00170	-
A67	0.683	88.00	0.080	0.00134	-
A68	0.683	85.00	0.055	0.00089	-
A69	0.683	90.00	0.156	0.00267	-
A70	0.683	88.00	0.044	0.00073	-
A71	0.683	93.00	0.052	0.00091	-
A72	0.683	93.00	0.037	0.00066	-
A73	0.683	82.00	0.030	0.00047	-
A74	0.683	93.00	0.038	0.00066	-

Calle 1

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A75	0.683	88.00	0.028	0.00046	-
A76	0.683	103.00	0.034	0.00066	-
A77	0.683	94.00	0.043	0.00077	-



Pasaje S/N

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A78	0.683	103.00	0.022	0.00043	-
A79	0.683	87.00	0.017	0.00028	-
A80	0.683	93.00	0.150	0.00264	-
A81	0.683	80.00	0.021	0.00032	-
A82	0.683	103.00	0.038	0.00074	-

Jr. San Pedro

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A83	0.683	93.00	0.124	0.00220	-
A84	0.683	83.00	0.057	0.00089	-
A85	0.683	93.00	0.129	0.00227	-
A86	0.683	103.00	0.040	0.00078	-
A87	0.683	82.00	0.035	0.00055	-
A88	0.683	103.00	0.035	0.00069	-

Jr. Santa Sarita

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A89	0.683	90.00	0.078	0.00133	-
A90	0.683	82.00	0.040	0.00062	-
A91	0.683	93.00	0.069	0.00121	-
A92	0.683	93.00	0.110	0.00195	-
A93	0.683	83.00	0.056	0.00088	-
A94	0.683	93.00	0.110	0.00194	-
A95	0.683	103.00	0.038	0.00074	-
A96	0.683	83.00	0.051	0.00081	-
A97	0.683	103.00	0.034	0.00066	-
A98	0.683	93.00	0.151	0.00266	-
A99	0.683	78.00	0.055	0.00082	-
A100	0.683	103.00	0.039	0.00077	-
A101	0.683	103.00	0.045	0.00087	-
A102	0.683	80.00	0.063	0.00095	-

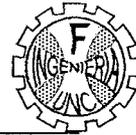


Jr. San Marcos

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A103	0.683	93.00	0.092	0.00163	-
A104	0.683	58.00	0.078	0.00085	-
A105	0.683	94.00	0.092	0.00163	-
A106	0.683	103.00	0.032	0.00063	-
A107	0.683	82.00	0.034	0.00053	-
A108	0.683	103.00	0.035	0.00068	-
A109	0.683	103.00	0.034	0.00067	-
A110	0.683	82.00	0.040	0.00062	-
A111	0.683	103.00	0.036	0.00070	-
A112	0.683	103.00	0.042	0.00082	-
A113	0.683	82.00	0.053	0.00083	-
A114	0.683	103.00	0.044	0.00085	-

Jr. San Andrés

Sector	C	I (mm/hr)	Area (há)	Q (m3/s)	Observac
A115	0.683	91.00	0.142	0.00246	-
A116	0.683	78.00	0.057	0.00084	-
A117	0.683	94.00	0.090	0.00160	-
A118	0.683	93.00	0.190	0.00336	-
A119	0.683	82.00	0.036	0.00057	-
A120	0.683	103.00	0.024	0.00048	-
A121	0.683	83.00	0.046	0.00073	-
A122	0.683	103.00	0.030	0.00059	-
A123	0.683	103.00	0.050	0.00097	-
A124	0.683	58.00	0.049	0.00053	-
A125	0.683	94.00	0.054	0.00096	-



4.10.3 CALCULO DE CAUDALES HIDROLOGICOS ACUMULADOS POR TRAMO

Tramo	Q por tramo (m ³ /s)	Observac
a	0.00389	
b	0.00408	
c	0.00498	
d	0.00473	
e	0.00544	
f	0.00577	
g	0.00370	
h	0.00281	
i	0.00383	
j	0.00330	
k	0.01038	
l	0.00357	
m	0.00351	
n	0.00353	
o	0.00321	
p	0.00361	
q	0.00688	
r	0.00320	
s	0.00513	
t	0.00210	
u	0.00157	
v	0.00546	
w	0.00224	
x	0.00531	
y	0.00357	



Tramo	Q por tramo (m ³ /s)	Observac
z	0.00298	
a'	0.00179	
b'	0.00189	
c'	0.00204	
d'	0.00239	
e'	0.00536	
f	0.00201	
g'	0.00316	
h'	0.00476	
ĩ	0.00221	
j	0.00292	
k'	0.00316	
l	0.00411	
m'	0.00183	
n'	0.00199	
o'	0.00250	
p'	0.00490	
q'	0.00273	
r'	0.00300	
s'	0.00247	

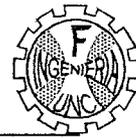


4.10.4 CAUDALES POR PUNTO

Punto	Tramo / Punto	Q (m ³ /s)	Q total (m ³ /s)	Observaciones
1	a	0.00389	0.00389	
2	a	0.00389	0.00796	
	b	0.00408		
3	2	0.00796	0.01518	
	w	0.00224		
	c	0.00498		
4	3	0.01518	0.02180	
	b'	0.00189		
	d	0.00473		
5	e	0.00544	0.00544	
6	5	0.00544	0.01323	
	f'	0.00201		
	f	0.00577		
7	6	0.00397	0.00834	Pasa el 30% del caudal
	i'	0.00066		Pasa el 30% del caudal
	g	0.00370		
8	7	0.00250	0.00586	Pasa el 30% del caudal
	m'	0.00055		Pasa el 30% del caudal
	h	0.00281		
9	8	0.00586	0.01158	
	q'	0.00273		
	r'	0.00300		
10	7	0.00583	0.00911	Pasa el 70% del caudal
	m'	0.00128		Pasa el 70% del caudal
	n'	0.00199		
11	6	0.00926	0.01373	Pasa el 70% del caudal
	i'	0.00155		Pasa el 70% del caudal
	j'	0.00292		
12	11	0.00961	0.01276	Pasa el 70% del caudal
	k'	0.00316		
13	o'	0.00250	0.00250	
14	s'	0.00247	0.00247	
15	i	0.00383	0.00383	
16	15	0.00383	0.00713	
	j	0.00330		
17	16	0.00214	0.01359	Pasa el 30% del caudal
	y	0.00107		Pasa el 30% del caudal
	k	0.01038		
18	l	0.00357	0.00357	
19	18	0.00357	0.00707	
	m	0.00351		
20	19	0.00212	0.00660	Pasa el 30% del caudal
	g'	0.00095		Pasa el 30% del caudal
	n	0.00353		
21	20	0.00660	0.00981	
	o	0.00321		
22	21	0.00981	0.01342	
	p	0.00361		
23	q	0.00688	0.00688	



Punto	Tramo / Punto	Q (m ³ /s)	Q total (m ³ /s)	Observac
24	23	0.00206	0.00580	Pasa el 30% del caudal
	a'	0.00054		Pasa el 30% del caudal
	r	0.00320		
25	24	0.00580	0.01093	
	s	0.00513		
26	t	0.00210	0.00449	
	d'	0.00239		
27	26	0.00449	0.00653	
	c'	0.00204		
28	v	0.00546	0.00546	
29	u	0.00157	0.00157	
30	a'	0.00179	0.00179	
31	23	0.00481	0.00904	Pasa el 70% del caudal
	30	0.00125		Pasa el 70% del caudal
	z	0.00298		
32	31	0.00904	0.01261	
	y	0.00357		
33	32	0.00883	0.01913	Pasa el 70% del caudal
	16	0.00499		Pasa el 70% del caudal
	x	0.00531		
34	33	0.01339	0.01563	Pasa el 70% del caudal
	w	0.00224		
35	b'	0.00189	0.00189	
36	e'	0.00536	0.00536	
37	36	0.00375	0.00576	Pasa el 70% del caudal
	f'	0.00201		
38	g'	0.00316	0.00316	
39	38	0.00221	0.01192	Pasa el 70% del caudal
	19	0.00495		Pasa el 70% del caudal
	h'	0.00476		
40	39	0.00834	0.01055	Pasa el 70% del caudal
	i'	0.00221		
41	l'	0.00411	0.00411	
42	41	0.00288	0.00471	Pasa el 70% del caudal
	m'	0.00183		
43	p'	0.00490	0.00490	
44	43	0.00343	0.00616	Pasa el 70% del caudal
	q'	0.00273		



4.10.5 CALCULO DE LAS CAPACIDADES HIDRAULICAS

Jr. Luz y Esperanza

Punto 1

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0039} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

- $Q_{descarga}$: Caudal de escorrentía en el punto de descarga
 $Q_{capac \text{ hidraul}}$: Capacidad hidráulica de la calle
 y : Profundidad del agua en el brocal
 S_x : Pendiente transversal de la calle
 S_0 : Pendiente longitud de la calle
 n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{descarga} = \boxed{0.0039} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{2.70} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{5.98\%}$$

$$S_x = \boxed{2.00\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_t = 1952.14 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_f = 1149.96 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1604.37 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1.604 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.604 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0039 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 2

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00796 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.75 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.84\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1756.24 \text{ L/seg}$$

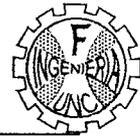
$$Q_f = 815.48 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 1881.51 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 1.882 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.88 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.008 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 3

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01518 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.50 \text{ m}$$

$$S_0 = 5.18\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac. \text{hidraul}} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1816.87 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 537.46 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2558.83 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2.559 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.56 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.015 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 4

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.02180 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.20 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.53\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{\text{capac. hidraul}} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1699.06 \text{ L/seg}$$

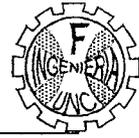
$$Q_f = 707.56 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1983.01 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.983 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.98 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.022 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 5

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00544 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.62\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1715.86 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 679.81 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 2072.10 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 2.072 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.07 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.005 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 6

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01323 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.20 \text{ m}$$

$$S_0 = 3.66\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1527.22 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 636.00 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 1782.44 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac.hidraul} = 1.782 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.78 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.013 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 7

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00834 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.10 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.27\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac. \text{hidraul}} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1649.58 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 544.70 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac. \text{hidraul}} = 2209.76 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac. \text{hidraul}} = 2.210 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.21 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.008 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 8

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00586 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.30 \text{ m}$$

$$S_0 = 3.60\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

$$Q_{capac. hidraul} = 2(Q_i - Q_f)$$

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * S_0^{1/2} * y^{8/3}$$

Resultado

$$Q_i = 1514.65 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 473.65 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac. hidraul} = 2081.99 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac. hidraul} = 2.082 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.08 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.006 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. San Luís

Punto 15

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0047} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

- Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga
 $Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle
 y : Profundidad del agua en el brocal
 S_x : Pendiente transversal de la calle
 S_0 : Pendiente longitudinal de la calle
 n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0038} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{6.60} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{5.55\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1880.64 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 400.69 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 2959.91 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 2.960 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.96 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0038 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 16

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00713 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.60 \text{ m}$$

$$S_0 = 5.54\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1878.95 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 400.33 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2957.24 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2.957 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.96 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.007 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 17

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01359 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.28\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1651.51 \text{ L/seg}$$

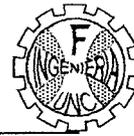
$$Q_r = 374.66 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 2553.71 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 2.554 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.55 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.014 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 18

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00357 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.25 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.28\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1651.51 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 392.34 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 2518.35 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 2.518 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.52 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.004 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 19

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00707 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.90 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.60\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1712.14 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_f = 331.07 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 2762.13 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 2.762 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.76 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.007 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots\text{ok}$$



Punto 20

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00660 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 7.05 \text{ m}$$

$$S_0 = 5.44\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1861.91 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_r = 342.53 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 3038.77 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 3.039 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$3.04 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.007 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 21

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00981 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.60 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.24\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1643.78 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 350.22 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2587.11 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 2.587 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$2.59 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.010 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 22

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01342 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.10 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.12\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 844.83 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_r = 360.58 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 968.51 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 0.969 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.97 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.013 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. 23 de Setiembre

Punto 23

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0069} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hídrica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitudinal de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0069} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{3.55} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{4.63\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1717.71 \text{ Lt/seg}$$

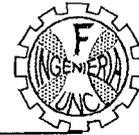
$$Q_r = 835.97 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 1763.49 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 1.763 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.76 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0069 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 24

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00580 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 5.40\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1855.06 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 934.69 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1840.73 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1.841 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.84 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.006 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 25

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01093 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.55 \text{ m}$$

$$S_0 = 4.77\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1743.49 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_r = 848.51 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1789.96 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1.790 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.79 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.011 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 26

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00449 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.60 \text{ m}$$

$$S_0 = 3.98\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 1592.58 \text{ Lt/seg}$$

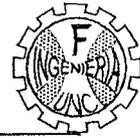
$$Q_r = 766.07 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1653.01 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1.653 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.65 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.004 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Pasaje Virgen del Rosario

Punto 28

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \boxed{0.0055} \text{ m}^3\text{/seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0055} \text{ m}^3\text{/seg}$$

$$T = \boxed{3.30} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{1.21\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_c = 878.12 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_r = 452.69 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 850.85 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 0.851 \text{ m}^3\text{/seg}$$

Comprobación

$$0.85 \text{ m}^3\text{/seg} > 0.0055 \text{ m}^3\text{/seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 29

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00157 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.65 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.78\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 705.03 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 262.10 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 885.85 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.886 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.89 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.002 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. Perea

Punto 30

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0018} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidraul}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0018} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{6.50} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{0.33\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 458.58 \text{ Lt/seg}$$

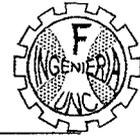
$$Q_r = 100.84 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 715.49 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.715 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.72 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0018 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 31

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00904 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 7.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 2.08\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1151.31 \text{ L/seg}$$

$$Q_t = 187.84 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1926.94 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.927 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.93 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.009 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 32

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01261 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 7.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.93\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_1 = 1109.02 \text{ L}/\text{seg}$$

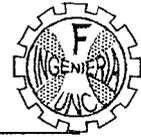
$$Q_2 = 180.94 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1856.16 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.856 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.86 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.013 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 33

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01913 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.70 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.89\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 753.10 \text{ L/seg}$$

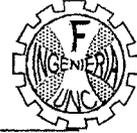
$$Q_r = 155.41 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1195.38 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.195 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.20 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.019 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 34

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01563 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 8.05 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.43\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 954.61 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 122.71 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1663.81 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1.664 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.66 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.016 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Calle 1

Punto 35

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \boxed{0.0019} \text{ m}^3\text{/seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac. hidraul}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0019} \text{ m}^3\text{/seg}$$

$$T = \boxed{3.90} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{2.17\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 1175.95 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 526.83 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1298.24 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.298 \text{ m}^3\text{/seg}$$

Comprobación

$$1.30 \text{ m}^3\text{/seg} > 0.0019 \text{ m}^3\text{/seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Pasaje S/N

Punto 26

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0045} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0045} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{3.30} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{0.31\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 444.47 \text{ L/seg}$$

$$Q_t = 229.14 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 430.67 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 0.431 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.43 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0045 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 27

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00653 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.25 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.71\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 672.65 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 350.74 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 643.83 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.644 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.64 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.007 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. San Pedro

Punto 36

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \boxed{0.0054} \text{ m}^3\text{/seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac. hidraul}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0054} \text{ m}^3\text{/seg}$$

$$T = \boxed{3.20} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{1.15\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 856.07 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 451.46 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 809.22 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.809 \text{ m}^3\text{/seg}$$

Comprobación

$$0.81 \text{ m}^3\text{/seg} > 0.0054 \text{ m}^3\text{/seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 37

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00576 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.25 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.37\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 934.37 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 384.33 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1100.09 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac\ hidraul} = 1.100 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.10 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.006 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. Santa Sarita

Punto 38

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \boxed{0.0032} \text{ m}^3\text{/seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0032} \text{ m}^3\text{/seg}$$

$$T = \boxed{4.85} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{1.15\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 856.07 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 302.12 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 1107.91 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 1.108 \text{ m}^3\text{/seg}$$

Comprobación

$$1.11 \text{ m}^3\text{/seg} > 0.0032 \text{ m}^3\text{/seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 39

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01192 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.85 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.89\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 753.10 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 201.56 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1103.09 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1.103 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.10 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.012 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 40

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.01055 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 7.20 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.89\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 753.10 \text{ L/seg}$$

$$Q_i = 131.68 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1242.84 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1.243 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.24 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.011 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 11

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01373 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 7.05 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.38\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 492.10 \text{ L/seg}$$

$$Q_r = 90.53 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 803.14 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.803 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.80 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.014 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 12

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01276 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.75 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.36\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 478.97 \text{ L/seg}$$

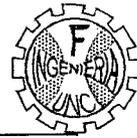
$$Q_r = 97.26 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 763.42 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 0.763 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.76 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.013 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. San Marcos

Punto 41

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \boxed{0.0041} \text{ m}^3\text{/seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrentía en el punto de descarga

$Q_{\text{capac hidráulica}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0041} \text{ m}^3\text{/seg}$$

$$T = \boxed{7.60} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{0.02\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 112.90 \text{ L/seg}$$

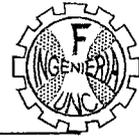
$$Q_r = 17.15 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 191.48 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidráulica}} = 0.191 \text{ m}^3\text{/seg}$$

Comprobación

$$0.19 \text{ m}^3\text{/seg} > 0.0041 \text{ m}^3\text{/seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 42

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00471 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 4.60 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.29\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 906.68 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_r = 341.43 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1130.51 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 1.131 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.13 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.005 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 10

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00911 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.60 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.99\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 794.29 \text{ L}/\text{seg}$$

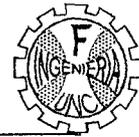
$$Q_r = 228.42 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1131.73 \text{ L}/\text{seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 1.132 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.13 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.009 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 13

Datos:

$$Q_{descarga} = 0.00250 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 6.55 \text{ m}$$

$$S_o = 0.58\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_i = 607.96 \text{ L/seg}$$

$$Q_f = 131.60 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 952.72 \text{ L/seg}$$

$$Q_{capac \text{ hidraul}} = 0.953 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.95 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.002 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Jr. San Andrés

Punto 43

$$Q \text{ (m/s)} = \boxed{0.0049} \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. Capacidad Hidráulica de la Calle

Q_{descarga} : Caudal de escorrenría en el punto de descarga

$Q_{\text{capac. hidraul}}$: Capacidad hidráulica de la calle

y : Profundidad del agua en el brocal

S_x : Pendiente transversal de la calle

S_0 : Pendiente longitud de la calle

n : Coeficiente de rugosidad de maning

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = \boxed{0.0049} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = \boxed{5.05} \text{ m}$$

$$S_0 = \boxed{0.51\%}$$

$$S_x = \boxed{2.0\%}$$

$$n = \boxed{0.015}$$

$$y = \boxed{15} \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_s = 570.09 \text{ Lt/seg}$$

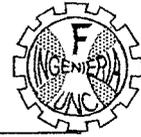
$$Q_r = 190.79 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac. hidraul}} = 758.60 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac. hidraul}} = 0.759 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.76 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.0049 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 44

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00616 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 3.70 \text{ m}$$

$$S_0 = 1.61\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 1012.92 \text{ L/seg}$$

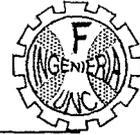
$$Q_r = 475.93 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1073.98 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidrául}} = 1.074 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$1.07 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.006 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 9

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.01158 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.25 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.77\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 700.50 \text{ L/seg}$$

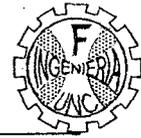
$$Q_r = 222.08 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 956.83 \text{ L/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.957 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comprobación

$$0.96 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.012 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



Punto 14

Datos:

$$Q_{\text{descarga}} = 0.00247 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$T = 5.40 \text{ m}$$

$$S_0 = 0.02\%$$

$$S_x = 2.0\%$$

$$n = 0.015$$

$$y = 15 \text{ cm}$$

Resultado

$$Q_t = 112.90 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_f = 34.34 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 157.11 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{\text{capac hidraul}} = 0.157 \text{ m}^3/\text{seg}$$

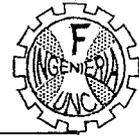
Comprobación

$$0.16 \text{ m}^3/\text{seg} > 0.002 \text{ m}^3/\text{seg} \rightarrow \dots \text{ok}$$



COMPARATIVO ENTRE CAUDAL HIDRAULICO Y CAUDAL
HIDROLOGICO ACUMULADO POR TRAMO

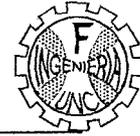
Punto	Q hidrológico acumulado (m ³ /s)	Q hidráulico (m ³ /s)
1	0.00389	1.6044
2	0.00796	1.8815
3	0.01518	2.5588
4	0.02180	1.9830
5	0.00544	2.0721
6	0.01323	1.7824
7	0.00834	2.2098
8	0.00586	2.0820
9	0.01158	0.9568
10	0.00911	1.1317
11	0.01373	0.8031
12	0.01276	0.7634
13	0.00250	0.9527
14	0.00247	0.1571
15	0.00383	2.9599
16	0.00713	2.9572
17	0.01359	2.5537
18	0.00357	2.5184
19	0.00707	2.7621
20	0.00660	3.0388
21	0.00981	2.5871
22	0.01342	0.9685
23	0.00688	1.7635
24	0.00580	1.8407
25	0.01093	1.7900



Tramo	Q por tramo (m ³ /s)	Q hidráulico (m ³ /s)
26	0.00449	1.6530
27	0.00653	0.6438
28	0.00546	0.8508
29	0.00157	0.8859
30	0.00179	0.7155
31	0.00904	1.9269
32	0.01261	1.8562
33	0.01913	1.1954
34	0.01563	1.6638
35	0.00189	1.2982
36	0.00536	0.8092
37	0.00576	1.1001
38	0.00316	1.1079
39	0.01192	1.1031
40	0.01055	1.2428
41	0.00411	0.1915
42	0.00471	1.1305
43	0.00490	0.7586
44	0.00616	1.0740

Del cuadro anterior podemos deducir que la capacidad de caudal hidráulico de las calles es superior a los caudales hidrológicos acumulados que podría recorrerlas; por lo que se podría obviar el diseño de cunetas. Sin embargo teniendo en cuenta los caudales hidrológicos acumulados de calles colindantes a la zona en estudio y por continuidad de diseño de obras de arte, se ha proyectado la construcción de cunetas de sección similar a la ya existentes. En tal sentido, las cunetas serán de sección triangular de 50 cm de ancho por 30 cm de profundidad.

A continuación se realizará la verificación de las velocidades de flujo en cada tramo, para evitar que excedan los 3 m/s y por ende la erosión de los mismos.



4.10.6 CALCULO DE VELOCIDADES EN CADA TRAMO

Se calculará las velocidades de flujo en cada tramo, para evitar que sean mayores a 3 m/s. De ser el caso se tendrá que diseñar y construir cunetas mínimas.

Para esto calcularemos el tirante Y (tirante de agua) para el caudal acumulado por tramo, así como el ancho de inundación T utilizando la siguiente expresión:

$$Y \text{ (cm.)} = \frac{Q_t * S * n}{0.00175 * S^{1/2}}$$

El ancho de inundación, se obtiene con la siguiente expresión:

$$Y = T * S_x \rightarrow T = Y / S_x$$

Dónde:

T = Ancho de inundación

Y = tirante de agua

S_x = Pendiente transversal de la calle (bombeo)

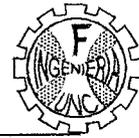
Para un bombeo de 2%, la formula será:

$$T \text{ (m)} = 50 * Y / 100$$

Entonces, el área de la sección será:

$$A \text{ (m}^2\text{)} = T * Y$$

A partir de los datos obtenidos para el área de la sección (A) y para el tirante de agua (Y), se calcula la velocidad mediante la siguiente expresión:



$$V = \frac{(0.00000175 * S^{1/2} * Y^{8/3})}{(S_0 * n * A)}$$

Dónde:

- V = Velocidad en (m/s).
- A = Área de la sección (m²).
- S₀ = bombeo en decimales.
- S_x = Pendiente de la calle (en decimales).
- Y = Tirante de agua (cm).

A continuación se muestran las velocidades para cada tramo:



Punto / Tramo	Q (m ³ /s)	So (bombeo)	n	S (pendiente)	Y (cm)	T (m)	A (m ²)	Velocidad (m/s)
1	0.00389	0.02	0.015	0.0598	1.4083	0.7041	0.0099	0.3584
2	0.00796	0.02	0.015	0.0484	2.3364	1.1682	0.0273	0.4519
3	0.01518	0.02	0.015	0.0518	4.7646	2.3823	0.1135	0.7518
4	0.02180	0.02	0.015	0.0453	5.9866	2.9933	0.1792	0.8187
5	0.00544	0.02	0.015	0.0462	1.5237	0.7618	0.0116	0.3320
6	0.01323	0.02	0.015	0.0366	2.9346	1.4673	0.0431	0.4575
7	0.00834	0.02	0.015	0.0427	2.1571	1.0786	0.0233	0.4025
8	0.00586	0.02	0.015	0.0360	1.2783	0.6391	0.0082	0.2607
9	0.01158	0.02	0.015	0.0077	0.5404	0.2702	0.0015	0.0679
10	0.00911	0.02	0.015	0.0099	0.5464	0.2732	0.0015	0.0776
11	0.01373	0.02	0.015	0.0038	0.3161	0.1581	0.0005	0.0334
12	0.01276	0.02	0.015	0.0036	0.2785	0.1393	0.0004	0.0299
13	0.00250	0.02	0.015	0.0058	0.0878	0.0439	0.0000	0.0176
14	0.00247	0.02	0.015	0.0002	0.0030	0.0015	0.0000	0.0003
15	0.00383	0.02	0.015	0.0555	1.2894	0.6447	0.0083	0.3256
16	0.00713	0.02	0.015	0.0554	2.3940	1.1970	0.0287	0.4914
17	0.01359	0.02	0.015	0.0428	3.5246	1.7623	0.0621	0.5590
18	0.00357	0.02	0.015	0.0428	0.9249	0.4624	0.0043	0.2291
19	0.00707	0.02	0.015	0.0460	1.9713	0.9856	0.0194	0.3934
20	0.00660	0.02	0.015	0.0544	2.1749	1.0875	0.0237	0.4568
21	0.00981	0.02	0.015	0.0424	2.5209	1.2605	0.0318	0.4450
22	0.01342	0.02	0.015	0.0112	0.9113	0.4556	0.0042	0.1161
23	0.00688	0.02	0.015	0.0463	1.9299	0.9650	0.0186	0.3891
24	0.00580	0.02	0.015	0.0540	1.8993	0.9496	0.0180	0.4158
25	0.01093	0.02	0.015	0.0477	3.1605	1.5802	0.0499	0.5488



Punto / Tramo	Q (m3/s)	So (bombeo)	n	S (pendiente)	Y (cm)	T	A (m2)	Velocidad (m/s)
26	0.00449	0.02	0.015	0.0398	1.0826	0.5413	0.0059	0.2454
27	0.00653	0.02	0.015	0.0071	0.2808	0.1404	0.0004	0.0422
28	0.00546	0.02	0.015	0.0121	0.4001	0.2000	0.0008	0.0697
29	0.00157	0.02	0.015	0.0078	0.0743	0.0372	0.0000	0.0182
30	0.00179	0.02	0.015	0.0033	0.0358	0.0179	0.0000	0.0073
31	0.00904	0.02	0.015	0.0208	1.1400	0.5700	0.0065	0.1836
32	0.01261	0.02	0.015	0.0193	1.4751	0.7376	0.0109	0.2100
33	0.01913	0.02	0.015	0.0089	1.0320	0.5160	0.0053	0.1124
34	0.01563	0.02	0.015	0.0143	1.3545	0.6773	0.0092	0.1708
35	0.00189	0.02	0.015	0.0217	0.2492	0.1246	0.0003	0.0680
36	0.00536	0.02	0.015	0.0115	0.3733	0.1866	0.0007	0.0649
37	0.00576	0.02	0.015	0.0137	0.4785	0.2392	0.0011	0.0835
38	0.00316	0.02	0.015	0.0115	0.2204	0.1102	0.0002	0.0456
39	0.01192	0.02	0.015	0.0089	0.6430	0.3215	0.0021	0.0820
40	0.01055	0.02	0.015	0.0089	0.5692	0.2846	0.0016	0.0756
41	0.00411	0.02	0.015	0.0002	0.0050	0.0025	0.0000	0.0005
42	0.00471	0.02	0.015	0.0129	0.3683	0.1842	0.0007	0.0681
43	0.00490	0.02	0.015	0.0051	0.1514	0.0757	0.0001	0.0237
44	0.00616	0.02	0.015	0.0161	0.6006	0.3003	0.0018	0.1054



4.11 SEÑALIZACIÓN

4.11.1 SEÑALES REGULADORAS DE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

Estas señales se colocaran en las partes altas de las paredes de las viviendas.

4.11.2 SEÑALES PREVENTIVAS Y REGULADORAS DE VELOCIDAD

Se colocaran en las zonas próximas a instituciones educativas.

4.11.3 PARE

Serán colocadas en aquellas zonas que necesiten restricción de movimientos bruscos de vehículos.

4.11.4 MARCAS EN EL PAVIMENTO

Se colocaran en todas las vías para facilitar el paso de peatones y/o informar sobre la presencia de peatones y/o vehículos.



CAPITULO V

PRESENTACION

DE RESULTADOS

Y SELECCIÓN DE

ALTERNATIVAS



V. CAPITULO V: PRESENTACION DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO

Área levantada	15,000 m ²
Longitud de ejes levantados	2758.23 ml
Tipo de topografía	Llana (0% - 10%)
Equidistancia	0.10 – 0.25 m.
Cota máxima	2,696.50 msnm
Cota mínima	2,675.00 msnm

5.2 DISEÑO GEOMETRICO

CALLE	ANCHO CALZADA (m)	Nº DE CARRILES	ANCHO VEREDA (m)	BOMBEO (%)	Nº CUNETAS	ANCHO CUNETAS (m)	ANCHO DE VIA	TIPO DE VIA
23 de Septiembre	3.40 - 3.60	1	0.90	2	2	0.50	6.20 - 6.40	Secundaria
Virgen del Rosario	3.30 - 5.15	1	0.60	2	1	0.50	5.00 - 6.85	Secundaria
Perea	6.50 - 8.05	2	1.20	2	2	0.50	9.90 - 11.45	Principal
Calle I	3.90	1	0.90	2	1	0.50	6.20	Secundaria
San Pedro	3.20 - 5.25	1	0.90	2	2	0.50	6.00 - 8.05	Secundaria
Santa Sarita	4.85 - 7.20	1	1.20	2	2	0.50	8.25 - 10.60	Principal
San Marcos	4.60 - 7.60	1	0.90	2	2	0.50	7.40 - 10.40	Secundaria
San Andrés	3.70 - 5.40	1	0.90	2	2	0.50	6.50 - 8.20	Secundaria
Pasaje S/N	3.25 - 3.30	1	0.60	2	1	0.50	4.95 - 5.00	Secundaria
San Luis	4.10 - 7.05	2	1.20	2	2	0.50	7.50 - 10.45	Principal
Luz y Esperanza	2.70 - 5.50	1	0.90	2	2	0.50	5.50 - 8.30	Secundaria



5.3 RESULTADOS DE PARAMETROS FISICOS Y MECANICOS

CALICATA N°	ESTRATO N°	PROFUND. (m)	GRANULOMETRIA				CLASIFICACION		PROPIEDADES FISICAS					PARAMETROS FISICOS			CBR %	COMPACTACION		
			PASA				SUCS	AASHO	LIMITES DE CONSISTENCIA (%)			CC*	G	W %	Cu	Cc		Cr	C.O.H.	M.D.
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200			LL	LP	IP									
1	1	0.85	37.48	33.79	26.55	8.72	GC	A-1-a	16.23	N.P.	N.P.	0.056	2.688	1.28	140.00	0.09	--	--	--	--
	2	1.50	99.80	99.20	94.42	64.96	CL	A-6	29.68	16.15	13.54	0.138	2.632	4.55	--	--	1.86	4.40%	19.90%	1.660
2	1	1.50	79.96	74.98	64.86	28.30	SC	A-2-6	37.38	14.29	23.09	0.192	2.591	8.65	--	--	1.24	14.70%	10.00%	1.910
3	1	1.50	96.76	95.40	87.00	46.10	SC	A-6	21.09	13.96	7.14	0.078	2.604	4.05	--	--	2.39	12.25%	12.10%	1.830
4	1	1.50	80.60	79.40	69.80	11.32	SC	A-2-6	31.32	15.30	16.01	0.149	2.653	2.87	5.15	1.85	1.78	15.00%	8.00%	1.990
5	1	1.50	82.30	77.76	69.02	35.40	SC	A-6	29.96	13.44	16.52	0.140	2.604	6.31	--	--	1.43	15.40%	10.70%	1.935
6	1	1.50	100.00	99.82	96.26	58.14	CL	A-7-6	22.49	15.01	7.49	0.087	2.597	2.44	--	--	2.68	5.60%	12.70%	1.852
7	1	1.50	99.42	99.14	94.14	33.22	SC	A-2-6	28.48	11.61	16.86	0.129	2.618	8.12	--	--	1.21	15.50%	7.80%	1.850
8	1	0.95	32.67	30.08	24.28	9.62	GC	A-1-a	17.38	N.P.	N.P.	0.052	2.653	4.28	314.29	2.60	--	15.45%	10.90%	1.900
	2	1.50	93.74	93.14	85.76	34.82	CL	A-2-6	28.66	15.02	13.64	0.131	2.625	2.25	--	--	1.94	--	--	--
9	1	1.00	50.50	47.87	44.09	25.04	SC-SM	A-2-7	23.38	16.44	6.94	0.094	2.639	3.20	--	--	2.91	--	--	--
	2	1.50	85.18	84.22	80.90	56.78	CL	A-6	25.68	15.83	9.85	0.110	2.646	3.09	--	--	2.29	4.50%	20.05%	1.690
10	1	1.50	81.90	79.20	70.10	41.66	SC	A-6	25.05	16.44	8.60	0.105	2.625	7.44	--	--	2.05	10.75%	12.35%	1.905
			* CC = índice de compresión (Skempton)				W = contenido natural de humedad		Cc = coeficiente de curvatura			C.O.H. = contenido óptimo de humedad								
			G = peso específico				Cu = coeficiente de uniformidad		Cr = consistencia relativa			M.D. = máxima densidad								



5.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO

DESCRIPCION	ESPESOR (m)
CALZADA	
LOSA DE CONCRETO ($f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)	0.20
SUB BASE GRANULAR	0.30
VEREDAS ($f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$)	0.10
SUB BASE GRANULAR	0.10
AREA A PAVIMENTAR	14,113 m ²

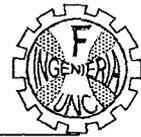
5.5 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

CALLE	ANCHO DE CUNETAS	
	IZQUIERDA (m)	DERECHA (m)
23 de Septiembre	0.50	0.50
Virgen del Rosario	0.50	----
Perea	0.50	0.50
Calle 1	---	0.50
San Pedro	0.50	0.50
Santa Sarita	0.50	0.50
San Marcos	0.50	0.50
San Andrés	0.50	0.50
Pasaje S/N	----	0.50
San Luís	0.50	0.50
Luz y Esperanza	0.50	0.50



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



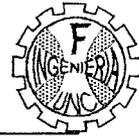
VI. CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se han diseñado las pendientes de las vías en base a la gradiente del terreno, de acuerdo a nuestro levantamiento topográfico.
- El diseño del pavimento rígido se ha realizado en función de los parámetros físicos mecánicos del suelo y en función al estudio del tráfico realizado.
- Las obras de arte se han planteado en base al estudio hidrológico y a las pendientes del terreno en la zona.

6.2 RECOMENDACIONES

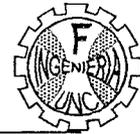
- Se recomienda formular, aprobar y ejecutar proyectos de saneamiento en la Urbanización Santa Rosa de Lima, I y II etapas; con el propósito de favorecer la ejecución de obras de pavimentación.
- Se recomienda coordinar y concertar con los propietarios de lotes en la zona de estudio, con la finalidad de uniformizar el ancho de vías existentes y con el ello la realización de proyectos de pavimentación.
- El presente Proyecto contempla el diseño de cunetas abiertas de sección triangular de 0.50 m. de ancho x 0.30 m. de profundidad, básicamente por efectos de continuidad de obras de arte existentes en las calles alledañas. Sin embargo, se recomienda para futuros



proyectos de pavimentación de vías, analizar, diseñar y proponer un sistema de obras de arte canalizado por debajo de las veredas, con la finalidad de minimizar riesgos existentes en la actualidad, como daños por caídas de personas, daños a la propiedad (vehículos) y otros que se generan al tener obras de arte abiertas con secciones muy pronunciadas.



ANEXOS



COSTOS Y PRESUPUESTOS



PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO: ESTUDIO DE LA PAVIMENTACIÓN EN LA URRANIZACIÓN SANTA ROSA DE LIMA I, II ETAPA

UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

SOLICITANTE:

FECHA: JUNIO DEL 2014

Nº	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	CU.	PARCIAL	SUB TOTAL
1.00.00	CALZADAS, BERMAS Y VEREDAS					
1.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES					30,033.76
1.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN CON MAQUINARIA	m2	14,113.39	0.70	9,872.79	
1.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	14,113.39	1.43	20,160.97	
1.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,469,235.32
1.02.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m3	6,100.85	10.89	66,431.43	
1.02.02	RELLENO A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m3	66.83	10.85	725.32	
1.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	6,939.12	8.76	60,790.15	
1.02.04	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CALZADA	m2	14,113.39	9.51	134,285.36	
1.02.05	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS	m2	4,949.07	4.32	21,360.19	
1.02.06	SUB BASE GRANULAR (CALZADA Y BERMAS e=0.30 m)	m2	14,113.39	68.99	973,654.41	
1.02.07	SUB BASE GRANULAR (VEREDAS e=0.10 m)	m2	4,949.07	42.83	211,988.46	
1.03.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,774,873.94
1.03.01	LOSA DE CONCRETO f _c =210 Kg/cm ² (CALZADA Y BERMAS e=0.20 m)	m2	14,113.39	100.63	1,420,183.19	
1.03.03	LOSA DE CONCRETO f _c =140 Kg/cm ² (VEREDAS e=0.10 m)	m2	4,949.07	60.93	301,550.13	
1.03.05	RAMPAS DE CONCRETO PARA DISCAPACITADOS	und	78.00	681.29	53,140.62	
1.04.00	OTROS					81,865.61
1.04.01	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION	ml	5,992.54	12.86	77,044.04	
1.04.02	NIVELACION DE BUZONES (h = 0.30 m), HACIA ABAJO	und	9.00	197.84	1,780.54	
1.04.03	NIVELACION DE BUZONES (h = 0.30 m), HACIA ARRIBA	und	12.00	253.42	3,041.04	
2.00.00	CUNETAS					
2.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					231,202.51
2.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE A MANO	m3	2,594.56	32.13	83,363.36	
2.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A MANO	m3	3,243.21	25.20	81,728.78	
2.01.03	RELLENO, NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CUNETAS	m2	2,594.56	4.39	11,904.73	
2.01.04	SUB BASE GRANULAR (CUNETAS e=0.10 m)	m2	2,594.56	20.89	54,205.64	
2.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					285,260.46
2.02.01	LOSA DE CONCRETO f _c =140 Kg/cm ² (CUNETAS e=0.10 m)	m2	2,594.56	63.55	164,875.49	
2.02.02	SARDINEL EN CUNETAS f _c =140 Kg/cm ² , 0.10 x 0.30 m	ml	4,717.39	25.52	120,384.96	
3.00.00	SEÑALIZACION					29,340.88
3.01.00	CONSTRUCCION DE SEÑALES	und	50.00	324.60	16,230.00	
3.02.00	COLOCACION DE SEÑALES	und	50.00	59.52	2,975.75	
3.03.00	SEÑALES EN PAVIMENTO	und	117.00	86.63	10,135.13	
COSTO DIRECTO - CD S/.						3,901,812.47
GASTOS GENERALES (10% CD) S/.						390,181.25
UTILIDAD (8% CD) S/.						312,145.00
SUB TOTAL S/.						4,604,138.72
IGV S/.						828,744.97
COSTO TOTAL S/.						5,432,883.69



INSUMOS GENERALES

PROYECTO: ESTUDIO DE LA PAVIMENTACIÓN EN LA URBANIZACIÓN SANTA ROSA DE LIMA I, II ETAPA

UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

SOLICITANTE

FECHA: JUNIO DEL 2014

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					971,619.30
	CAPATAZ	hh	1,671.70	15.00	25,075.53
	TOPOGRAFO	hh	225.81	17.50	3,951.75
	OPERARIO	hh	15,181.94	10.00	151,819.37
	OFICIAL	hh	15,006.62	8.75	131,307.94
	PEON	hh	87,928.63	7.50	659,464.71
MATERIALES					1,999,132.47
	YESO (BOLSA 5 KG)	bl	70.57	8.00	564.54
	ESTACA DE MADERA	uod	1,411.34	1.00	1,411.34
	PINTURA ESMALTE	gl	4.23	35.00	148.19
	MATERIAL GRANULAR	m3	6,235.47	100.00	623,547.48
	AGUA	m3	2,094.79	10.00	20,947.92
	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	5,289.13	5.00	26,445.66
	CLAVOS P/MADERA 3"	kg	3,793.67	5.00	18,968.34
	MADERA EUCALIPTO	p2	11,759.29	5.00	58,796.46
	ARENA GRUESA	m3	1,831.51	100.00	183,151.24
	PIEDRA CIANCADA 1/2" - 3/4"	m3	2,602.77	100.00	260,277.00
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl	32,616.10	23.00	750,170.41
	ASFALTO RC-250	gl	808.99	50.00	40,449.62
	KEROSENE	gl	119.85	0.00	0.00
	LEÑA	tercio	479.40	5.00	2,397.01
	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	192.00	3.50	672.00
	ACERO LISO	kg	5.00	3.50	17.50
	PINTURA REFLECTORIZANTE	gl	5.00	100.00	500.00
	PLANCHA GALVANIZADA 1/16"	m2	37.50	150.00	5,625.00
	TUBO F"Ø" 2"	m1	200.00	15.00	3,000.00
	ARENA FINA	m3	2.00	100.00	200.00
	PINTURA ESMALTE	gl	40.95	30.00	1,228.50
	THINER ACRILICO	gl	40.95	15.00	614.25
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					931,060.71
	DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%	0.05	971,619.30	48,580.96
	TRACTOR DE ORUGAS D6	hm	308.78	224.00	69,167.70
	NIVEL	hc	225.81	10.00	2,258.14
	TEODOLITO	hc	225.81	20.00	4,516.28
	MIRAS Y JALONES	hc	225.81	5.00	1,129.07
	VOLQUETE 15 m3	hm	947.54	98.00	92,859.07
	CARGADOR FRONTAL 950	hm	947.54	196.00	185,718.13
	CAMION CISTERNA 10 m3	hm	1,145.27	98.00	112,236.95
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 9 TN	hm	848.33	140.00	118,766.31
	MOTONIVELADORA 140H	hm	848.33	196.00	166,272.84
	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7	hm	1,568.31	20.00	31,366.26
	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	hm	3,178.51	20.00	63,570.17
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP	hm	1,881.79	15.00	28,226.78
	COMPRESORA NEUMATICA #7HP	hm	319.60	20.00	6,392.04
TOTAL COSTO DIRECTO - CD S/.					3,901,812.47



ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO DE LA PAVIMENTACIÓN EN LA URBANIZACIÓN SANTA ROSA DE LIMA I, II ETAPA

UBICACIÓN: CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

SOLICITANTE:

FECHA: JUNIO DEL 2014

1.01.01 LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN CON MAQUINARIA

Rendimiento (m2/DÍA) 3,000.00 EQ. 3,000.00 Costo unitario directo por : m2 0.70

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					0.10
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0003	15.00	0.00
OPERARIO	hh	0.5000	0.0013	10.00	0.01
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00
PEON	hh	4.0000	0.0107	7.50	0.08
Equipos y Herramientas					0.60
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.10	0.00
TRACTOR DE ORUGAS D6	hm	1.0000	0.0027	224.00	0.60

1.01.02 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

Rendimiento (m2/DÍA) 500.00 EQ. 500.00 Costo unitario directo por : m2 1.43

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					0.66
CAPATAZ	hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00
TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	17.50	0.28
OPERARIO	hh	0.0000	0.0000	10.00	0.00
OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	8.75	0.14
PEON	hh	2.0000	0.0320	7.50	0.24
Materiales					0.18
CLAVOS	kg		0.0050	5.00	0.03
YESO (BOLSA 5 KG)	bl		0.0050	8.00	0.04
ESTACA DE MADERA	und		0.1000	1.00	0.10
PINTURA ESMALTE	g		0.0003	35.00	0.01
Equipos y Herramientas					0.59
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.66	0.03
NIVEL	hc	1.0000	0.0160	10.00	0.16
TEODOLITO	hc	1.0000	0.0160	20.00	0.32
MIRAS Y JALONES	hu	1.0000	0.0160	5.00	0.08



1.02.01		CORTE A NIVEL DE SUBRAS ANTE CON MAQUINARIA				
Rendimiento (m3/DIA)	180.00	EQ.	180.00	Costo unitario directo por : m3	10.89	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0089	15.00	0.13	
OPERARIO	hh	0.2000	0.0089	10.00	0.09	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	2.0000	0.0889	7.50	0.67	
Equipos y Herramientas						
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.89	0.04	
TRACTOR DE ORUGAS D6	hm	1.0000	0.0444	224.00	9.96	
1.02.02		RELLENO A NIVEL DE SUBRAS ANTE CON MAQUINARIA				
Rendimiento (m3/DIA)	350.00	EQ.	350.00	Costo unitario directo por : m3	10.85	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0089	15.00	0.13	
OPERARIO	hh	0.2000	0.0089	10.00	0.09	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	2.0000	0.0889	7.50	0.67	
Equipos y Herramientas						
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.89	0.04	
CAMION CISTERNA 10 m3	1.0000	1.0000	0.02	98.00	2.24	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 9 TN	1.0000	1.0000	0.02	140.00	3.20	
MOTONIVELADORA 140H	1.0000	1.0000	0.02	196.00	4.48	
1.02.03		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA				
Rendimiento (m3/DIA)	300.00	EQ.	300.00	Costo unitario directo por : m3	8.76	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00	
OPERARIO	hh	0.2000	0.0053	10.00	0.05	
OFICIAL	hh	0.1000	0.0027	8.75	0.02	
PEON	hh	4.0000	0.1067	7.50	0.80	
Equipos y Herramientas						
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.88	0.04	
VOLQUETE 8 m3	hm	1.0000	0.0267	98.00	2.61	
CARGADOR FRONTAL 950	hm	1.0000	0.0267	196.00	5.23	



1.02.04 NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CALZADA						
Rendimiento (m2/DIA)	400.00	EQ.	400.00	Costo unitario directo por : m2	9.51	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						0.80
CAPATAZ	hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00	
OPERARIO	hh	0.1000	0.0020	10.00	0.02	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	8.75	0.18	
PEON	hh	4.0000	0.0800	7.50	0.60	
Equipos y Herramientas						8.72
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.80	0.04	
CAMION CISTERNA 10 m3	hm	1.0000	0.0200	98.00	1.96	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 9 TN	hm	1.0000	0.0200	140.00	2.80	
MOTONIVELADORA 140H	hm	1.0000	0.0200	196.00	3.92	
1.02.05 NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS						
Rendimiento (m2/DIA)	100.00	EQ.	100.00	Costo unitario directo por : m2	4.32	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						0.72
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	15.00	0.12	
OPERARIO	hh	0.0000	0.0000	10.00	0.00	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	1.0000	0.0800	7.50	0.60	
Equipos y Herramientas						3.60
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	0.72	0.04	
CAMION CISTERNA 10 m3	hm	0.2500	0.0200	98.00	1.96	
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP	hm	1.0000	0.0800	20.00	1.60	



1.02.06		SUB BASE GRANULAR (CALZADA Y BERMAS e=0.30 m.)				
Rendimiento (m2/DIA)	200.00	EQ.	200.00	Costo unitario directo por : m3	68.99	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						1.66
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	15.00	0.06	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	10.00	0.40	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	4.0000	0.1600	7.50	1.20	
Materiales						38.13
MATERIAL GRANULAR	m3		0.3750	100.00	37.50	
AGUA	m3		0.0625	10.00	0.63	
Equipos y Herramientas						29.20
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	1.66	0.08	
VOLQUETE 8 m3	hm	1.0000	0.0400	98.00	3.92	
CARGADOR FRONTAL 950	hm	1.0000	0.0400	196.00	7.84	
CAMION CISTERNA 10 m3	hm	1.0000	0.0400	98.00	3.92	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 9 TN	hm	1.0000	0.0400	140.00	5.60	
MOTONIVELADORA 140H	hm	1.0000	0.0400	196.00	7.84	
1.02.07		SUB BASE GRANULAR (VEREDAS e=0.10 m.)				
Rendimiento (m2/DIA)	50.00	EQ.	50.00	Costo unitario directo por : m3	42.83	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						10.48
CAPATAZ	hh	0.2000	0.0320	15.00	0.48	
OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	10.00	1.60	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	7.0000	1.1200	7.50	8.40	
Materiales						12.95
MATERIAL GRANULAR	m3		0.1250	100.00	12.50	
AGUA	m3		0.0450	10.00	0.45	
Equipos y Herramientas						19.40
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	10.48	0.52	
VOLQUETE 8 m3	hm	0.2500	0.0400	98.00	3.92	
CARGADOR FRONTAL 950	hm	0.2500	0.0400	196.00	7.84	
CAMION CISTERNA 10 m3	hm	0.2500	0.0400	98.00	3.92	
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP	hm	1.0000	0.1600	20.00	3.20	

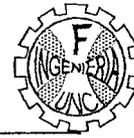


1.03.01 LOSA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm ² (CALZADA Y BERMAS $e=0.20$ m.)						
Rendimiento (m ² /DIA)	60.00	EQ.	60.00	Costo unitario directo por : m ³	100.63	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						26.20
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	15.00	0.20
OPERARIO		hh	4.0000	0.5333	10.00	5.33
OFICIAL		hh	4.0000	0.5333	8.75	4.67
PEON		hh	16.0000	2.1333	7.50	16.00
Materiales						68.45
ALAMBRE NEGRO N° 8		kg		0.2000	5.00	1.00
CLAVOS P/MADERA 3"		kg		0.1400	5.00	0.70
MADERA EUCALIPTO		p2		0.1420	5.00	0.71
ARENA GRUESA		m ³		0.0920	100.00	9.20
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"		m ³		0.1400	100.00	14.00
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		1.8480	23.00	42.50
AGUA		m ³		0.0336	10.00	0.34
Equipos y Herramientas						5.98
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	26.20	1.31
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3		hm	1.0000	0.1333	20.00	2.67
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP		hm	1.0000	0.1333	15.00	2.00

1.03.03 LOSA DE CONCRETO $f'c=140$ Kg/cm ² (VEREDAS $e=0.10$ m.)						
Rendimiento (m ² /DIA)	60.00	EQ.	60.00	Costo unitario directo por : m ³	60.93	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						26.20
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	15.00	0.20
OPERARIO		hh	4.0000	0.5333	10.00	5.33
OFICIAL		hh	4.0000	0.5333	8.75	4.67
PEON		hh	16.0000	2.1333	7.50	16.00
Materiales						30.75
ALAMBRE NEGRO N° 8		kg		0.2000	5.00	1.00
CLAVOS P/MADERA 3"		kg		0.1400	5.00	0.70
MADERA EUCALIPTO		p2		0.1380	5.00	0.69
ARENA GRUESA		m ³		0.0510	100.00	5.10
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"		m ³		0.0700	100.00	7.00
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.7000	23.00	16.10
AGUA		m ³		0.0164	10.00	0.16
Equipos y Herramientas						3.98
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	26.20	1.31
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3		hm	1.0000	0.1333	20.00	2.67



1.03.05 RAMPAS DE CONCRETO PARA DISCAPACITADOS						
Rendimiento (und/DIA)	2.00	EQ.	2.00	Costo unitario directo por : UND	681.29	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						580.00
CAPATAZ	hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00	
OPERARIO	hh	2.0000	8.0000	10.00	80.00	
OFICIAL	hh	4.0000	16.0000	8.75	140.00	
PEON	hh	12.0000	48.0000	7.50	360.00	
Materiales						72.29
CLAVOS P/MADERA 3"	kg		0.0280	5.00	0.14	
MADERA EUCALIPTO	p2		0.1600	5.00	0.80	
ARENA GRUESA	m3		0.1500	100.00	15.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		2.4500	23.00	56.35	
Equipos y Herramientas						29.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	580.00	29.00	
1.04.01 SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION						
Rendimiento (ml/DIA)	150.00	EQ.	150.00	Costo unitario directo por : m3	12.86	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						3.47
CAPATAZ	hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00	
OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	10.00	1.07	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	6.0000	0.3200	7.50	2.40	
Materiales						8.15
ASFALTO RC-250	gl		0.1350	50.00	6.75	
KEROSENE	gl		0.0200	0.00	0.00	
ARENA GRUESA	m3		0.0100	100.00	1.00	
LEÑA	tercio		0.0800	5.00	0.40	
Equipos y Herramientas						1.24
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	3.47	0.17	
COMPRESORA NEUMATICA 87HP	hm	1.0000	0.0533	20.00	1.07	



1.04.02		NIVELACION DE BUZONES (h = 0.30 m), HACIA ABAJO				
Rendimiento (Und/DIA)	2.00	EQ.	2.00	Costo unitario directo por : m3	197.84	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						171.00
CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	15.00	6.00	
OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	10.00	40.00	
OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	8.75	35.00	
PEON	hh	3.0000	12.0000	7.50	90.00	
Materiales						18.29
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2500	5.00	1.25	
CLAVOS P/MADERA 3"	kg		0.5000	5.00	2.50	
MADERA EUCALIPTO	p2		2.0275	5.00	10.14	
ARENA GRUESA	m3		0.0200	100.00	2.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		0.1000	23.00	2.30	
AGUA	m3		0.0100	10.00	0.10	
Equipos y Herramientas						8.55
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	171.00	8.55	
1.04.03		NIVELACION DE BUZONES (h = 0.30 m), HACIA ARRIBA				
Rendimiento (Und/DIA)	2.00	EQ.	2.00	Costo unitario directo por : m3	253.42	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						111.00
CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	15.00	6.00	
OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	10.00	40.00	
OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	8.75	35.00	
PEON	hh	1.0000	4.0000	7.50	30.00	
Materiales						136.87
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		1.0000	5.00	5.00	
CLAVOS P/MADERA 3"	kg		2.0000	5.00	10.00	
MADERA EUCALIPTO	p2		8.1100	5.00	40.55	
ACERO fy=4200 kg/cm2	kg		16.0000	3.50	56.00	
ARENA GRUESA	m3		0.0500	100.00	5.00	
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	m3		0.0500	100.00	5.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		0.6600	23.00	15.18	
AGUA	m3		0.0140	10.00	0.14	
Equipos y Herramientas						5.55
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	111.00	5.55	
2.01.01		CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE A MANO				
Rendimiento (m3/DIA)	20.00	EQ.	20.00	Costo unitario directo por : m2	32.13	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						30.60
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	15.00	0.60	
OPERARIO	hh	0.0000	0.0000	10.00	0.00	
OFICIAL	hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00	
PEON	hh	10.0000	4.0000	7.50	30.00	
Equipos y Herramientas						1.53
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	30.60	1.53	



2.01.02		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A MANO				
Rendimiento (m3/DÍA)	3.00	EQ.	3.00	Costo unitario directo por : m2	25.20	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						24.00
CAPATAZ		hh	0.1000	0.2667	15.00	4.00
OPERARIO		hh	0.0000	0.0000	10.00	0.00
OFICIAL		hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00
PEON		hh	1.0000	2.6667	7.50	20.00
Equipos y Herramientas						1.20
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	24.00	1.20
2.01.03		RELLENO, NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CUNETAS				
Rendimiento (m2/DÍA)	120.00	EQ.	120.00	Costo unitario directo por : m2	4.59	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						3.10
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0067	15.00	0.10
OPERARIO		hh	0.0000	0.0000	10.00	0.00
OFICIAL		hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00
PEON		hh	6.0000	0.4000	7.50	3.00
Equipos y Herramientas						1.49
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	3.10	0.16
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP		hm	1.0000	0.0667	20.00	1.33
2.01.04		SUB BASE GRANULAR (CUNETAS e=0.10 m.)				
Rendimiento (m2/DÍA)	100.00	EQ.	100.00	Costo unitario directo por : m3	20.89	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						6.04
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0160	15.00	0.24
OPERARIO		hh	2.0000	0.1600	10.00	1.60
OFICIAL		hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00
PEON		hh	7.0000	0.5600	7.50	4.20
Materiales						12.95
MATERIAL GRANULAR		m3		0.1250	100.00	12.50
AGUA		m3		0.0450	10.00	0.45
Equipos y Herramientas						1.90
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	6.04	0.30
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA		hm	1.0000	0.0800	20.00	1.60



2.02.01 LOSA DE CONCRETO f'c=140 Kg/cm ² (CUNETAS e=0.10 m.)						
Rendimiento (m ² /DIA)	80.00	EQ.	80.00	Costo unitario directo por : m ²	63.55	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						14.65
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0100	15.00	0.15	
OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	10.00	2.00	
OFICIAL	hh	4.0000	0.4000	8.75	3.50	
PEON	hh	12.0000	1.2000	7.50	9.00	
Materiales						46.16
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	5.00	1.00	
CLAVOS P/MADERA 3"	kg		0.1400	5.00	0.70	
MADERA EUCALIPTO	p2		3.2200	5.00	16.10	
ARENA GRUESA	m ³		0.0510	100.00	5.10	
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	m ³		0.0700	100.00	7.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		0.7000	23.00	16.10	
AGUA	m ³		0.0164	10.00	0.16	
Equipos y Herramientas						2.73
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	14.65	0.73	
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00	
2.02.02 SARDINEL EN CUNETAS f'c=140 Kg/cm ² , 0.10 x 0.30 m.						
Rendimiento (ml/DIA)	100.00	EQ.	100.00	Costo unitario directo por : m	25.52	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						11.72
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	15.00	0.12	
OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	10.00	1.60	
OFICIAL	hh	4.0000	0.3200	8.75	2.80	
PEON	hh	12.0000	0.9600	7.50	7.20	
Materiales						11.61
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	5.00	1.00	
CLAVOS P/MADERA 3"	kg		0.1400	5.00	0.70	
MADERA EUCALIPTO	p2		0.1250	5.00	0.63	
ARENA GRUESA	m ³		0.0161	100.00	1.61	
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	m ³		0.0202	100.00	2.02	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		0.2208	23.00	5.08	
AGUA	m ³		0.0580	10.00	0.58	
Equipos y Herramientas						2.19
HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	11.72	0.59	
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	hm	1.0000	0.0800	20.00	1.60	



3.01.00		CONSTRUCCION DE SEÑALES				
Rendimiento (unD/DIA)	4.00	EQ.	4.00	Costo unitario directo por : m3	324.60	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						135.00
CAPATAZ		hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00
OPERARIO		hh	2.0000	4.0000	10.00	40.00
OFICIAL		hh	2.0000	4.0000	8.75	35.00
PEON		hh	4.0000	8.0000	7.50	60.00
Materiales						182.85
ACERO LISO		kg		0.1000	3.50	0.35
PINTURA REFLECTORIZANTE		gf		0.1000	100.00	10.00
PLANCHA GALVANIZADA 1/16"		m2		0.7500	150.00	112.50
TUBO 1"X2"		ml		4.0000	15.00	60.00
Equipos y Herramientas						6.75
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	135.00	6.75
3.02.00		COLOCACION DE SEÑALES				
Rendimiento (unD/DIA)	8.00	EQ.	8.00	Costo unitario directo por : m3	59.52	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						41.50
CAPATAZ		hh	0.1000	0.1000	15.00	1.50
OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	10.00	10.00
OFICIAL		hh	0.0000	0.0000	8.75	0.00
PEON		hh	4.0000	4.0000	7.50	30.00
Materiales						15.94
ARENA FINA		m3		0.0400	100.00	4.00
PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"		m3		0.0590	100.00	5.90
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.2500	23.00	5.75
AGUA		m3		0.0290	10.00	0.29
Equipos y Herramientas						2.08
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	41.50	2.08
3.03.00		SEÑALES EN PAVIMENTO				
Rendimiento (unD/DIA)	4.00	EQ.	4.00	Costo unitario directo por : m3	86.63	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						67.50
CAPATAZ		hh	0.0000	0.0000	15.00	0.00
OPERARIO		hh	1.0000	2.0000	10.00	20.00
OFICIAL		hh	1.0000	2.0000	8.75	17.50
PEON		hh	2.0000	4.0000	7.50	30.00
Materiales						15.75
PINTURA ESMALTE		gf		0.3500	30.00	10.50
TINER ACRILICO		gf		0.3500	15.00	5.25
Equipos y Herramientas						3.38
HERRAMIENTAS MANUALES		%		0.0500	67.50	3.38



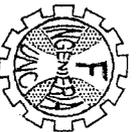
PLANILLA DE METRADOS



N°	DESCRIPCIÓN	UND	CALLE	SECCION	LARGO	ANCHO	ALTURA	N° VECES	SUB TOTAL	TOTAL
1.00.00	CAJAZADAS, BERMAS Y VEREDAS									
1.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES									
1.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN CON MAQUINARIA	m2								14,113.39
			Jr. 23 de Setiembre	1-1	92.77	3.55	-	-	329.33	
				2-2	65.95	3.40	-	-	224.23	
				3-3	60.14	3.55	-	-	213.50	
				4-4	28.53	3.60	-	-	102.71	
			Posajo S/N	28-28	45.30	3.30	-	-	149.49	
				29-29	32.45	3.25	-	-	105.46	
			Jr. San Luis	5-5	93.50	6.60	-	-	617.10	
				6-6	125.99	6.40	-	-	806.34	
				7-7	57.60	6.25	-	-	360.00	
				8-8	53.32	6.90	-	-	367.91	
				9-9	52.59	7.05	-	-	370.76	
				10-10	54.00	6.60	-	-	356.40	
				11-11	59.80	4.10	-	-	245.18	
				12-12	55.88	2.70	-	-	150.88	
			Jr. Luz y Esperanza	13-13	52.08	3.75	-	-	195.30	
				14-14	68.28	5.50	-	-	375.54	
				15-15	64.36	4.20	-	-	270.31	
				16-16	51.87	4.40	-	-	228.23	
				17-17	53.61	4.20	-	-	225.16	
				18-18	50.13	5.10	-	-	255.66	
				19-19	40.04	5.30	-	-	212.21	
			Psje. Virgen del Rosario	20-20	42.07	5.15	-	-	216.66	
				21-21	38.32	3.30	-	-	126.46	
				22-22	51.88	4.65	-	-	241.24	
			Jr. Perua	23-23	32.40	6.50	-	-	210.60	
				24-24	98.60	7.40	-	-	729.64	
				25-25	85.80	6.70	-	-	574.86	
				26-26	49.02	8.05	-	-	394.61	
			Calle N° 1	27-27	44.32	3.90	-	-	172.85	
				30-30	37.99	5.25	-	-	199.45	
			Jr. San Pedro	31-31	29.09	3.20	-	-	93.09	
				32-32	59.06	4.25	-	-	251.01	
			Jr. Santa Rufina	33-33	61.00	4.85	-	-	295.85	
				34-34	57.70	5.85	-	-	337.55	
				35-35	57.30	7.20	-	-	412.56	
				36-36	76.90	7.05	-	-	542.15	
				37-37	53.04	6.75	-	-	358.02	
			Jr. San Marcos	38-38	72.70	7.60	-	-	552.52	
				39-39	57.50	4.60	-	-	264.50	
				40-40	57.80	5.60	-	-	323.68	
				41-41	62.75	6.55	-	-	411.01	
			Jr. San Andrés	42-42	76.20	5.05	-	-	384.81	
				43-43	53.30	3.70	-	-	197.21	
				44-44	60.20	5.25	-	-	316.05	
				45-45	63.95	5.40	-	-	345.33	



1.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	Jr. 23 de Setiembre	247.39	3.53	-	-	872.05	14,113.39
			Pasaje S/N	77.75	3.28	-	-	254.63	
			Jr. San Luis	436.25	6.27	-	-	2,735.91	
			Jr. Luz y Esperanza	436.25	4.39	-	-	1,916.77	
			Psje. Virgen del Rosario	132.27	4.37	-	-	577.58	
			Jr. Perea	265.82	7.16	-	-	1,903.94	
			Calle N° 1	44.32	3.90	-	-	172.85	
			Jr. San Pedro	126.14	4.23	-	-	533.99	
			Jr. Santa Sarita	305.94	6.34	-	-	1,939.66	
			Jr. San Marcos	250.75	6.09	-	-	1,526.44	
Jr. San Andrés	253.65	4.85	-	-	1,230.20				
1.02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
1.02.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m3	Jr. 23 de Setiembre					367.49	6,100.85
			Pasaje S/N					121.14	
			Jr. San Luis					1,140.33	
			Jr. Luz y Esperanza					782.07	
			Psje. Virgen del Rosario					159.07	
			Jr. Perea					942.51	
			Calle N° 1					99.28	
			Jr. San Pedro					219.35	
			Jr. Santa Sarita					1,039.72	
			Jr. San Marcos					628.66	
Jr. San Andrés					601.22				
1.02.02	RELLENO A NIVEL DE SUBRASANTE CON MAQUINARIA	m3	Jr. 23 de Setiembre					21.82	66.83
			Pasaje S/N					-	
			Jr. San Luis					19.51	
			Jr. Luz y Esperanza					12.21	
			Psje. Virgen del Rosario					0.79	
			Jr. Perea					3.06	
			Calle N° 1					0.01	
			Jr. San Pedro					0.69	
			Jr. Santa Sarita					0.33	
			Jr. San Marcos					1.83	
Jr. San Andrés					6.57				



1.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	Jr. 23 de Setiembre				397.52	6,939.12
			Pasaje S/N				139.32	
			Jr. San Luis				1,288.94	
			Jr. Luz y Esperanza				885.34	
			Psje. Virgen del Rosario				182.03	
			Jr. Perea				1,080.36	
			Calle Nº 1				114.16	
			Jr. San Pedro				251.45	
			Jr. Santa Sarita				1,195.29	
			Jr. San Marcos				720.85	
Jr. San Andrés				683.85				
1.02.04	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CALZADA	m2	Jr. 23 de Setiembre	247.39	3.53		872.05	14,113.39
			Pasaje S/N	77.75	3.28		254.63	
			Jr. San Luis	436.25	6.27		2,735.91	
			Jr. Luz y Esperanza	436.25	4.39		1,916.77	
			Psje. Virgen del Rosario	132.27	4.37		577.58	
			Jr. Perea	265.82	7.16		1,903.94	
			Calle Nº 1	44.32	3.90		172.85	
			Jr. San Pedro	126.14	4.23		533.99	
			Jr. Santa Sarita	305.94	6.34		1,939.66	
			Jr. San Marcos	250.75	6.09		1,526.44	
Jr. San Andrés	253.65	4.85		1,230.20				
1.02.05	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS	m2	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.90	2.00	435.01	4,949.07
			Pasaje S/N	77.75	0.60	2.00	93.30	
			Jr. San Luis	490.52	1.20	2.00	1,177.25	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.90	2.00	771.86	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.60	2.00	146.28	
			Jr. Perea	238.39	1.20	2.00	572.14	
			Calle Nº 1	44.32	0.90	2.00	79.78	
			Jr. San Pedro	115.25	0.90	2.00	207.45	
			Jr. Santa Sarita	277.15	1.20	2.00	665.16	
			Jr. San Marcos	220.45	0.90	2.00	396.81	
Jr. San Andrés	224.47	0.90	2.00	404.05				



1.02.06	SUB BASE GRANULAR (CALZADA Y BERMAS e=0.30 m.)	m2	Jr. 23 de Setiembre	247.39	3.53		872.05	14,113.39
			Pasaje S/N	77.75	3.28		254.63	
			Jr. San Luis	436.25	6.27		2,735.91	
			Jr. Luz y Esperanza	436.25	4.39		1,916.77	
			Psje. Virgen del Rosario	132.27	4.37		577.58	
			Jr. Perea	265.82	7.16		1,903.94	
			Calle N° 1	44.32	3.90		172.85	
			Jr. San Pedro	126.14	4.23		533.99	
			Jr. Santa Sarita	305.94	6.34		1,939.66	
			Jr. San Marcos	250.75	6.09		1,526.44	
Jr. San Andrés	253.65	4.85		1,230.20				
1.02.07	SUB BASE GRANULAR (VEREDAS e=0.10 m.)	m2	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.90	2.00	435.01	4,949.07
			Pasaje S/N	77.75	0.60	2.00	93.30	
			Jr. San Luis	490.52	1.20	2.00	1,177.25	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.90	2.00	771.86	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.60	2.00	146.28	
			Jr. Perea	238.39	1.20	2.00	572.14	
			Calle N° 1	44.32	0.90	2.00	79.78	
			Jr. San Pedro	115.25	0.90	2.00	207.45	
			Jr. Santa Sarita	277.15	1.20	2.00	665.16	
			Jr. San Marcos	220.45	0.90	2.00	396.81	
Jr. San Andrés	224.47	0.90	2.00	404.05				
1.03.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
1.03.01	LOSA DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ (CALZADA e=0.20 m.)	m2	Jr. 23 de Setiembre	247.39	3.53		872.05	14,113.39
			Pasaje S/N	77.75	3.28		254.63	
			Jr. San Luis	436.25	6.27		2,735.91	
			Jr. Luz y Esperanza	436.25	4.39		1,916.77	
			Psje. Virgen del Rosario	132.27	4.37		577.58	
			Jr. Perea	265.82	7.16		1,903.94	
			Calle N° 1	44.32	3.90		172.85	
			Jr. San Pedro	126.14	4.23		533.99	
			Jr. Santa Sarita	305.94	6.34		1,939.66	
			Jr. San Marcos	250.75	6.09		1,526.44	
Jr. San Andrés	253.65	4.85		1,230.20				



1.03.03	LOSA DE CONCRETO $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ (VEREDAS $e=0.10 \text{ m}$)	m ²	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.90	2.00	435.01	4,949.07
			Pasaje S/N	77.75	0.60	2.00	93.30	
			Jr. San Luis	490.52	1.20	2.00	1,177.25	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.90	2.00	771.86	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.60	2.00	146.28	
			Jr. Perea	238.39	1.20	2.00	572.14	
			Calle N° 1	44.32	0.90	2.00	79.78	
			Jr. San Pedro	115.25	0.90	2.00	207.45	
			Jr. Santa Sarita	277.15	1.20	2.00	665.16	
			Jr. San Marcos	220.45	0.90	2.00	396.81	
			Jr. San Andrés	224.47	0.90	2.00	404.05	
1.03.05	RAMPAS DE CONCRETO PARA DISCAPACITADOS	und	Jr. 23 de Setiembre			6.00	6.00	78.00
			Pasaje S/N			2.00	2.00	
			Jr. San Luis			10.00	10.00	
			Jr. Luz y Esperanza			14.00	14.00	
			Psje. Virgen del Rosario			4.00	4.00	
			Jr. Perea			10.00	10.00	
			Calle N° 1			2.00	2.00	
			Jr. San Pedro			4.00	4.00	
			Jr. Santa Sarita			10.00	10.00	
			Jr. San Marcos			8.00	8.00	
Jr. San Andrés			8.00	8.00				
1.04.00 OTROS								
1.04.01	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION	ml	Jr. 23 de Setiembre	465.40			465.40	5,992.54
			Pasaje S/N	141.41			141.41	
			Jr. San Luis	1,120.23			1,120.23	
			Jr. Luz y Esperanza	915.44			915.44	
			Psje. Virgen del Rosario	276.66			276.66	
			Jr. Perea	741.80			741.80	
			Calle N° 1	87.53			87.53	
			Jr. San Pedro	259.64			259.64	
			Jr. Santa Sarita	790.85			790.85	
			Jr. San Marcos	632.36			632.36	
Jr. San Andrés	561.20			561.20				



1.04.02	BAJADA DE BUZONES (h = 0.30 m)	und	Jr. 23 de Setiembre	1.00				1.00	9.00
			Pasaje S/N	-				-	
			Jr. San Luis	2.00				2.00	
			Jr. Luz y Esperanza	-				-	
			Paje. Virgen del Rosario	-				-	
			Jr. Perca	2.00				2.00	
			Calle N° 1	-				-	
			Jr. San Pedro	1.00				1.00	
			Jr. Santa Sarita	3.00				3.00	
			Jr. San Marcos	-				-	
Jr. San Andrés	-				-				
1.04.03	ELEVACION DE BUZONES (h = 0.30 m)	und	Jr. 23 de Setiembre	2.00				2.00	12.00
			Pasaje S/N	-				-	
			Jr. San Luis	3.00				3.00	
			Jr. Luz y Esperanza	4.00				4.00	
			Paje. Virgen del Rosario	-				-	
			Jr. Perca	1.00				1.00	
			Calle N° 1	-				-	
			Jr. San Pedro	-				-	
			Jr. Santa Sarita	1.00				1.00	
			Jr. San Marcos	-				-	
Jr. San Andrés	1.00				1.00				
2.00.00 CUNETAS									
2.01.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
2.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE A MANO	m³	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.55	0.30	2.00	265.84	2,594.56
			Pasaje S/N	77.75	0.55	0.30	1.00	42.76	
			Jr. San Luis	490.52	0.55	0.30	2.00	539.57	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.55	0.30	2.00	471.69	
			Paje. Virgen del Rosario	121.90	0.55	0.30	1.00	67.05	
			Jr. Perca	238.39	0.55	0.30	2.00	262.23	
			Calle N° 1	44.32	0.55	0.30	1.00	24.38	
			Jr. San Pedro	115.25	0.55	0.30	2.00	126.78	
			Jr. Santa Sarita	277.15	0.55	0.30	2.00	304.87	
			Jr. San Marcos	220.45	0.55	0.30	2.00	242.50	
Jr. San Andrés	224.47	0.55	0.30	2.00	246.92				



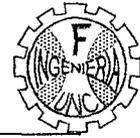
2.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A MANO	m3	Jr. 23 de Setiembre					332.30	3,243.21
			Pasaje S/N					53.45	
			Jr. San Luis					674.47	
			Jr. Luz y Esperanza					589.61	
			Psje. Virgen del Rosario					83.81	
			Jr. Perea					327.79	
			Calle Nº 1					30.47	
			Jr. San Pedro					158.47	
			Jr. Santa Sarita					381.08	
			Jr. San Marcos					303.12	
			Jr. San Andrés					308.65	
2.01.03	RELLENO, NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN CUNETAS	m2	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.55		2.00	265.84	2,594.56
			Pasaje S/N	77.75	0.55		1.00	42.76	
			Jr. San Luis	490.52	0.55		2.00	539.57	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.55		2.00	471.69	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.55		1.00	67.05	
			Jr. Perea	238.39	0.55		2.00	262.23	
			Calle Nº 1	44.32	0.55		1.00	24.38	
			Jr. San Pedro	115.25	0.55		2.00	126.78	
			Jr. Santa Sarita	277.15	0.55		2.00	304.87	
			Jr. San Marcos	220.45	0.55		2.00	242.50	
			Jr. San Andrés	224.47	0.55		2.00	246.92	
2.01.04	SUB BASE GRANULAR (CUNETAS e=0.10 m)	m2	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.55		2.00	265.84	2,594.56
			Pasaje S/N	77.75	0.55		1.00	42.76	
			Jr. San Luis	490.52	0.55		2.00	539.57	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.55		2.00	471.69	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.55		1.00	67.05	
			Jr. Perea	238.39	0.55		2.00	262.23	
			Calle Nº 1	44.32	0.55		1.00	24.38	
			Jr. San Pedro	115.25	0.55		2.00	126.78	
			Jr. Santa Sarita	277.15	0.55		2.00	304.87	
			Jr. San Marcos	220.45	0.55		2.00	242.50	
			Jr. San Andrés	224.47	0.55		2.00	246.92	



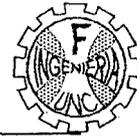
2.02.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
2.02.01	LOSA DE CONCRETO $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ (CUNETAS $e=0.10 \text{ m}$)	m ²	Jr. 23 de Setiembre	241.67	0.55	2.00	265.84	2,594.56
			Pasaje S/N	77.75	0.55	1.00	42.76	
			Jr. San Luis	490.52	0.55	2.00	539.57	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81	0.55	2.00	471.69	
			Psje. Virgen del Rosario	121.90	0.55	1.00	67.05	
			Jr. Perea	238.39	0.55	2.00	262.23	
			Calle N° 1	44.32	0.55	1.00	24.38	
			Jr. San Pedro	115.25	0.55	2.00	126.78	
			Jr. Santa Sarita	277.15	0.55	2.00	304.87	
			Jr. San Marcos	220.45	0.55	2.00	242.50	
			Jr. San Andrés	224.47	0.55	2.00	246.92	
			Jr. 23 de Setiembre	241.67		2.00	483.34	
			Pasaje S/N	77.75		1.00	77.75	
			Jr. San Luis	490.52		2.00	981.04	
Jr. Luz y Esperanza	428.81		2.00	857.62				
2.02.02	SARDINEL EN CUNETAS $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$, $0.10 \times 0.30 \text{ m}$	ml	Psje. Virgen del Rosario	121.90		1.00	121.90	4,717.39
			Jr. Perea	238.39		2.00	476.78	
			Calle N° 1	44.32		1.00	44.32	
			Jr. San Pedro	115.25		2.00	230.50	
			Jr. Santa Sarita	277.15		2.00	554.30	
			Jr. San Marcos	220.45		2.00	440.90	
			Jr. San Andrés	224.47		2.00	448.94	
			Jr. 23 de Setiembre	241.67		2.00	483.34	
			Pasaje S/N	77.75		1.00	77.75	
			Jr. San Luis	490.52		2.00	981.04	
			Jr. Luz y Esperanza	428.81		2.00	857.62	



3.00.00 SEÑALIZACION										
3.01.00	CONSTRUCCION DE SEÑALES	und	Jr. 23 de Setiembre					4.00	4.00	50.00
			Pasaje S/N					1.00	1.00	
			Jr. San Luis					8.00	8.00	
			Jr. Luz y Esperanza					8.00	8.00	
			Psje. Virgen del Rosario					2.00	2.00	
			Jr. Perea					5.00	5.00	
			Calle N° 1					1.00	1.00	
			Jr. San Pedro					5.00	5.00	
			Jr. Santa Sarita					6.00	6.00	
			Jr. San Marcos					5.00	5.00	
Jr. San Andrés					5.00	5.00				
3.02.00	COLOCACION DE SEÑALES	und	Jr. 23 de Setiembre					4.00	4.00	50.00
			Pasaje S/N					1.00	1.00	
			Jr. San Luis					8.00	8.00	
			Jr. Luz y Esperanza					8.00	8.00	
			Psje. Virgen del Rosario					2.00	2.00	
			Jr. Perea					5.00	5.00	
			Calle N° 1					1.00	1.00	
			Jr. San Pedro					5.00	5.00	
			Jr. Santa Sarita					6.00	6.00	
			Jr. San Marcos					5.00	5.00	
Jr. San Andrés					5.00	5.00				
3.03.00	SEÑALES EN PAVIMENTO	und	Jr. 23 de Setiembre					9.00	9.00	117.00
			Pasaje S/N					3.00	3.00	
			Jr. San Luis					25.00	25.00	
			Jr. Luz y Esperanza					15.00	15.00	
			Psje. Virgen del Rosario					3.00	3.00	
			Jr. Perea					15.00	15.00	
			Calle N° 1					3.00	3.00	
			Jr. San Pedro					6.00	6.00	
			Jr. Santa Sarita					16.00	16.00	
			Jr. San Marcos					12.00	12.00	
Jr. San Andrés					10.00	10.00				



METRADOS DE EXPLANACIONES



JR. LUZ Y ESPERANZA

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	1.61	0.49			
0+020	20	0.60	0.70	12.34	1.14	
0+040	20	1.38	0.70	2.77	3.77	
0+080	20	1.94	0.32	9.16	2.36	
0+080	20	1.70	0.45	16.65	0.45	
0+100	20	2.17	0.00	13.44	0.94	
0+120	20	2.09	0.00	42.60	0.00	
0+140	20	2.07	0.00	41.60	0.00	
0+160	20	1.55	0.22	36.20	0.00	
0+180	20	1.60	0.16	13.57	0.27	
0+200	20	0.87	0.40	14.55	0.15	
0+220	20	2.20	0.00	5.96	1.26	
0+240	20	5.32	0.00	75.20	0.00	
0+260	20	5.63	0.00	109.50	0.00	
0+280	20	3.60	0.00	92.30	0.00	
0+300	20	2.58	0.12	61.80	0.00	
0+320	20	2.65	0.09	24.65	0.05	
0+340	20	1.64	0.36	25.63	0.03	
0+360	20	1.72	0.48	13.45	0.65	
0+380	20	3.28	0.00	13.45	1.05	
0+400	20	1.48	0.12	47.60	0.00	
0+420	20	1.28	0.00	13.69	0.09	
0+440	20	1.72	0.00	30.00	0.00	
0+460	20	1.44	0.00	31.60	0.00	
0+479.58	19.58	2.07	0.00	34.36	0.00	
TOTAL				782.07	12.21	

PASAJE S/N

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	1.78	0.00			
0+020	20	2.89	0.00	46.70	0.00	
0+040	20	0.62	0.00	35.10	0.00	
0+060	20	1.88	0.00	25.00	0.00	
0+077.30	7.30	2.05	0.00	14.34	0.00	
TOTAL				121.14	0.00	

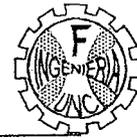


JR SAN LUIS

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	2.34	0.42			
0+020	20	0.75	0.60	19.84	0.64	
0+040	20	0.54	0.86	4.17	2.67	
0+060	20	2.00	0.41	2.08	5.28	
0+080	20	3.35	0.00	16.60	0.70	
0+100	20	2.06	0.41	54.10	0.00	
0+120	20	5.39	0.00	17.18	0.68	
0+140	20	4.02	0.00	94.10	0.00	
0+160	20	4.72	0.00	87.40	0.00	
0+180	20	4.67	0.00	93.90	0.00	
0+200	20	3.00	0.02	76.70	0.00	
0+220	20	2.85	0.43	29.79	0.00	
0+240	20	4.36	0.00	24.76	0.56	
0+260	20	2.43	0.29	67.90	0.00	
0+280	20	1.36	0.79	21.71	0.31	
0+300	20	3.43	0.00	8.60	2.90	
0+320	20	4.52	0.00	78.50	0.00	
0+340	20	3.10	0.23	76.20	0.00	
0+360	20	2.23	0.43	28.86	0.16	
0+380	20	1.64	0.67	18.70	0.70	
0+400	20	1.73	0.55	11.64	1.94	
0+420	20	2.45	0.46	13.13	1.33	
0+440	20	3.08	0.00	20.63	0.73	
0+460	20	3.90	0.00	69.80	0.00	
0+480	20	2.60	0.52	65.00	0.00	
0+500	20	4.60	0.00	21.67	0.87	
0+520	20	3.73	0.14	83.30	0.00	
0+538.4	18.4	3.78	0.00	33.07	0.05	
TOTAL				1140.33	19.51	

JR 23 DE SETIEMBRE

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	2.28	0.00			
0+020	20	0.24	0.68	25.20	0.00	
0+040	20	0.20	0.77	0.63	5.03	
0+060	20	0.81	0.52	0.41	6.11	
0+080	20	2.46	0.00	4.93	2.03	
0+100	20	2.06	0.00	45.20	0.00	
0+120	20	0.74	0.82	28.00	0.00	
0+140	20	1.14	0.32	3.51	4.31	
0+160	20	3.02	0.00	8.90	0.70	
0+180	20	2.46	0.00	54.80	0.00	
0+200	20	2.36	0.00	48.20	0.00	
0+220	20	3.22	0.00	55.80	0.00	
0+240	20	2.37	0.00	55.90	0.00	
0+260	20	0.65	0.70	30.20	0.00	
0+280	20	1.76	0.07	3.13	3.63	
0+283.16	3.16	2.32	0.00	2.67	0.00	
TOTAL				367.49	21.82	



JR VIRGEN DEL ROSARIO

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	2.72	0.15			
0+020	20	1.08	0.30	25.78	0.08	
0+040	20	2.04	0.10	8.45	0.65	
0+060	20	1.98	0.00	19.45	0.05	
0+080	20	2.10	0.00	40.80	0.00	
0+100	20	1.89	0.04	39.90	0.00	
0+120	20	3.80	0.00	18.51	0.01	
0+132.38	2.38	1.40	0.19	6.19	0.00	
TOTAL				159.07	0.79	

JR PEREA

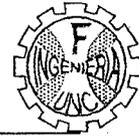
PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	3.81	0.00			
0+020	20	3.92	0.00	77.30	0.00	
0+040	20	5.20	0.00	91.20	0.00	
0+060	20	7.09	0.00	122.90	0.00	
0+080	20	5.34	0.00	124.30	0.00	
0+100	20	3.90	0.00	92.40	0.00	
0+120	20	3.19	0.14	70.90	0.00	
0+140	20	2.61	0.36	30.56	0.06	
0+160	20	1.44	0.60	22.94	0.44	
0+180	20	2.07	0.43	10.15	1.76	
0+200	20	3.30	0.15	17.14	0.74	
0+220	20	3.35	0.00	31.57	0.07	
0+240	20	4.89	0.00	82.40	0.00	
0+260	20	7.47	0.00	123.60	0.00	
0+265.82	7.07	5.30	0.00	45.14	0.00	
TOTAL				942.51	3.06	

CALLE 1

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	2.86	0.00			
0+020	20	2.22	0.00	50.80	0.00	
0+040	20	2.18	0.11	44.00	0.00	
0+044.32	4.32	2.25	0.17	4.48	0.01	
TOTAL				99.28	0.01	

JR SAN PEDRO

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	3.32	0.14			
0+020	20	1.93	0.00	31.86	0.06	
0+040	20	1.11	0.27	30.40	0.00	
0+060	20	2.85	0.00	8.93	0.53	
0+080	20	3.13	0.00	59.80	0.00	
0+100	20	2.68	0.03	58.10	0.00	
0+120	20	1.43	0.24	26.50	0.00	
0+126.14	6.14	1.36	0.11	3.76	0.11	
TOTAL				219.35	0.69	

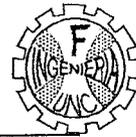


JR SANTA SARITA

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	4.31	0.00			
0+020	20	4.12	0.00	84.30	0.00	
0+040	20	4.64	0.00	87.60	0.00	
0+060	20	4.45	0.00	90.90	0.00	
0+080	20	3.50	0.00	79.50	0.00	
0+100	20	3.16	0.34	66.60	0.00	
0+120	20	4.02	0.01	28.53	0.33	
0+140	20	4.42	0.00	40.10	0.00	
0+160	20	3.94	0.00	83.60	0.00	
0+180	20	3.89	0.00	79.30	0.00	
0+200	20	3.59	0.00	74.80	0.00	
0+220	20	3.45	0.00	70.40	0.00	
0+240	20	3.46	0.00	69.10	0.00	
0+260	20	2.88	0.00	63.40	0.00	
0+280	20	2.41	0.00	52.90	0.00	
0+300	20	2.83	0.00	52.40	0.00	
0+305.94	5.94	2.99	0.00	17.29	0.00	
TOTAL				1039.72	0.33	

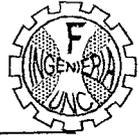
JR SAN MARCOS

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m2)		VOLUMEN (m3)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	4.35	0.04	0.00	0.00	
0+020	20	3.29	0.11	43.10	0.00	
0+040	20	4.47	0.00	31.84	0.04	
0+060	20	4.26	0.00	87.30	0.00	
0+080	20	3.57	0.00	78.30	0.00	
0+100	20	2.54	0.07	61.10	0.00	
0+120	20	1.36	0.41	24.72	0.02	
0+140	20	2.13	0.25	10.45	0.95	
0+160	20	2.11	0.32	19.06	0.26	
0+180	20	2.87	0.21	18.32	0.42	
0+200	20	3.80	0.00	26.74	0.14	
0+220	20	4.72	0.00	85.20	0.00	
0+240	20	4.69	0.00	94.10	0.00	
0+250.75	10.75	4.32	0.00	48.43	0.00	
TOTAL				628.66	1.83	

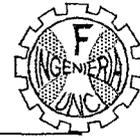


JR SAN ANDRES

PROGRESIVA	DISTANCIA (m)	AREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)		OBSERVACIONES
		CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000	0	3.30	0.00			
0+020	20	2.40	0.00	57.00	0.00	
0+040	20	2.78	0.00	51.80	0.00	
0+060	20	3.70	0.00	64.80	0.00	
0+080	20	2.15	0.00	58.50	0.00	
0+100	20	0.46	0.54	26.10	0.00	
0+120	20	1.34	0.86	2.12	2.92	
0+140	20	2.01	0.00	8.09	3.49	
0+160	20	2.42	0.21	44.30	0.00	
0+180	20	3.43	0.00	22.27	0.17	
0+200	20	2.78	0.00	62.10	0.00	
0+220	20	3.87	0.00	66.50	0.00	
0+240	20	4.64	0.00	85.10	0.00	
0+253.65	13.65	3.06	0.00	52.55	0.00	
TOTAL				601.22	6.57	



ESPECIFICACIONES TECNICAS



GENERALIDADES:

Las Especificaciones Técnicas han sido elaboradas teniendo en consideración los siguientes criterios:

A. CONSIDERACIONES GENERALES:

Comprende las especificaciones referentes al proceso constructivo y a la calidad de los materiales a emplearse; las mismas que deben ceñirse a las recomendaciones del Reglamento Nacional de Construcciones.

B. CONSIDERACIONES PARTICULARES:

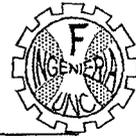
Como su nombre indica, incluyen la gama de variaciones en cuanto a tratamiento y aplicación de las partidas, las cuales por su naturaleza son susceptibles a cambios debido a que:

- Si el clima y las variaciones atmosféricas incidieran notablemente en el comportamiento de los materiales, se hará necesario realizar un tratamiento especial en cuanto al proceso constructivo y dosificaciones en sí.
- Las observaciones y experiencias realizadas "insitu", durante el transcurso de la obra, completarán el presente documento, previamente avaladas por la institución responsable de su ejecución.

C. COMPATIBILIZACIÓN Y COMPLEMENTOS:

El objetivo de las especificaciones técnicas es dar las pautas generales a seguirse en cuanto a calidades, procedimientos y acabados durante la ejecución de la obra, como complemento de los planos, memorias y metrados. Todos los materiales deberán cumplir con las normas ASTM correspondientes.

El contenido técnico vertido en el desarrollo de las especificaciones técnicas del sistema, es compatible con los siguientes documentos:



- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (RNC-ULTIMA EDICION).
- Manuales de Normas del A.C.I. (Instituto Americano de Concreto)
- Manuales de Normas de A.S.T.M (Sociedad Americana de Pruebas y Cargas)
- Especificaciones dadas por cada fabricante.

D. MATERIALES Y MANO DE OBRA:

Todos los materiales o artículos suministrados para la ejecución del proyecto que cubren estas especificaciones, deberán ser nuevos y de primer uso, de utilización actual en el mercado nacional o local, de la mejor calidad dentro de su respectiva clase.

E. DESCRIPCION DE LAS PARTIDAS

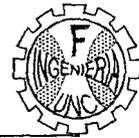
1. CALZADAS, BERMAS Y VEREDAS

1.01 TRABAJOS PRELIMINARES:

Comprende la ejecución de todas aquellas labores previas y necesarias para iniciar los trabajos en la obra, especificamos lo siguiente:

1.01.1 Limpieza y Deforestación con maquinaria:

Este trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desbroce de la vegetación existente utilizando maquinaria. Significa eliminar todos los arbustos, matorrales, vegetación diversa, raíces y cualquier elemento o instalación que pueda obstaculizar el normal desarrollo de los trabajos.



1.01.2 Trazo y Replanteo:

Esta partida comprende el trazo y replanteo de los planos en el terreno. El trazo se refiere a llevar al terreno, los ejes y niveles establecidos en los planos. El replanteo se refiere a la ubicación y medidas de todos los elementos que se detallan en los planos durante el proceso de construcción. Se trazará el eje de las vías cada 20 m. y se determinará las cotas y niveles de las estacas haciendo uso del BM.

1.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS:

Comprende las excavaciones, compactación y perfilado que será necesario ejecutar par la construcción de todos los elementos que se estipula en el presente estudio y/o adoptar los niveles respectivos para la colocación de las bases de material, de los revestimientos de concreto, según los detalles que se muestran en los planos.

1.02.1 Corte a nivel de Subrasante con maquinaria:

Se refiere al corte y extracción de material existente a lo ancho de la vía que comprende la calzada y de acuerdo a lo establecido en los alineamientos, rasante y sub-rasante, así como secciones indicadas en los planos y detalles respectivos.

El corte se efectuará hasta la cota indicada del nivel de sub rasante, teniendo especial cuidado en no dañar, destruir u obstruir el funciona-



miento de las instalaciones de agua y desagüe, de suceder o producir algún daño por este concepto, el responsable de la ejecución de la obra efectuará las coordinaciones respectivas para que se hagan las reparaciones en el menor tiempo posible.

El material proveniente del corte deberá ser retirado de obra y se desechará todo material suelto o inestable que no se compacte fácilmente, además se eliminarán raíces, hierbas, material orgánico y elementos extraños que conformen huecos o desniveles considerables. Estas serán reemplazadas por material proveniente de esta operación.

El corte se hará con tractor de características D7 o similares, considerando un porcentaje del volumen de corte en forma manual, por la existencia de buzones, postes y otras, las mismas que impiden la realización del trabajo con maquinaria.

1.02.2 Relleno a nivel de Subrasante con maquinaria

Se refiere a los trabajos necesarios para formar los terraplenes o rellenos con material proveniente de las excavaciones (cortes) aprobadas de acuerdo con las presentes especificaciones, alineamiento, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos.



1.02.3 Eliminación de material excedente con maquinaria:

Se refiere al retiro del material proveniente del corte a nivel de sub rasante con maquinaria y/o por otros conceptos.

Se evitará amontonar los excedentes para no ocasionar interrupciones del tránsito vehicular y /o peatonal, así como molestias con el polvo provocado por la remoción, el carguío y el transporte.

Para el caso de la calzada la eliminación del material excedente, se hará con maquinaria, es decir empleando cargador frontal y volquetes, en cambio para las obras de arte, el cargado del material será manual para luego ser trasladado en volquetes.

1.02.4 Nivelación y compactación de Subrasante en Calzada con maquinaria:

Es el nivel ubicado debajo de la capa de mejoramiento de subrasante y es paralelo al nivel de la rasante, esto se logrará conformando el terreno natural o semi-compacto, mediante los cortes, escarificados o rellenos considerados en los planos.

Concluidos los trabajos de explanación y después de completar las conexiones domiciliarias de agua y desagüe, se procederá a la nivelación respectiva usando una moto niveladora y el uso repetido y alternativo de camiones cisternas que garanticen un riego uniforme antes y después



del mismo.

Finalmente la Sub rasante conformada y perfilada, será completamente compactada, esta operación se efectuará con rodillo liso vibratorio de 10 – 12 Tn. como mínimo para la calzada.

Parámetros de Control de Sub rasante:

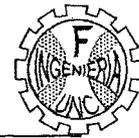
- Se tolerará como máximo +/- 2 cm. Por encima o debajo del nivel de sub rasante indicado.
- La comprobación de la compactación se hará cada 250 m², cada 50 ml de pista, el método a emplear será el que crea conveniente el Supervisor.
- Si la Sub rasante es arcillosa el grado de compactación tolerable será de 95% de la máxima densidad seca de laboratorio en puntos aislados.

1.02.5 Nivelación y Compactación de Subrasante en Veredas

Se aplican los mismos criterios que para la partida 2.04, sólo que para ejecutar esta actividad se utiliza equipo liviano, específicamente plancha compactadora.

1.02.6 Sub Base Granular (e=0.30 m.):

Esta partida comprende la colocación de una capa de agregados no mayor de 3", añadiéndose material que cumpla con las características para ser utilizado y en las cantidades necesarias para cumplir con las cotas indicadas en los planos. Cuando el terreno de fundación, lo requiera, se



utilizará piedra de río no mayor de 4" como capa anticontaminante, la misma que será verificada y aprobada por la inspección.

Se deberá emplear en obra un material adecuado y de calidad igual a la exigida por las especificaciones, que certificará los resultados de los estudios, muestreos y/o ensayos realizados, cumpliendo con las condiciones requeridas, la selección y aprobación final de la cantera o canteras de las que se ha de extraer el material para el mejoramiento de la sub rasante, deberá ser determinada por el Supervisor, debiendo rechazar los agregados inadecuados para esta tarea.

Características Técnicas:

El material cumplirá con las siguientes características físicas, químicas y mecánicas que a continuación se indican:

- Límite Líquido (ASTM D-423) : máx. 25%
- Índice Plástico (ASTM D-424) : No plástico y/o hasta 6%
- Equivalente de arena (ASTM D-2419): mín. 35%
- Abrasión (ASTM C-131) : máx. 40%
- Valor Relativo de Soporte C.B.R. : mín. 40%
- Sales solubles totales : máx. 0.5%
- Variación en el contenido óptimo de humedad: +/- 1.5% del proctor modificado.

Cuando la mezcla se encuentre uniforme y ho-



mogénea, el material será otra vez esparcido con la moto niveladora, y se procederá al perfilado hasta el nivel indicado en los planos, luego el material será compactado hasta por lo menos el 100% de la densidad obtenida con el Proctor Modificado AASHO T-180.

Cualquier irregularidad o depresión que se presente después de la compactación, debe ser corregida, removiendo el material en esos lugares y añadiendo o retirando el material hasta que la superficie sea llana y uniforme.

Después del proceso de compactación, la superficie será refinada mediante una moto niveladora, preparando la base de la pista en la forma y condiciones establecidas en los planos.

Concluida la nivelación de la base con la respectiva compactación, si existiera espesor diferente a lo proyectado, el responsable de la ejecución de la obra está obligado a efectuar el refino de la base, cuya verificación, será efectuado por el Supervisor.

Al término de la operación de compactación el Supervisor dispondrá efectuar ensayos de densidad de acuerdo con el método AASHO T-147 modificado.

Parámetros de Control:

El espesor de la capa de mejoramiento no diferirá en más de 1 cm. de lo indicado en los planos. Se comprobará la compactación cada 200 m², exigiéndose un grado del 100% según el Proctor Modificado, con un mínimo del 98% en los puntos aislados.



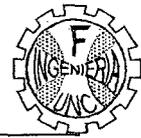
1.02.7 Conformación de Base Granular en Veredas, $e=0.10$ m.:

Esta partida comprende una capa de afirmado, construida sobre la rasante en veredas, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y de conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicados en los planos.

Se empleará en obra un material adecuado y de calidad igual a la exigida por las especificaciones, que certificará los resultados de los estudios, muestreos y/o ensayos realizados, cumpliendo con las condiciones requeridas, la selección y aprobación final de la cantera o canteras de las que se ha de extraer el material de Base; deberá ser determinada por la Supervisión, debiendo rechazar los agregados inadecuados para esta tarea.

Parámetros de control de subrasante en veredas:

- Se tolerará como máximo ± 1 cm. por encima o de-bajo del nivel de sub rasante indicado.
- La comprobación de la compactación se hará cada 250 m², a cada 50 ml. De vereda o a criterio del Supervisor.
- Si la sub rasante es arcillosa el grado de compactación tolerable será de 90 % de la máxima densidad seca de laboratorio en puntos aislados.



1.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE:

1.03.1 Losa de C^o: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, $e = 0.20 \text{ m}$. (Calzadas y Bermas)

Comprende la construcción de la losa de concreto simple, sobre la cual se llevará a cabo el tránsito vehicular, se utilizará concreto de resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y un espesor $e = 0.20 \text{ m}$, cuya dosificación en volumen será de cemento: arena gruesa: gravilla de río ($1/2'' - 3/4''$) = 1:1.67:2.17 / 22.18 lts/bolsa

Materiales y Concreto:

El concreto requerido y la selección de las proporciones resultarán de un balance adecuado entre la economía y los requisitos de colocación, resistencia, durabilidad y apariencia.

El concreto deberá ser de calidad especificada, capaz de ser colocado sin segregación y desarrollar durante los procesos de fraguado y endurecimiento, todas las propiedades y/o características indicadas en los planos y especificaciones de obra.

Los requisitos de resistencia se basa en el valor de $f'c$ a los 28 días, los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión o a la tracción por compresión diametral, no deberán ser utilizados como criterio para la aceptación del concreto.

El peso del concreto normal estará entre 2200 y 2500 Kg/m^3 , considerándose un valor promedio de 2400 Kg/m^3 para los cálculos estructurales y la selección de las proporciones de la mezcla.



El concreto será una mezcla de cemento, agregados y agua en proporciones necesarias y capaces de ser colocado sin segregaciones, con condiciones de resistencia y durabilidad favorables, además de presentar un alto grado de trabajabilidad.

Cemento Pórtland:

Será del tipo I y cumplirá con las especificaciones de la Norma ASTM C-150, considerándose oficialmente por pie³ de volumen un peso de 42.5 Kg.

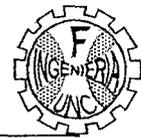
El cemento utilizado en obra debe ser del mismo tipo y marca que el empleado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, además está prohibido el empleo de cementos cuya pérdida por calcinación sea mayor de 3%.

El almacenaje se hará en un lugar preferentemente constituido por una losa de concreto o en un nivel algo más elevado que el del terreno natural, debe apilarse en rumas de no más de 10 bolsas recepcionándose tan solo aquellas con cobertura sanas y que no presenten roturas o endurecimientos en su superficie.

Agregados:

Los agregados seleccionados deben ser provenientes de río, limpios de buena calidad y aprobados por la Supervisión, antes de ser utilizados en la preparación del concreto. Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes.

Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados, manipulados, almacenados y



pesados de manera tal que se garantice que la pérdida de finos sea mínima, que se mantendrá la uniformidad de los mismos, no se producirán contaminación por sustancias extrañas y no se presentará rotura o segregación importante en ellos.

El agregado fino o grueso no deberá contener sales solubles totales en no más de 0.015% en peso de cemento.

Agregado fino:

Esto puede consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de ambas, estará compuesto de partículas limpias, duras, compactas y resistentes, de perfil angular y libre de partículas escamosas o blandas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

El módulo de fineza del agregado fino no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 y se mantendrá dentro de más o menos el 20% del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto. El agregado fino deberá estar graduado dentro de los siguientes límites para mallas de la serie Tyler:

MALLA		% QUE PASA
3/8	(9,5 mm)	100
Nº 4	(4,75 mm)	95 a 100
Nº 8	(2,36 mm)	80 a 85
Nº 16	(1,18 mm)	50 a 85
Nº 30	(600 micrones)	25 a 60
Nº 50	(300 micrones)	10 a 30
Nº 100	(150 micrones)	2 a 10

Los porcentajes de partículas inconvenientes no deberán exceder de los siguientes límites:



- Lentas de arcilla y partículas desmenuzables:
3.0 %
- Material más fino que la malla 200 :
3.0 %
- Lutitas : 1.0 %
- Total de materiales deletéreos :
5.0 %

Agregado Grueso:

Este puede consistir de grava natural o triturada. Estará conformada por fragmentos cuyo perfil sea preferentemente angular o semi-angular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso o de partículas blandas.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 600 Kg/cm^2

Estas limitaciones pueden ser obviadas por la Supervisión, si a su juicio, la trabajabilidad del concreto y los procedimientos de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se forme cangrejas o vacíos.

El agregado grueso cumplirá con los siguientes límites granulométricos:

MALLA	% QUE PASA
1 1/2"	100
1"	95 a 100
1/2"	25 a 60
Nº 4	10 máx.
Nº 8	5 máx.

Las partículas perjudiciales presentes en el agregado grueso no deberán exceder los siguientes valores:



- Arcilla : 0.25 %
- Partículas blandas : 5.00 %
- Material más fino que malla 200: 1.00%

El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

El almacenamiento de los agregados se hará en un espacio lo suficientemente extenso, para evitar que se produzca mezclas entre ellos, de modo preferente debe ser una losa de concreto, para evitar su mezcla con elementos nocivos.

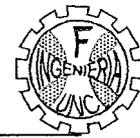
Proceso Constructivo:

- a) Encofrado: Tiene como función confinar el concreto no endurecido a fin de lograr una estructura con el perfil, niveles, alineamientos y dimensiones especificadas.

La Supervisión deberá aprobar el diseño y el proceso constructivo de los encofrados y su ejecución permitirá obtener las dimensiones finales de los elementos estructurales con diferencias menores que las tolerancias máximas establecidas.

Toda la madera en contacto con el concreto deberá estar libre de agujeros, nudos, hendiduras, rajaduras, alabeos y, en general, cualquier defecto que pueda atentar contra la apariencia de la estructura terminada. Las maderas defectuosas que atentan contra su resistencia deben ser rechazadas.

- b) Colocación de Concreto: La colocación del concreto, se hará desde la mezcladora, empleándose carretillas o buggies, para distan-



cias cortas o para depositarlo en los encofrados. Para estos procedimientos deberá evitarse:

- Variaciones en la consistencia del concreto.
- Segregación, y
- Evaporación del agua de mezclado.

Previamente a la colocación del concreto se deberán verificar:

- Que las cotas y dimensiones de los elementos estructurales correspondan con las de los planos.
- Que los encofrados estén terminados adecuadamente arriostrados, humedecidos y aceitados.
- Que se cuenta en obra con los equipos y materiales necesarios para la protección y curado.
- Perfectas condiciones de empleo de los equipos.

En ningún caso la temperatura del concreto a ser colocado será mayor de 32° C ni menor de 13° C. Será menor de 25° C si la menor dimensión lineal de la sección no excede a 75 cm.

El programa de trabajo y el equipo de colocación deben ser aprobados por la Inspección.

- c) Compactación: Después de colocar el concreto por franjas, una después de otra luego de iniciado el fraguado de cada franja ante-



rior, es recomendable la compactación por vibración.

El vibrado no debe prolongarse demasiado tiempo en un solo punto, recomendándose tiempos de vibrado de 8 a 15 segundos cada 30 cm. Particularmente para la compactación se tendrá en cuenta lo siguiente:

Si la consolidación se efectúa con equipos de compactación mecánicos, se elegirán asentamientos que varían en el rango de 1 a 3 cm.

Para espesores de menos de 20 cm. es recomendable el empleo de vibradores de superficie.

- d) Protección y Desencofrado: El concreto colocado deberá ser protegido de los efectos de la lluvia, agua en movimiento, viento, sol, secado prematuro, sobrecargas y en general de toda acción mecánica o química que pueda dañarlo.

El retiro temprano de los encofrados tiene la doble finalidad de iniciar sin demora el proceso de curado y, efectuar cualquier reparación a la superficie del concreto mientras éste está poco endurecido.

La Supervisión autorizará la remoción de los encofrados únicamente cuando la resistencia del concreto alcance un valor doble del que sea necesario para soportar las tensiones que aparecen en el elemento estructural en el momento de desencofrar.



En ningún caso se hará actuar totalmente las cargas de diseño en tanto no hayan transcurridos por lo menos 28 días contados a partir de la fecha de vaciado del elemento estructural.

Las juntas de contracción, las de dilatación o expansión y las articulaciones, deberán ser liberadas en todos los elementos de los encofrados que puedan oponerse a su funcionamiento.

- e) Reparaciones Superficiales y Curados: El proceso de reparación y la ejecución esta operación no afectará la resistencia ni durabilidad del concreto, se realizará con personal especializado.

La superficie reparada, una vez endurecida, deberá estar libre de grietas por contracción.

Para el curado, el constructor deberá:

- Mantener el concreto con un contenido de humedad adecuado.
- Mantener la temperatura del concreto por encima de los 13° C y uniformemente distribuida.
- Protección del elemento estructural contra cualquier tipo de alteración mecánica.
- Mantener el curado durante el tiempo necesario para obtener la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto en el rango de valores requeridos por la seguridad de la estructura (mínimo 7 días).



Los concretos preparados con Cemento tipo I que han sido curados bajo condiciones atmosféricas normales, deberá mantenerse sobre los 10° C, en condición húmeda, por lo menos 21 días después de colocados.

**1.03.2 Losa de C°: $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, $e = 0.10 \text{ m}$.
(Veredas)**

Comprende la construcción de la losa de concreto simple, sobre la cual se llevará a cabo el tránsito peatonal (veredas), se utilizará concreto de resistencia a la compresión $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y un espesor $e = 0.10 \text{ cm}$., cuya dosificación en volumen será de cemento: arena gruesa: gravilla de río ($1/2'' - 3/4''$) = 1:2.49:2.84 / 29.23 lts/bolsa.

Las demás especificaciones serán las mismas que en la partida 1.03.1, siempre que sean aplicables.

1.03.3 Rampas de Concreto para discapacitados:

Para la ejecución de esta partida se aplicarán las mismas especificaciones contempladas en la partida 1.03.2

1.04 OTROS:

1.04.1 Sellado de Juntas de Dilatación:

Esta partida comprende la instalación de asfalto en las juntas de dilatación indicados en los planos.



Las juntas de dilatación se construirán de acuerdo a las especificaciones detalladas en la tabla 2.15 del capítulo II, con un espesor promedio de 1"; lo que será sellado con mezcla asfáltica, la mezcla se compactará en las juntas a ras del nivel del pavimento.

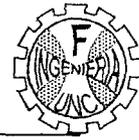
Todos los trabajos se ejecutarán de acuerdo con lo mostrado en los planos, y la unidad de medida será el ml.

1.04.2 Nivelación de Buzones (h=0.30 m) hacia abajo

Comprende los trabajos necesarios para nivelar los buzones de acuerdo al nivel del pavimento terminado, cuando el nivel de los buzones se encuentre por encima de lo establecido en los planos de perfiles longitudinales. La unidad de medida para esta partida será la unidad.

1.04.3 Nivelación de Buzones (h=0.30 m) hacia arriba

Comprende los trabajos necesarios para nivelar los buzones de acuerdo al nivel del pavimento terminado, cuando el nivel de los buzones se encuentre por debajo de lo establecido en los planos de perfiles longitudinales. La unidad de medida para esta partida será la unidad.



2. CUNETAS

2.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.01.1 Corte a nivel de Subrasante manual:

Se refiere a los trabajos de excavación, corte y perfilado superficial del terreno en forma manual, los mismos que son necesarios específicamente en las zonas inaccesibles al tractor como en las áreas adyacentes a los buzones, redes de agua, desagüe, postes y otras con la finalidad de evitar daños y perfilar adecuadamente el nivel de sub rasante.

El corte manual se efectuará con pico y pala, en las zonas necesarias hasta la cota indicada del nivel de sub rasante, el material proveniente de estos trabajos, deberá ser retirado de obra y se desechará todo material suelto o inestable que no se compacte fácilmente.

2.01.2 Eliminación de material excedente a mano

Se refiere al retiro del material proveniente del corte para la conformación de cunetas.

Se evitará amontonar los excedentes para no ocasionar interrupciones del tránsito peatonal, así como molestias con el polvo provocado por la remoción, el carguío y el transporte.

Para este caso la eliminación del material excedente, se realizará manualmente, hacia un punto determinado previamente, desde el cual será eliminado utilizando cargador frontal y volteo.



2.01.3 Relleno, Nivelación y Compactación de Sub Rasante en Cunetas

Esta partida consistirá en la ejecución de todo relleno con material seleccionado y compactado para las cunetas.

Todo trabajo a que se refiere este ítem, se realizará de acuerdo a las presentes especificaciones y en conformidad con el diseño indicado en los planos.

El material empleado en el relleno será material seleccionado proveniente de préstamos o canteras. El material a emplear no deberá contener elementos extraños, residuos o materias orgánicas.

2.01.4 Sub Base Granular, $e = 0.10$ m.:

Comprende los trabajos de perfilado y acondicionamiento de una capa de material granular de 0.10 m, debidamente compactado con plancha compactadora, a fin de soportar la cuneta de concreto.

Los materiales a utilizar serán similares a los indicados en la partida base granular $e = 0.25$ m.

2.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

2.02.1 Losa de C° en Cunetas: $f'c = 140$ Kg/cm², $e = 0.10$ m.:

Comprende la construcción de una losa de concreto $f'c = 140$ Kg/cm², de 0.10 m de espesor



cuya dosificación será la misma especificada en la partida 3.02

Durante el proceso constructivo se tendrá en cuenta lo indicado en el ítem 3.02

2.02.2 Sardiné en Cunetas: $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, $e = 0.10 \text{ m.}$:

Comprende la construcción de una losa de concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, de 0.10 m de espesor cuya dosificación será la misma especificada en la partida 3.02

Durante el proceso constructivo se tendrá en cuenta lo in-dicado en el ítem 3.02

3. SENALIZACION:

3.01 Construcción de Señales:

Se construirán señales verticales y horizontales para el ordenamiento y señalización del tránsito vehicular y peatonal, las mismas que previamente deberán ser coordinadas con la División de transporte Urbano de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

3.02 Colocación de Señales

Se colocarán las señales en lugares apropiados y de necesidad obligada, de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

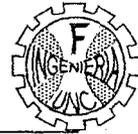


3.03 Señales en Pavimento

Se realizará la señalización horizontal consistente en pintar sobre el pavimento la línea central, las líneas de pare y cruce de peatones, además de las flechas direccionales, según sea necesario, teniendo en cuenta las especificaciones que se indican en el manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras.



PROGRAMACIÓN DE OBRA



BIBLIOGRAFIA



1. Análisis Estructural del pavimento de hormigón – García Balado, Juan.
2. Manual de Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos y de Concreto - Llorach Vargas, Javier.
3. Diseño de pavimentos asfálticos y rígidos – Céspedes Abanto, José.
4. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.
5. Reglamento Nacional de Vehículos – DS N° 058-2003-MTC.
6. Tecnología del concreto - Salcedo de la Vega, Carlos.
7. Zonificación Urbana por Riesgo de Inundaciones, Universidad Nacional de Cajamarca.
8. Recursos de Agua – Segarra, Rafael.
9. Tesis "Estudio Geotécnico de la Cantera Río Mashcón" - Cachay Díaz, Pablo.
10. Tesis "Evaluación de la performance de los pavimentos de Cajamarca y diseño del pavimento más adecuado.
11. Clasificación de un suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) – Quesada, Steven.
12. Descripción de los Perfiles Estratigráficos – Universidad Nacional de Ingeniería.
13. Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Carreteras – Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
14. Reglamento Nacional de Vehículos - Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
15. Métodos de diseño de pavimentos rígidos – Asociación de Cemento Portland.