

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y
PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO
POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE,
PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTORES

**JEINER ANIBAL DELGADO ROJAS
DIEGO ARMANDO GONZALES BALLENA**

ASESOR

Ing. ANIBAL TEODORO DIAZ ORREGO

Chiclayo, 2019

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la elaboración del diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación rígida para el centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, donde las precipitaciones pluviales de los Fenómenos del Niño han dejado en evidencia que gran parte del área urbana del centro poblado en mención son afectadas por las inundaciones estancadas debido a la topografía existente y por la falta de pavimentación, entre otros factores; donde actualmente el punto de drenaje natural son las alcantarillas sanitarias, las que al colmatarse, ocasionan atoros y afloramientos de aguas contaminadas en superficie, ocasionando un foco infeccioso para la población, este trabajo tiene como objetivo principal la determinación técnica de los parámetros que permita el diseño de la infraestructura necesaria para el drenaje y pavimentación para la correcta evacuación pluvial y fácil acceso de toda la zona urbana. Es decir, se realizó los estudios previos (tráfico, hidrológico, topográfico y suelos), para su correcto diseño tomando en cuenta el reglamento vigente respectivo de drenaje pluvial como de pavimentación y vías urbanas. Dando como resultado los planos del proyecto, donde se plasma los cálculos realizados y las especificaciones técnicas a seguir. Finalmente se calculó el costo total del proyecto, así como también la programación del mismo.

Palabras clave: Pavimentación, Drenaje Pluvial, Inundación.

ABSTRACT

The present project consists of the design of the storm drainage and rigid paving system for the town of Pampa Grande, Chongoyape district, the rainfall of the El Niño phenomena has shown that much of the area The urban area of the town center is affected by stagnant floods due to the existing topography and the lack of paving, among other factors; where currently the point of natural drainage are the sanitary sewers, which when clogged, cause storms and outcrops of contaminated water on the surface, causing an infectious focus, this work has as its main objective the technical determination of the parameters that allow the design of the necessary infrastructure for drainage and paving. That is to say, the previous studies (traffic, hydrological, topographic and soils) were carried out, for its correct design taking into account the current regulations on rainwater drainage as well as paving and urban roads. Resulting in the project plans, where the calculations made and the technical specifications to be followed are captured. Finally, the total cost of the project was calculated, as well as its programming. Keywords: Paving, Storm Drainage, Flood

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	6
2.2. BASES TEÓRICO CIENTIFICAS.....	9
III. METODOLOGÍA	12
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	12
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	12
3.4. PROCEDIMIENTOS	14
3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO	14
3.4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	14
3.4.3. ESTUDIO DE SUELOS.....	15
3.4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	15
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO	16
4.1.1 GENERALIDADES	16
4.1.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD).....	17
4.1.3 ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDs)	17
4.1.4 FACTORES DE CORRECCIÓN.....	17
4.1.5 ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDa).....	17
4.1.6 PROYECCIONES DE TRANSITO FUTURO.....	19
4.1.7 PERIODO DE DISEÑO.....	19
4.1.8 TASA DE CRECIMIENTO	20
4.1.9 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO	21
4.1.9.1 VEHÍCULOS LIVIANOS.....	21
4.1.9.2 VEHÍCULOS PESADOS	21
4.1.10 CÁLCULO DE ESAL	22
4.1.10.1 FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL	22
4.1.10.2 CÁLCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN..	22
4.1.10.3 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA (EE)	23
4.1.10.4 NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (ESAL) 23	
4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	25

4.2.1.	GENERALIDADES	25
4.2.1.1.	OBJETIVO	25
4.2.1.2.	UBICACIÓN	25
4.2.1.3.	ALTITUD DE LA ZONA	25
4.2.1.4.	CLIMA	25
4.2.1.5.	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	26
4.2.1.6.	FECHA DE EJECUCIÓN	26
4.2.2.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO	26
4.2.3.	EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	30
4.2.3.1.	EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	30
4.2.3.2.	PERSONAL EMPLEADO	30
4.2.3.3.	HERRAMIENTAS	30
4.2.4.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	30
4.2.5.	RECOMENDACIONES	31
4.2.6.	NIVELACIÓN	32
4.2.6.1.	OBJETIVO GENERAL	32
4.2.6.2.	UBICACIÓN	32
4.2.6.3.	FECHA DE EJECUCIÓN	32
4.2.6.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	33
4.2.6.5.	RESULTADOS	34
4.2.6.6.	CONCLUSIONES	34
4.3.	ESTUDIO DE SUELOS	35
4.3.1.	GENERALIDADES	35
4.3.1.1.	OBJETIVO	35
4.3.1.2.	UBICACIÓN	35
4.3.1.3.	ALTITUD DE LA ZONA	35
4.3.1.4.	CLIMA	35
4.3.1.5.	FECHA DE EJECUCIÓN	35
4.3.2.	NORMATIVIDAD	36
4.3.3.	ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO	36
4.3.3.1.	GEOMORFOLOGÍA	36
4.3.3.2.	GEOLOGÍA	36
4.3.3.3.	ASPECTOS GEODINÁMICAS	36
4.3.3.4.	SISMICIDAD	37

4.3.4.	ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO	37
4.3.5.	EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS	38
4.3.5.1.	MUESTRAS ALTERADAS.....	39
4.3.5.2.	MUESTRAS INALTERADAS	39
4.3.6.	ENSAYOS EN EL LABORATORIO	40
4.3.7.	DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	40
4.3.7.1.	PROPIEDADES FÍSICAS	40
4.3.7.2.	PROPIEDADES MECÁNICAS	42
4.3.8.	DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA 43	
4.3.8.1.	RESULTADOS DE CORTE DIRECTO	45
4.3.8.2.	CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	45
4.3.9.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	45
4.3.10.	RECOMENDACIONES	46
4.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	47
4.4.1.	PARÁMETROS METEOROLÓGICOS	47
4.4.1.1.	TEMPERATURA	47
4.4.1.2.	HUMEDAD	48
4.4.1.3.	PLUVIOMETRÍA	48
4.4.2.	INFORMACIÓN HIDROLÓGICA	48
4.4.3.	PERIODO DE RETORNO	50
4.4.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS	50
4.4.4.1.	PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE	51
4.4.4.2.	DISTRIBUCIONES.....	52
4.4.4.3.	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (DISTRIBUCIÓN GUMBEL)	61
4.4.4.4.	INTENSIDADES DE LLUVIA	63
4.4.4.5.	CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF) 63	
4.4.4.5.1.	CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA 64	
4.4.4.5.2.	INTENSIDADES MÁXIMAS – TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO	65
4.4.4.5.3.	CURVA IDF (INTENSIDAD - DURACIÓN -FRECUENCIA)	65
4.4.5.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	66
4.4.6.	ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO	66

4.4.6.1	MÉTODO RACIONAL	66
4.4.6.2	CAUDALES CIRCUNDANTES POR LAS VÍAS	67
4.4.7	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
4.5.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS	75
4.5.1.	GENERALIDADES	75
4.5.2.	VÍAS URBANAS	75
4.5.3.	CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL URBANO	75
4.5.4.	PARÁMETROS DE DISEÑO	77
4.5.4.1.	VELOCIDAD DIRECTRIZ	77
4.5.4.2.	VEHÍCULO DE DISEÑO	78
4.5.4.3.	LONGITUD DE FRENADO	78
4.5.4.4.	VISIBILIDAD	78
4.5.4.5.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	79
4.5.4.6.	ALINEAMIENTO VERTICAL	79
4.5.4.7.	SECCIÓN TRANSVERSAL	81
4.5.4.8.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA	83
4.5.4.9.	PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA:	84
4.5.4.10.	INTERSECCIONES	84
4.5.4.11.	RESULTADOS	87
4.6.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS	88
4.6.1.	GENERALIDADES	88
4.6.1.1.	PAVIMENTO	88
4.6.1.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	88
4.6.1.3.	PAVIMENTO FLEXIBLE	88
4.6.1.4.	PAVIMENTO RÍGIDO	89
4.6.2.	METODOLOGÍA DE DISEÑO	90
4.6.3.	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS	91
4.6.4.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	92
4.6.4.1.	MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	92
4.6.4.2.	RESULTADOS	100
4.6.5.	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	102
4.6.5.1.	MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	102

4.6.5.2.	RESULTADOS	109
4.6.5.3.	DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	109
4.6.6.	DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO	114
4.6.6.1.	GENERALIDADES	114
4.6.6.2.	PAVIMENTO ARTICULADO CON ADOQUINES DE CONCRETO	114
4.6.7.	SELECCIÓN DEL PAVIMENTO	121
4.7.	DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL	122
4.7.1.	INTRODUCCIÓN	122
4.7.2.	CRITERIOS DE DISEÑO	122
4.7.2.1.	TOPOGRAFÍA	122
4.7.2.2.	FLUJO SUPERFICIAL	122
4.7.3.	MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DEL FLUJO 123	
4.7.4.	MÉTODO RACIONAL	123
4.7.5.	SISTEMA DE DRENAJE	123
4.7.6.	PARÁMETROS DE DISEÑO	123
4.7.7.	DRENAJE SUPERFICIAL POR SECCIÓN DE VÍA	124
4.7.8.	DRENAJE SUPERFICIAL CON CANALETAS	125
4.7.8.1.	ELECCIÓN DEL TIPO DE REVESTIMIENTO	125
4.7.8.2.	VELOCIDAD EN LOS CANALES	125
4.7.8.3.	CAUDAL EN LAS CANALETAS	126
4.8.	DISEÑO DEL DIQUE CON GAVIONES	132
4.8.1.	CARACTERÍSTICAS DE LOS GAVIONES	132
4.8.2.	VENTAJAS DE LOS GAVIONES	132
4.8.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LA ROCA	132
4.8.4.	CRITERIO DE DISEÑO	133
4.8.5.	VERIFICACIÓN POR EMPUJE DEL SUELO	133
4.8.5.1.	CÁLCULO DEL COEFICIENTE DEL EMPUJE ACTIVO	134
4.8.5.2.	CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO	134
4.8.5.3.	MOMENTO POR VOLCAMIENTO	134
4.8.6.	FUERZAS ESTABILIZANTES	134
4.8.6.1.	PESO DE BLOQUES	134
4.8.6.2.	CÁLCULO DE LA FUERZA ESTABILIZANTE	135
4.8.6.3.	CÁLCULO DE LA FUERZA ESTABILIZANTE	135
4.8.7.	FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO	135

4.8.8.	FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO	135
4.8.9.	CHEQUEO POR HUNDIMIENTO O ASENTAMIENTO	136
4.8.9.1.	PUNTO DE APLICACIÓN DE LA RESULTANTE	136
4.8.9.2.	CÁLCULO DE LA EXCENTRICIDAD (e)	136
4.9.	MODELACIÓN CON PROGRAMAS	137
4.9.1.	MODELO HEC GEORAS	138
4.9.1.1.	APLICACIÓN DEL HEC GEORAS	138
4.9.1.2.	VENTAJAS Y LIMITACIONES	139
4.9.1.3.	MODELAMIENTO HIDRÁULICO UTILIZANDO LA EXTENSIÓN HEC-GEORAS CON ARCGIS	139
4.9.1.4.	PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR EL MODELO	140
4.9.1.5.	PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO	144
4.9.2.	APLICACIÓN DEL ARCGIS EN LA MODELACIÓN HIDROLÓGICA	144
4.9.3.	APLICACIÓN DEL HIDROESTA	145
4.9.4.	RESULTADOS DEL HEC GEORAS CON EL ARCGIS	145
4.9.5.	MODELAMIENTO HIDRÁULICO UTILIZANDO LA EXTENSIÓN RIVERGIS CON QGIS	146
4.9.5.1.	EXTENSIÓN RIVERGIS	147
4.9.5.2.	RESULTADOS	147
4.10.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	149
4.10.1.	NOMBRE DEL PROYECTO	149
4.10.2.	UBICACIÓN POLITICA Y GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	149
4.10.3.	ÁREA DE INFLUENCIA	150
4.10.3.1.	ÁREA DE INLUENCIA DEL PROYECTO	150
4.10.3.2.	ÁREA DE INLUENCIA AMBIENTAL	150
4.10.4.	OBJETIVOS	152
4.10.4.1.	OBJETIVO GENERAL	152
4.10.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	152
4.10.5.	VENTAJAS	152
4.10.6.	LÍNEA BASE DEL PROYECTO	153
4.10.6.1.	GEOLOGÍA	153
4.10.6.2.	SUELOS	154
4.10.6.3.	CLIMA Y TEMPERATURA	154
4.10.6.4.	HIDROLOGÍA	155
4.10.6.5.	AMBIENTE BIOLÓGICO	155

4.10.6.6.	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	156
4.10.7.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	157
4.10.7.1.	METODO DE LEOPOLD	157
4.10.8.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	161
4.10.9.	RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	162
4.10.9.1.	IMPACTO MEDIO	162
4.10.9.2.	IMPACTO BAJO	162
4.10.9.3.	IMPACTO NO SIGNIFICATIVO.....	162
4.10.10.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	162
4.10.10.1.	COMPONENTE AIRE.....	162
4.10.10.2.	COMPONENTE SUELO	163
4.10.10.3.	COMPONENTE AGUA	163
4.10.10.4.	COMPONENTE FLORA Y FAUNA.....	163
4.10.10.5.	COMPONENTE PERCEPTUAL.....	163
4.10.10.6.	COMPONENTE ECONÓMICO.....	163
4.10.11.	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	164
4.10.12.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	166
4.10.12.1.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	166
4.10.12.2.	MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y/O MITIGACIÓN	168
V.	CONCLUSIONES.....	169
VI.	RECOMENDACIONES.....	170
VII.	LISTA DE REFERENCIAS.....	171
	ANEXOS.....	174

I. INTRODUCCIÓN

“Por su geografía y sus variados climas, en el Perú existe gran cantidad de peligros: el fenómeno del Niño, sismos, deslizamientos, lluvias torrenciales, erupciones volcánicas. El hábitat de subsistencia, se encuentra amenazado por el cambio climático. Estos factores, relacionados con las elevadas condiciones de vulnerabilidad que tienen las poblaciones rurales del país, generan potenciales escenarios de desastre.” [1]

“El Perú tiene una elevada vulnerabilidad ante las variaciones climáticas drásticas, como las altas temperaturas asociadas al fenómeno del Niño y las temporadas extremas de lluvia. Como evidencia de esto tenemos las pérdidas económicas que tuvieron eventos como El Niño 1982 y 1983 (daños estimados en US\$ 3282 millones) y El Niño 1997 y 1998 (daños estimados en US\$ 3500 millones), teniendo pérdidas de 11,6% y 6,2% del PBI nacional de 1983 y 1998, respectivamente.” [2]

“Un sistema de drenaje pluvial en general debe proteger las vidas humanas, la infraestructura urbana y mantener la movilidad tanto vehicular como peatonal. La escorrentía superficial fluye sobre las vías con caudales muy peligrosos que ponen en peligro la vida de las personas y generan daños significativos en la infraestructura y la economía de la ciudad.” [4]

“El Niño Costero 2017, se manifestó con fuertes lluvias, que se presentaron desde fines de enero del presente hasta mayo, abarcando de sur a norte los departamentos entre Ica hasta Tumbes, afectó a miles de personas y causó daños de diferentes magnitudes a viviendas, carreteras, líneas de transmisión eléctrica-telefónica, obras de infraestructura vial e hídrica; principalmente por el desborde de ríos y activación de quebradas que permanecen secas por largos periodos.” [5]

“En la región Lambayeque, según cifras oficiales hasta el mes de junio de 2017, los daños causados por el evento El Niño Costero fueron de 54 069 damnificados, 131 419 personas afectadas, 9 personas fallecidas y 5 heridas. En cuanto a los daños en viviendas se tiene 11 728 destruidas y 29 456 afectadas e inhabitables; los daños en carreteras alcanzan los 98 km destruidos y 120 km afectados; 336 km de caminos rurales destruidos y 568 km afectados. El número de puentes destruidos es de 63 y

80 puentes afectados; en la agricultura se tiene 2 301 Ha de cultivo perdido y 2 563 Ha de cultivo afectada.” [6]

“Las lluvias fuertes se presentaron en el mes de marzo, se desbordo el río La Leche afectado seriamente a Illimo y caseríos aledaños como Las Juntas, Colche, Progreso y San Juan, que los dejaron completamente inundados y sin conexión con Lambayeque. Sin embargo, estas localidades no fueron las únicas afectadas, también se produjeron daños en los distritos de Zaña, Chongoyape, las vías de Chongoyape-Llama, Chongoyape-Santa Cruz, entre otros.” [5]

Según [6], “los principales riesgos que tiene la región Lambayeque están relacionados con el fenómeno del Niño, mediante fuertes precipitaciones pluviales que traen consigo graves inundaciones en zonas de difícil drenaje natural, tendiendo como consecuencia daños en la infraestructura urbana de las ciudades y su entorno.”

Según [7], “el centro poblado de Pampa Grande está influenciado por la cuenca Chancay – Lambayeque, la cual tiene una temperatura media anual de 23°C en la zona de Tinajones, a la cual pertenece el centro poblado, y donde sus máximas precipitaciones se producen sobre todo entre los meses de febrero y abril, alcanzando los valores máximos de 1677,5 mm de precipitaciones totales anuales y 85,7 mm de precipitación diaria.”

El centro poblado de Pampa Grande ubicado en el distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, Región Lambayeque; situado a una altitud promedio de 146 m.s.n.m., cuenta a la fecha con una población 10,000 habitantes, según la Municipalidad de Pampa Grande (Ver ANEXO 01: Documento N°1.9), que serán los beneficiados directos con la realización de este proyecto, con una tasa de crecimiento del 0.7% según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

El problema de la carencia de drenaje pluvial se observa con mayor intensidad en las temporadas de lluvias siendo entre los meses de febrero a abril que últimamente ha causado muchos estragos en varias zonas del país, en consecuencia, el centro poblado se muestra inundado, se vuelve intransitable para las personas y vehículos.

Los riesgos debido al cambio climático y eventos climáticos extremos como el caso del Fenómeno del Niño son cada vez más frecuentes y costosos de enfrentar, y esto

no es ajeno al centro poblado de Pampa Grande, teniendo grandes daños y pérdidas por la carencia del sistema de drenaje pluvial.

Según [8], “las lluvias en el distrito de Chongoyape han afectado varias localidades incluido el centro poblado de Pampa Grande, donde se tuvo un estado situacional de emergencia ya que como consecuencias de estas lluvias han quedado varias viviendas afectadas en el distrito y sus centros poblados.”

Según [9] “el 20 de marzo de 2017: “En las últimas horas, la plataforma de Defensa Civil reportó daños en las zonas de Pampagrande (Chongoyape), Angolo (Mórrope) y Pativilca (Batangrande)”. Dando a conocer algunas zonas afectadas en el presente año por las constantes lluvias en la cual se encuentra el centro poblado.”

Toda el área urbana del centro poblado de Pampa Grande carece de drenaje pluvial, y el 73% de las calles carece de pavimentación, afectando a los pobladores al formarse aniegos generados por las lluvias. Además, al descargar las aguas de las lluvias, los aniegos son potenciales criaderos de zancudos transmisores del dengue, que son muy comunes en zonas calurosas como la costa norte del país y fuente de otras enfermedades que pueden perjudicar la salud de los habitantes del centro poblado.

Podemos apreciar que la falta de pavimentación por parte de 73% de las calles de Pampa Grande ocasiona la presencia de enfermedades respiratorias y alérgicas como consecuencia del polvo que se genera.

Es así como lo confirman los datos del Área de Información del Puesto de Salud de Pampa Grande. Estas nos muestran claramente que la tasa de enfermedades del sistema respiratorio es alta con 61% total de pacientes, así como ciertas enfermedades dermatológicas y parasitarias que son el 30% del total de casos dados en la zona.

Es importante recalcar que el periodo de lluvias afecta la comodidad de los habitantes del centro poblado de Pampa Grande, de igual forma se ve perjudicado por el deterioro de las viviendas que en su mayoría son de adobe dejándolas a algunas en condición de inhabilitación) y también por las inundaciones de las calles en donde se colmatan las alcantarillas sanitarias ocasionando atoros y afloramiento de aguas contaminadas a la superficie generando un foco infeccioso para la población que

traen como consecuencia enfermedades infecciosas y enfermedades metabólicas (malaria, dengue, fiebre amarilla, etc).

Como consecuencia de las lluvias se colmatan las alcantarillas del centro poblado es por eso que la empresa prestadora de servicios en este caso EPSEL solicita camión Hidrojet para el desatoro de las tuberías de alcantarillado cada vez que se ocasiona una situación como esta por la falta de pavimentación y drenaje pluvial lo cual genera una mezcla de tierra y agua para después meterse en las tuberías produciéndose los atoros y colapsos de las mismas. (Ver ANEXO 01: Documento N°1.13)

En la actualidad las redes de alcantarillado funcionan sin ningún problema como lo puede garantizar tanto la sede de EPSEL en Pampa Grande, así como el diagnóstico insitu realizado con personal encargado. (Ver ANEXO 01: Documento N°1.8)

Hasta ahora nadie se ha interesado por el drenaje pluvial ya que la municipalidad no cuenta con los recursos para realizar el diagnóstico y la realización del proyecto. Además, el municipio no cuenta con ningún tipo de estudio hidrológico ni topográfico al momento.

El uso de Sistema de Drenaje Pluvial, no permite tener control de las inundaciones causados por el cambio climático y la infraestructura deficiente de las zonas urbanas. Es así que, con el diseño de la pavimentación y el sistema de drenaje pluvial para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape se evitaría problemas de inundación y contaminación, así mismo impedir la sobresaturación de las alcantarillas y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la ciudad.

En el aspecto técnico, en este proyecto pretendemos analizar, diseñar la unidades y los componentes en los que se refiere a la pavimentación y el diseño de drenaje pluvial, se aplicará la normativa existente y las tecnologías eficientes así beneficiando de modo que tanto el manejo, el control y la conducción de las aguas de lluvia sería de manera adecuada en forma separada de las aguas residuales, ya que estaría conformado por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias como los estanques de retención, cumpliendo así con la evacuación de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, veredas, jardines, etc .

En el aspecto económico, los pobladores de la zona se verán beneficiados directamente en la reducción de las constantes enfermedades producidas por la

acumulación de polvo y estancamiento de aguas producido por las lluvias por ende habrá un ahorro en gastos médicos. Así como también se verán favorecidos al no realizar las reparaciones de las consecuencias de las intensas lluvias provocadas en su mayoría por el fenómeno del niño, al realizar el diseño de la pavimentación evitaremos gastos de reparación de tuberías de alcantarillado ya que estas colapsan por culpa de esta situación.

En el aspecto ambiental, el Centro Poblado de Pampa Grande carece de sistema de drenaje pluvial y de una gran parte de la pavimentación de sus calles, por lo que el agua de lluvia forma una escorrentía superficial y perjudica al medio ambiente ya que en su recorrido arrastra residuos sólidos; teniendo un Sistema Urbano de Drenaje Pluvial mejoraría la calidad y la captación del agua y así eliminando una fuente de contaminación superficial y subterránea.

En el aspecto social, se busca contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de este centro poblado garantizando el normal desenvolvimiento de la vida diaria en el C.P. de Pampa Grande permitiendo así un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la duración de lluvias, cabe resaltar que la protección de las personas y las edificaciones son de mayor importancia el cual en este proyecto pretendemos garantizar la protección de aquellos ya mencionados, y con esto se espera que la población se vea beneficiada social y culturalmente.

El presente proyecto considera importante los objetivos mencionados a continuación para el buen desarrollo del mismo:

El objetivo general es realizar un diseño funcional, técnico y económico que permita la infraestructura necesaria para la Pavimentación y el Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Los objetivos específicos son:

Evaluar, analizar y diseñar la pavimentación del centro poblado.

Evaluar, analizar y diseñar el sistema de drenaje pluvial.

Realizar Estudios: Topográficos, Tránsito, Mecánica de Suelos, Hidrológicos.

Elaborar el presupuesto total y la programación del proyecto.

Evaluar el impacto ambiental del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Entre los diversos estudios y la bibliografía relacionada con el proyecto, tenemos las siguientes.

Paolo Rojas Naira, “EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM”. (Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil, 2016).

“Este proyecto se realizo con la idea de poner el servicio de drenaje pluvial a través de la ejecución del proyecto, que quedó paralizada por irregularidades en el expediente técnico y faltas de diferente naturaleza, es asi que, se ha calculado los componentes claves del expediente técnico (Estudios de Topografía e Hidrología, principalmente), con el fin de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente. Como resultado de esto se obtuvo un nuevo diseño del proyecto mediante el modelamiento con el software SWMM. También, se realizó una verificación con las normas y reglamentos que se tienen que verificar para el diseño de un proyecto de este carácter.” [11]

Eric Yañez Portal, “EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA - CAJAMARCA”. (Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil, 2014).

“El presente proyecto de tesis se evaluó el diseño hidráulico y las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, con el fin de encontrar las causas de la ineficiencia del drenaje pluvial, porque en tiempos de lluvias de alta precipitación, los niveles alcanzan índices muy altos que son la causante de serios problemas a la población cajamarquina por un deficiente sistema drenaje pluvial, en consecuencia se propicia inundaciones en zonas bajas y erosiones por el aumento de la velocidad de escorrentía; impactando desfavorablemente en las superficies expuestas de edificaciones e infraestructura vinculadas a estos espacios.” [12]

Meliton Acosta Floreano, “DISEÑO A NIVEL DE INGENIERÍA Y SU IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE CORONACIÓN EN LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES DE LA LOCALIDAD DE LEVANTO - CHACHAPOYAS”. (Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil, 2014).

“El presente proyecto da una solución para evacuar las aguas pluviales, pudiendo satisfacer las necesidades más básicas de la población, se plantea un Canal, Capacitación al Personal, Implementación de una Unidad de Mantenimiento, permitiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores de la Localidad de Levanto. Este proyecto abarca la Instalación de Canal de Coronación que se ha ubicado en el terreno disponible, como también se tuvo en cuenta las características favorables del tipo de suelo y topografía que existe en la zona.” [13]

Santiago Méndez Flores, "DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA URBANIZACIÓN SAN EMILIO”. (Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil, 2011).

“En este proyecto se plantea recolectar las aguas servidas y aguas pluviales de la urbanización mencionada, con lo cual se reducirá la contaminación ambiental y la insalubridad. Se recalca, que en la zona del proyecto se hizo una evaluación de impacto ambiental, para evitar daños en el hábitat existente y tratar de reducir los probables efectos negativos. Así como, utilizando el Programa SewerCad, se obtuvieron los Diseños del Sistema de Alcantarillado Pluvial y Sanitario. También, se diseñó la Planta de Tratamiento de las Aguas Servidas y se creó un presupuesto del proyecto.” [14]

Susan Gomez Vallejos, “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”. (Tesis de Licenciatura, Ingeniero Civil, 2014).

“En la presente tesis se propone determinar los criterios de diseño según metodologías y normas para diseñar un pavimento flexible y lograr un eficaz nivel de transitabilidad, mejorando la calidad de vida de la población en la zona

de influencia, se ha considerado los volúmenes de tránsito que existen actualmente y las proyecciones de los mismos, de tal modo que se pueda solucionar el tráfico de los vehículos en todos los sentidos. Las avenidas que se contemplan en el estudio por la importancia que tienen, se les da un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito, consta de un viaducto elevado de 60 metros de largo por una rampa y un total de 450 metros de longitud que siguen la trayectoria de la Avenida América Sur, realizando los trabajos de demolición de toda la antigua construcción del pavimento actual en el anillo vial para hacer posible el paso a desnivel del Óvalo Grau.” [15]

Aristoteles Figueroa Lezano, “DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA CAPACHICA-LLACHÓN (KM 3 A KM 4)”. (Tesis de Licenciatura, Ingeniero Civil, 2017).

“En la presente tesis se desarrolla el diseño de pavimento, del tramo que se encuentra entre el Km 3 al Km 4, en general, la carretera que se diseña es interprovincial rural, porque conecta la capital con un pueblo de una provincia, Juliaca capital de la provincia de San Román con la comunidad de Llachón, en el distrito de Capachica, provincia de Puno, y provincial rural, porque conecta la capital con un pueblo de la misma provincia, Puno capital de la provincia de Puno, con la comunidad de Llachón en el distrito de Capachica, el tramo de estudio de esta tesis une a las provincias de Puno y San Román con Llachón, cabe mencionar que lo característico de la zona se incluye el tránsito en gran parte de vehículos ligeros, motocicletas y en menor parte de camiones, además tiene un clima frío y con temporadas de altas precipitaciones. Se realiza el diseño del pavimento tanto flexible como rígido, en el pavimento flexible se utiliza la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA), y para el rígido se utiliza igualmente la de la AASHTO y la de la Portland Cement Association (PCA). Por concluyente, se analiza el análisis de costo del pavimento, tanto rígido como flexible, mediante la realización de la comparación del costo inicial de construcción de ambos.” [16]

2.2. BASES TEÓRICO CIENTIFICAS

Entre las bases teóricas para el desarrollo del presente proyecto tenemos:

NORMA OS. 060. Drenaje pluvial urbano (Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones)

“El objetivo de la presente norma, establece los criterios generales de diseño a seguir en la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial urbano, que abarca etapas de recolección, transporte y evacuación a un depósito de aguas pluviales que precipitan sobre la zona urbana.” [17]

NORMA E. 050. Suelos y Cimentaciones (Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones)

“La presente norma establece las exigencias para la realización de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificios y otros inherentes a la norma. Los EMS establecerán el fin de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras, promoviendo el uso racional de los recursos. El ámbito de aplicación abarca el territorio nacional y sus exigencias se consideran mínimas.” [18]

NORMA E. 060. Concreto armado (Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones)

“Esta norma determina las obligaciones y exigencias mínimas para el estudio, el diseño, los materiales, la edificación, el aseguramiento de la calidad y la inspección de estructuras de concreto armado”[19]

Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial (2016).

“El reglamento permite unificar, regular e instaurar los criterios, términos y procedimiento para efectuar la delimitación, conformidad, señalización y mantenimiento de las fajas marginales en sistema fluviales y masas de agua artificiales y naturales, es de cumplimiento obligatorio y aplicación a nivel

nacional por los órganos de la Autoridad Nacional del Agua, así como por las personas jurídicas o naturales de derecho público o privado.” [20]

Manual De Carreteras, “Suelos, Geología, Geotécnica Y Pavimentos”. RD N° 10-2014-Mtc/14 (10.04.2014).

“El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es una institución del Poder Ejecutivo que cuenta con asesoría jurídica de derecho público y compone un pliego presupuestal, según lo establecido en la Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, posee entre sus funciones, la de formular, proyectar, dirigir, disponer, gestionar, fiscalizar, inspeccionar y evaluar la política sectorial y judicial, concerniente a su competencia, aplicable en los diferentes niveles del Estado.

La finalidad del documento es desplegar el apartado de Suelos y Pavimentos pertenecientes al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos propios de las Carreteras y Caminos, que proporciona a los Ingenieros los modelos y criterios técnicos que deben utilizar para diseñar de forma eficiente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no asfaltadas y asfaltadas dándoles firmeza estructural y asegurando el desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en favor de la sociedad. Además, el apartado de Suelos y Pavimentos admite a los consultores utilizar tecnologías innovadoras debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC.” [21]

Norma CE.010: Pavimentos Urbanos, Reglamento Nacional de Edificaciones 2010.

“La norma detalla los requisitos mínimos para el diseño, edificación, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, enfocándose en la disciplina de la Ingeniería de Pavimentos y Mecánica de Suelos, con el objetivo primordial de certificar la durabilidad, el uso racional de los patrimonios y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, según lo establecido en su vida de servicio.” [22]

Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Ley N° 29325) (SINEFA)

“La SINEFA tiene el propósito de verificar el cumplimiento de la regulación ambiental tanto de las persona jurídicas o naturales, así mismo fiscalizar y garantizar que las funciones establecidas de evaluación, inspección, fiscalización, control y autoridad sancionadora en tema relacionados con el ambiente, a cargo de las diferentes entidades nacionales, que se realicen de forma autónoma, equitativa, ágil y eficaz.” [23]

Ley general del ambiente (LEY N° 28611) (Perú: Ministerio del Ambiente)

“La Ley General del Ambiente es la norma perteneciente al marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Constituye normas y principios que aseguren el eficiente desempeño del derecho legislativo al ambiente sostenible, en equilibrio e idóneo para el desarrollo de la vida. De este modo, la Ley General del Ambiente normaliza el cumplimiento de las obligaciones relacionadas a la eficiente gestión ambiental, que involucre la mejor calidad de vida en los habitantes, el sustento sostenible de las actividades económicas, el progreso del ambiente rural y urbano, así mismo la preservación del patrimonio natural del país.” [24]

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Respecto al diseño de investigación es Descriptiva. Porque para conocer las costumbres predominantes y la situación actual se necesita de una descripción y comprensión de las condiciones actuales, mediante una recolección de datos.

Respecto al fin que se persigue es aplicada porque busca la utilización de los conocimientos adquiridos en la práctica de la ingeniería civil y los objetivos planteados.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el diseño de la investigación, se empleará el de una investigación por objetivos conforme al esquema mostrado a continuación:

$$OG \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} oe1 \rightarrow cp1 \\ oe2 \rightarrow cp2 \\ oe3 \rightarrow cp3 \end{array} \right\} \rightarrow CF$$

Donde:

- OG: Objetivo General
- oe: Objetivo Especifico
- cp: Conclusión Parcial
- CF: Conclusión Final

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS:

Levantamiento Topográfico
Estudio de Transito.
Estudio de Mecánica de suelos (EMS)
Estudios Meteorológicos e Hidrológicos.

3.3.2. INSTRUMENTOS:

ESTUDIO DE TRANSITO:

Tabla de Formato de Clasificación Vehicular – MTC.

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS:

Planos Topográficos.

ESTUDIO METEOROLOGICO E HIDROLOGICO:

Registro del SENAMHI.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS:

Ensayo de Granulometría: Ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.128(ASTM D422). Equipos: Tamices. Balanza. Homo eléctrico. Cuchillos.

Ensayo de Limites de Atterberg (Consistencia): Ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.129(ASTM D431S). Equipos: Recipiente metálico. Brocha. Balanza. Cuchillo. Ranurador. Espátula. Copa de Casagrande. Máquina de Casagrande.

Ensayo de California Bearing Ratio: Ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 339.145 (ASTM D1883). Equipos: Molde cilíndrico. Disco espaciador. Trípode. Pesas. Balanza. Espátula. Horno.

Ensayo de Proctor Modificado: Ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.141(ASTM D1557). Equipos: Molde cilíndrico. Martillo metálico. Horno. Tamices. Balanza. Espátula.

PROGRAMAS DE CÓMPUTO:

Microsoft Word, Excel y Power Point.

PROGRAMAS DE INGENIERÍA:

AUTOCAD.

CIVIL 3D.

S10.

MSPROYECT.

UTILES DE ESCRITORIO

EQUIPOS TOPOGRÁFICOS:

Estación Total.

Prisma.

Trípode.

Mira Topográfica.

GPS.

Brújula.

Cinta Métrica.

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

El objetivo principal es calcular la demanda vehicular proyectada para las calles nuevas a construir, teniendo como sustento el tránsito que circula por las principales vías de nuestro proyecto. Se utiliza el tráfico actual y se determina la tasa de crecimiento en base a la estimación de los beneficios del proyecto el impacto que tendrá en la economía del área en estudio. El estudio de tráfico del centro poblado se realizó para tal fin.

La metodología usada en el estudio de tráfico se basó en la aplicación de conteos de vehículos y en ubicar una estación (El), establecida por los tesisistas. Los conteos realizados proporcionan información acerca de la cantidad y tipo del tráfico actual.

El cálculo del IMD se inicia con el conteo de tránsito que nos permitirá obtener el índice Medio Diario, después se reajusta con un factor de corrección estacional que depende del peaje referente que se ha considerado en el estudio, mes del año y tipo de vehículo: luego se calcula la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI que se aplicarán para vehículos ligeros y pesados respectivamente.

3.4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La topografía tiene un rol trascendente en la elaboración de proyectos de ingeniería, ya que, es sobre planos topográficos en los 14 que se diseñan la mayoría de los proyectos. (Serpa 2015) La mejor manera de lograr que el trabajo topográfico se ejecute correctamente es definiendo lo que se requiere hacer, conocer el grado de precisión exigido para determinar el sistema de trabajo y tipo de equipo a usar. Para el levantamiento topográfico se hará un reconocimiento de campo para poder tener un orden a la hora de la toma de puntos y poder tener la mayor cantidad de puntos.

La cuadrilla considerada estuvo conformada por 01 topógrafo y 03 ayudantes para el GPS diferencial.

El producto de toda esta metodología serán los detalles planimétricos, altimétricos y planos topográficos.

3.4.3. ESTUDIO DE SUELOS

El estudio tiene por finalidad caracterizar los suelos dentro de la zona urbanística del C.P. Pampa Grande, proporcionando las características físico mecánicas del mismo, con la intención de conocer los parámetros y métodos necesarios para efectuar el diseño de los elementos a ser realizados para el drenaje pluvial y pavimentación de la zona ya mencionada.

El programa considera diversas actividades sistematizadas que inician con la revisión de la información previa, después numeración y ubicación de las exploraciones, seguido de la determinación del tipo de ensayos que se ejecutarán, métodos de toma de muestras y traslado de las mismas, ubicación del laboratorio y finaliza con la elaboración un cronograma.

3.4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

EL estudio hidrológico tiene como objetivo principal encontrar los parámetros hidrológicos que se necesitan para estimar los caudales de escurrimiento máximos que se utilizara en el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial del proyecto. Se indagó la información meteorológica de la zona, teniendo como referente la estación ubicada en el Distrito de Chongoyape, la estación Tinajones.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Observación directa, a través de un reconocimiento de campo en la zona para obtener toda la información pertinente que permita la elaboración del proyecto mencionado.

Recolección de datos estadísticos sobre la población del área de estudio.

Experimentación en laboratorio especializado, para obtener las características del suelo y estudio de los materiales a utilizar en el proyecto.

Gabinete para el diseñar la pavimentación y el sistema de drenaje pluvial y de la zona del proyecto.

4.1.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

“Es la cantidad total de vehículos que circulan en un periodo igual o menor a un año, dividido entre el número de días respectivo del periodo.” [21]

4.1.3 ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDs)

“El Tráfico diario semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDs), se encuentra mediante del volumen diario hallado en el conteo vehicular, utilizando la formula a continuación:” [21]

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

En donde:

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

4.1.4 FACTORES DE CORRECCIÓN

Como el flujo de vehículos se realiza en un tiempo de una semana y se requiere encontrar el transito anual, para hallar el IMDa, se debe usar factores de corrección que nos permite expandir o contraer el volumen de este registro.

Los factores de corrección para vehículos ligeros y pesados se usaron del peaje de Pomalca del mes de marzo del año 2010 (último publicado) por ser el más contiguo a la zona de estudio.

FC = 0.782892, para vehículos ligeros y

FC = 0.915422, para vehículos pesados.

4.1.5 ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDa)

“Es el promedio de los volúmenes diarios de todos los días del año existente en un sector dado de la calle o vía. El mismo da una representación cuantitativa de la significancia de la vía en la sección registrada.

El IMDa se representa con la siguiente formula:” [21]

$$IMDa = FC \times IMDs$$

TABLA N° 4.1
IMD y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIERCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO		TIPO	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	
		IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMDs	FC		IMDa	DISTR%
Camionetas	Autos	111	46%	88	38%	106	47%	76	43%	106	45%	123	44%	65	43%	96	0.7829	Liviano	75	44%
	Station Wago	41	17%	29	13%	18	8%	23	13%	29	12%	53	19%	23	15%	31	0.7829	Liviano	24	14%
	Pick Up	35	15%	47	21%	47	21%	12	7%	29	12%	23	8%	29	19%	32	0.7829	Liviano	25	14%
	Panel	-		-		-		-		-		-		-		-	0.7829	Liviano	0	
	Rural	53	22%	65	28%	53	24%	65	37%	70	30%	82	29%	35	23%	60	0.7829	Liviano	47	28%
Bus	Micro	-		-		-		-		-		-		-		-	0.7829	Liviano	0	
	Omnibus 2E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
Camión	Omnibus > = 3E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	Camion 2 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	Camion 3 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
Semi Trayler	Camion 4 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	2S1/2S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	2S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	3S1/3S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
Trayler	> = 3S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	2T2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	2T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	3T2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
	3T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9154	Pesado	0	
TOTAL PROMEDIO DIARIO		240	100%	229	100%	224	100%	176	100%	234	100%	281	100%	152	100%	219			172	100%
TOTAL SEMANAL																1536			veh/dia	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6 PROYECCIONES DE TRANSITO FUTURO

Dado que el diseño del pavimento se fundamenta en el tránsito actual, como también en la proyección de tránsito que se estima utilicen las vías, es importante realizar las proyecciones de Tránsito Futuro. Es importante encontrar el periodo de proyección del tráfico, que está basado por del periodo de diseño, también las tasas de crecimiento, estas están basadas en las tasas de crecimiento poblacional y económicas.

El crecimiento normal de tránsito o el aumento del volumen de tránsito causado por el incremento en el uso de los vehículos. El cual se cuenta a través de una tasa de crecimiento de vehículos, en un periodo de diseño de “n” años, usando la siguiente fórmula.

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículos por día.

T₀ = Tránsito actual (año futuro de proyección).

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

4.1.7 PERIODO DE DISEÑO

“Es el número de años necesarios para el inicio del uso de la vía hasta la primera rehabilitación programada, es diferente que el periodo de vida, dado que luego de haber sido rehabilitada la vía, esta misma puede seguir funcionando normalmente.” [21]

TABLA N° 4.2
PERIODO DE DISEÑO

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (AÑOS)
Urbana de Alto Volumen de tráfico	30-50
Rural de Alto Volumen de tráfico	20-50
Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	15-25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20

Fuente: AASHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos

Para nuestro proyecto se ha considerado un periodo de 20 años.

4.1.8 TASA DE CRECIMIENTO

En el proyecto que está compuesto de vehículos ligeros y vehículos pesados, se ha tomado como tasa de crecimiento del tráfico ligero a la proyección de la tasa de crecimiento demográfico en un periodo de 20 años y como tasa de crecimiento del tráfico pesado a la proyección de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno del departamento de Lambayeque.

TABLA N° 4.3
IMD PROYECTADO

Tasa de crecimiento poblacional (%)	1.50 %	
Tasa de crecimiento PBI departamental (%)	3.00 %	
Periodo de diseño (años)	20 años	

TIPO DE VEHICULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE CRECIMIENTO	IMD (20 años) PROYECTADO	
	IMDa	DISTRIB (%)			
Autos	75	44%	4.950	189	
Station Wago	24	14%	4.950	60	
Camionetas	Pick Up	25	14%	4.950	62
	Panel	-	"	4.950	
	Camioneta Rural	47	28%	4.950	118
Micro	-	"	4.950		
Bus	Omnibus 2E	-	"	3.000	
	Omnibus 3E	-	"	3.000	
Camión	Camion 2 E	-	"	3.000	
	Camion 3 E	-	"	3.000	
	Camion 4 E	-	"		
Semi Trayler	2S1/2S2	-	"		
	2S3	-	"		
	3S1/3S2	-	"		
	>=3S3	-	"		
Trayler	2T2	-	"		
	2T3	-	"		
	3T2	-	"		
	3T3	-	"		
TOTAL	172	100%		430	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.9 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

4.1.9.1 VEHÍCULOS LIVIANOS

Son vehículos que tienen dos ejes y cuatro neumáticos, por lo cual resiste menor peso, en consecuencia, tiene una capacidad de carga menor.

Las clases de vehículos livianos encontrados en el proyecto son:

- Automóviles: Tienen 2 ejes simples y se usan para el transporte de pasajeros.
- Vehículos de carga liviana: Tienen 2 ejes simples, se usan mayormente para el transporte de pasajeros o de carga liviana. En esta clase, dentro del estudio de tráfico, se incluirán los vehículos tipo Camionetas Pick Up, Combi Rural o Microbuses.

TABLA N° 4.4
VEHICULOS LIVIANOS

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIÉRCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO	
		IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%
	Autos	111	46%	88	38%	106	47%	76	43%	106	45%	123	44%	65	43%	96	44%
	Station Wago	41	17%	29	13%	18	8%	23	13%	29	12%	53	19%	23	15%	31	14%
Camionetas	Pick Up	35	15%	47	21%	47	21%	12	7%	29	12%	23	8%	29	19%	32	14%
	Panel	-		-		-		-		-		-		-		-	
	Rural	53	22%	65	28%	53	24%	65	37%	70	30%	82	29%	35	23%	60	28%
TOTAL PROMEDIO DIARIO		240	100%	229	100%	224	100%	176	100%	234	100%	281	100%	152	100%	219	100%

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.9.2 VEHÍCULOS PESADOS

Son los vehículos que están compuestos de dos ejes y seis neumáticos o más, como también los camiones de carga pesada, lo que nos muestra vehículos más pesados y con el soporte de cargas mayores.

En este proyecto no encontramos ningún tipo de vehículo pesado.

4.1.10 CÁLCULO DE ESAL

4.1.10.1 FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL

TABLA N° 4.5
FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y
DE CARRIL PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO
EN EL CARRIL DE DISEÑO

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fe)	Factor Ponderado FdxFc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

4.1.10.2 CÁLCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

$$\begin{aligned} r &= 4.95 \% \\ n &= 20 \text{ años} \end{aligned}$$

RESULTADO:

$$\text{Factor de Crecimiento Acumulado} = 32.89$$

4.1.10.3 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA (EE)

TABLA N° 4.6
RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{in})
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EEs2 = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EEs2 = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEta1)	$EEs2 = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EEta2)	$EEs2 = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtr1)	$EEs2 = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EEtr2)	$EEs2 = [P / 17.5]^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

4.1.10.4 NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)

Se utilizará la siguiente fórmula por tipo de vehículo: el resultado será la suma de las diferentes clases de vehículos considerados:

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

TABLA N° 4.7
PARAMETROS DE ESAL






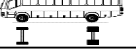


Parámetros	Descripción
N _{rep de EE}	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes
EE _{día-carril}	EE _{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo, se aplica la siguiente relación:
	$EE_{\text{día-carril}} = IMDp. \times Fd \times Fe \times Fvp \times Fpi$
	Donde:
	IMDp.: corresponde al índice Medio Diario según tipo de vehículo seleccionado (i)
	Fd: Factor Direccional
	Fe: Factor Carril de diseño
Fvp.: Factor vehículo del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo, y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo entre el número total del tipo de vehículo seleccionado.	
Fp: Factor de Presión de neumáticos.	
F _{ea}	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

TABLA N° 4.8
CÁLCULO DE ESAL

CALCULO ESAL

Factor de Crecimiento Acumulado = 32.89
 r = 4.95 %
 n = 20 años

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)					FACTOR E.E.	Fvpi	Fd	Fc	Fp	Fca	Numero de repeticiones		
			EJE	%	TIPO DE EJE	TIPO DE RUEDA	PESO		TOTAL FACTOR E.E.	Factor Direccional Fd	Factor Carril de diseño Fc	Factor de Presion de neumaticos Fp	EE dia-carril	Factor de Crecimiento Acumulado	Días del Año	Nrep de EE
VEHICULOS																
AUTOMOVILES 	75	3.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.50	0.0023	0.005	0.5	1.0	1.0	0.174	32.89	360	2056.6
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.50	0.0023								
STATION WAGON 	24	3.50	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.75	0.0043	0.009	0.5	1.0	1.0	0.105	32.89	360	1238.1
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.75	0.0043								
CAMIONETA PICK UP 	25	5.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.50	0.0187	0.037	0.5	1.0	1.0	0.464	32.89	360	5492.5
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.50	0.0187								
PANEL 	0	5.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE			0.000	0.5	1.0	1.0	0	32.89	360	0.0
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE										
COMBI 	47	7.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	3.50	0.0742	0.148	0.5	1.0	1.0	3.512	32.89	360	41579.8
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	3.50	0.0742								
BUS (B2) 	0		E1		SIMPLE	SIMPLE	7.00		0.000	0.5	1.0	1.0	0	32.89	360	0.0
			E2		SIMPLE	DOBLE	11.00									
BUS (B3-1) 	0		E1		SIMPLE	SIMPLE	7.00		0.000	0.5	1.0	1.0	0	32.89	360	0.0
			E2		TANDEM	D + S	16.00									
BUS (BA-1) 	0		E1		SIMPLE	SIMPLE	7.00		0.000	0.5	1.0	1.0	0	32.89	360	0.0
			E2		SIMPLE	DOBLE	11.00									
			E3		SIMPLE	SIMPLE	7.00									
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	172															S = 50367

Fuente: Elaboración Propia

ESAL

4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.2.1. GENERALIDADES

4.2.1.1. OBJETIVO

El presente trabajo tiene el objetivo de efectuar el levantamiento Topográfico del área en donde se realizará el proyecto de tesis “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,2017”.

4.2.1.2. UBICACIÓN

Departamento : Lambayeque
Provincia : Chiclayo
Distrito : Chongoyape
Centro Poblado : Pampagrande

4.2.1.3. ALTITUD DE LA ZONA

La topografía en forma general del Distrito de Chongoyape, es una zona de Costa con pendientes muy suaves, comprendido entre las cotas absolutas de 138 msnm y 150 msnm.

4.2.1.4. CLIMA

Normalmente, las repetidas precipitaciones condicionan el clima de esta zona costera, por esto el clima de la zona se puede clasificar como Caluroso, influenciado directamente por las corrientes de aires huracanados.

La temperatura del verano está según datos de la Estación Meteorológica entre 25° C (Dic) y 28° C (Feb), siendo la temperatura mínima anual de 20°C., la temperatura máxima anual de 30°C, en el mes de setiembre y con una temperatura media anual de 26°C.

4.2.1.5. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

La infraestructura existente en el área de estudio está comprendida por la existencia de casas habitaciones en su mayoría de material rústico y sin una infraestructura vial adecuada, carente de veredas, contando con infraestructura de salud y educación mínima necesaria para atender a la población del Centro Poblado de Pampa Grande existente.

4.2.1.6. FECHA DE EJECUCIÓN

10 de Enero.

4.2.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Anteriormente se hizo el reconocimiento del terreno, en la cual se indaga, razona y se aplica el método más recomendado para realizar el trabajo de campo que se basó en:

- a) Georreferenciación y monumentación del punto donde se va a estacionar permanentemente durante todo el levantamiento el Receptor GPS, MARCA TRIMBLE MODELO R8S SERIE 5508R00482.
- b) Después de haber dejado el receptor estático en el área permanente, seguimos con marcar puntos en toda la zona urbana con el receptor dinámico permaneciendo 15 segundos por punto tomado.
- c) En este levantamiento se registraron 140 (BMs) ubicados dentro del área del proyecto siendo estos mayormente las tapas de buzones y cuyas coordenadas se muestran en el siguiente recuadro:

TABLA N° 4.9
BM's DEL PROYECTO

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9254405.537	668281.013	141.371	BM
2	9254393.217	668275.111	140.513	BM
3	9254372.744	668265.529	140.241	BM
4	9254360.849	668284.304	140.621	BM
5	9254349.656	668300.440	141.114	BM
6	9254322.890	668338.651	141.990	BM
7	9254295.691	668370.731	142.582	BM
8	9254277.213	668391.793	142.931	BM

9	9254235.201	668443.060	142.912	BM
10	9254213.266	668471.751	143.051	BM
11	9254173.210	668524.179	143.451	BM
12	9254326.659	668236.826	140.051	BM
13	9254306.525	668270.534	140.481	BM
14	9254250.590	668327.297	141.822	BM
15	9254231.069	668359.664	142.253	BM
16	9254194.044	668414.873	142.914	BM
17	9254271.755	668202.642	140.132	BM
18	9254255.683	668227.847	140.233	BM
19	9254208.634	668286.397	141.342	BM
20	9254182.225	668326.794	142.373	BM
21	9254141.602	668380.553	143.085	BM
22	9254228.409	668172.687	140.494	BM
23	9254212.337	668197.897	140.814	BM
24	9254167.664	668259.755	142.200	BM
25	9254100.719	668355.030	142.812	BM
26	9254185.829	668143.610	140.500	BM
27	9254170.048	668167.286	140.991	BM
28	9254101.643	668232.858	142.841	BM
29	9254041.922	668321.925	144.233	BM
30	9254125.894	668089.037	140.340	BM
31	9254101.815	668123.189	140.832	BM
32	9254075.511	668160.824	142.282	BM
33	9254042.775	668204.556	143.242	BM
34	9254019.586	668246.227	143.813	BM
35	9253992.675	668294.039	144.954	BM
36	9253965.766	668337.406	145.520	BM
37	9254056.568	668055.403	140.260	BM
38	9254045.095	668070.774	140.631	BM
39	9253974.953	668127.479	143.312	BM
40	9253973.539	668170.896	143.811	BM
41	9253923.684	668253.998	145.361	BM
42	9253897.396	668293.557	146.460	BM
43	9253987.099	668016.396	140.531	BM
44	9253977.253	668028.327	140.672	BM
45	9253932.302	668085.660	143.131	BM
46	9253899.773	668133.860	144.152	BM
47	9253840.359	668201.545	145.892	BM
48	9253814.550	668237.145	146.781	BM
49	9253883.797	668046.297	143.724	BM
50	9253837.632	668099.804	144.092	BM
51	9253788.071	668166.811	145.691	BM
52	9253766.030	668207.675	145.951	BM
53	9253885.481	667938.802	140.812	BM

54	9253875.873	667951.317	141.391	BM
55	9253838.074	668009.021	143.733	BM
56	9253813.054	668042.323	144.034	BM
57	9253789.437	668071.238	144.335	BM
58	9253760.988	668111.298	145.762	BM
59	9253743.170	668137.875	146.395	BM
60	9253715.927	668178.531	146.995	BM
61	9253825.512	667889.720	141.321	BM
62	9253816.341	667903.338	141.352	BM
63	9253780.640	667961.620	143.210	BM
64	9253734.970	668038.232	144.532	BM
65	9253711.005	668077.159	145.673	BM
66	9253693.256	668109.229	146.431	BM
67	9253669.723	668148.834	147.163	BM
68	9253770.766	667846.401	140.833	BM
69	9253767.314	667863.782	141.153	BM
70	9253736.230	667937.407	142.991	BM
71	9253726.331	667933.803	142.912	BM
72	9253683.926	668004.859	144.341	BM
73	9253662.478	668045.554	145.151	BM
74	9253644.962	668075.937	146.162	BM
75	9253619.046	668118.424	146.920	BM
76	9253679.595	667770.681	140.232	BM
77	9253666.602	667802.397	140.531	BM
78	9253662.134	667819.602	140.871	BM
79	9253634.295	667885.543	142.913	BM
80	9253602.258	667958.845	143.991	BM
81	9253585.302	667994.741	144.792	BM
82	9253567.508	668026.278	145.620	BM
83	9253546.387	668062.315	146.210	BM
84	9253626.022	667749.173	140.171	BM
85	9253613.030	667780.198	140.520	BM
86	9253606.746	667796.010	140.891	BM
87	9253570.217	667860.930	142.642	BM
88	9253536.253	667917.306	143.241	BM
89	9253524.700	667956.843	144.321	BM
90	9253508.623	667989.773	145.141	BM
91	9253489.369	668015.471	145.842	BM
92	9253574.705	667724.912	139.910	BM
93	9253560.873	667758.226	140.442	BM
94	9253554.590	667774.038	140.732	BM
95	9253521.399	667844.032	142.171	BM
96	9253504.938	667901.487	142.761	BM
97	9253486.545	667933.209	143.862	BM
98	9253469.296	667964.729	144.910	BM

99	9253454.541	667987.095	145.591	BM
100	9253482.871	667728.293	140.460	BM
101	9253476.628	667743.286	140.562	BM
102	9253458.498	667777.933	141.572	BM
103	9253450.284	667805.463	141.682	BM
104	9253427.142	667866.254	142.751	BM
105	9253411.698	667899.427	143.631	BM
106	9253400.254	667932.176	144.312	BM
107	9253425.660	667766.215	141.471	BM
108	9253389.495	667849.915	142.861	BM
109	9253390.230	667689.001	140.310	BM
110	9253382.779	667705.485	140.451	BM
111	9253365.274	667744.746	141.221	BM
112	9253332.614	667828.866	142.841	BM
113	9253318.666	667865.796	144.181	BM
114	9253306.541	667898.702	144.512	BM
115	9253322.769	667661.750	139.852	BM
116	9253316.486	667677.562	140.251	BM
117	9253286.247	667711.682	141.543	BM
118	9253234.363	667787.750	142.434	BM
119	9253221.190	667821.694	143.255	BM
120	9253207.465	667857.200	144.065	BM
121	9253225.435	667621.464	139.654	BM
122	9253219.152	667637.276	139.855	BM
123	9253207.562	667665.349	140.663	BM
124	9253205.724	667676.887	140.812	BM
125	9253175.348	667763.313	142.142	BM
126	9253155.718	667598.708	138.732	BM
127	9253151.493	667609.176	139.684	BM
128	9253127.664	667647.781	139.953	BM
129	9253117.666	667741.416	141.734	BM
130	9253057.121	667553.514	139.155	BM
131	9253051.594	667565.164	139.255	BM
132	9253028.911	667628.615	139.951	BM
133	9253004.808	667697.345	141.761	BM
134	9252989.906	667680.632	141.722	BM
135	9252993.933	667540.640	139.222	BM
136	9252972.388	667620.266	140.581	BM
137	9252956.588	667657.976	141.531	BM
138	9252916.374	667521.138	140.721	BM
139	9252926.115	667614.597	141.662	BM
140	9252921.521	667635.986	142.541	BM

Fuente: Elaboración Propia

- d) Durante la etapa de gabinete que se basa en el procesamiento de datos y la realización de planos se ha usado el programa Civil 3D y Autocad 3D teniendo así los planos.

4.2.3. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA

4.2.3.1. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA

02 Receptor GPS TRIMBLE, Modelo R8S

01 Modulo E/S para sostener el receptor y envío de información por USB.

01 Cable USB

01 Cargador universal

01 Antena Geodesica

01 Base para sostener el Receptor sobre tripodes o bastones en el campo.

01 Cinta métrica GPS para medición de altura de Antena.

01 Software GNSS, Geodésico

4.2.3.2. PERSONAL EMPLEADO

01 Topógrafo

03 Ayudantes

4.2.3.3. HERRAMIENTAS

Estacas

Pinturas

4.2.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Los resultados muestran cómo se encuentra el terreno del centro poblado Pampa grande actualmente el cual se puede notar en el plano topográfico (PT -01) que las cotas varían en cada cuadra con una cota mínima de 138.732 msnm. y la cota máxima de 147.163 msnm. Con un total de 140 puntos.
- El método y procedimiento que hemos optado por usar es el método que es utilizado por el GPS diferencial el cual consta de 2 estaciones, 1 dinámico y 1 estático, el cual es de alta precisión y utiliza un método de trilateración el cual funciona midiendo el tiempo que tarda la señal de radio en llegar hasta el receptor desde un satélite.

- Los resultados obtenidos por la nivelación cerrada tomando 15 estaciones nos muestran la diferencia de nivel entre punto y punto tomado.
- El error de cierre que obtuvimos en este trabajo de nivelación fue de 0.005 siendo el máximo 0.021, por ende nuestra nivelación esta en lo correcto.
- En este proyecto con el fin de corroborar los datos que nos dio el GPS diferencial optamos por comprobar estos con una nivelación cerrada con 15 estaciones, el cual termino dando fiel confiabilidad al levantamiento topográfico que se realizó en nuestro proyecto.

4.2.5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta que los equipos topográficos utilizados en este caso el GPS diferencial de alta precisión estén calibrados y con su respectivo certificado de calibración.
- Se recomienda siempre tener conocimiento en los equipos que se usaran para el proyecto, para poder después tener la facilidad de usarlos.
- Comprobar siempre los datos obtenidos de un equipo nuevo en este caso el GPS diferencial, con un equipo el cual sea más común para así corroborar aquellos y tener un mejor conocimiento de estos.
- Cumplir plenamente con los requerimientos cartográficos del proyecto.

4.2.6. NIVELACIÓN

4.2.6.1. OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo topográfico tiene el objetivo principal realizar una serie de nivelaciones y determinar la cota de un punto determinado, para comparar las cotas obtenidas con el Geodésico a manera de comprobar la veracidad de las mismas.

4.2.6.2. UBICACIÓN

Departamento: Lambayeque
Provincia : Chiclayo
Distrito : Chongoyape
Localidad : Pampa Grande



Figura: Croquis de los puntos de medición con nivel

4.2.6.3. FECHA DE EJECUCIÓN

El reconocimiento topográfico se realizó el día domingo 10 de junio del 2018, a horas 09:00 a 13:00 horas.

4.2.6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

Consistió en las siguientes etapas:

a. Reconocimiento de terreno: Realizamos la visita al campo de trabajo, luego verificamos la forma más adecuada de replantear los métodos, determinar el lugar de estacionamiento de los instrumentos entre otros.

b. Trabajo de campo: Se siguieron los pasos.

-Estacionamiento de Instrumentos

-Colocación de la mira en los puntos designados

-Medición de Puntos de tramo en tramo

-Toma de apuntes.

c. Trabajo de Gabinete: Consistió en los procesos aritméticos y calcular las distintas cotas y niveles. Se elaboró el comparativo con las cotas obtenidas con el Geodésico.

Personal empleado:

El trabajo fue distribuido de la siguiente manera:

-01 Encargado de la mira

-01 Encargado del Nivel de ingeniero

-01 Anotador

4.2.6.5. RESULTADOS

TABLA N° 4.10
COTAS CON NIVEL VS COTAS CON GEODÉSICO

ESTACION	PUNTO	VISTA ATRÁS	VISTA ADELANTE	COTA (m)	H (INF)	H (SUP)	DISTANCIA (m)	COTA (GEODESICO)	N° BM (GEODESICO)	COMPARACION
	1			141.114				141.114	5	
E2	1	2.76			3.0	2.53	47.0			
	2		1.29	142.584	1.46	1.09	37.0	142.582	7	-0.002
E3	2	1.47			1.55	1.39	16.0			
	3		1.12	142.934	1.19	1.05	14.0	142.931	8	-0.003
E4	3	0.91			1.06	0.75	31.0			
	4		1.59	142.254	1.73	1.44	29.0	142.253	15	-0.001
E5	4	1.47			1.63	1.31	32.0			
	5		1.35	142.374	1.5	1.21	29.0	142.373	20	-0.001
E6	5	1.7			1.9	1.55	35.0			
	6		0.99	143.084	1.17	0.82	35.0	143.085	21	0.001
E7	6	1.68			1.87	1.49	38.0			
	7		1.955	142.809	2.04	1.86	18.0	142.812	25	0.003
E8	7	1.995			2.155	1.845	31.0			
	8		0.57	144.234	0.75	0.4	35.0	144.233	29	-0.001
E9	8	1.665			1.79	1.54	25.0			
	9		0.945	144.954	1.085	0.805	28.0	144.954	35	0.000
E10	9	0.84			1.02	0.66	36.0			
	10		1.985	143.809	2.13	1.84	29.0	143.813	34	0.004
E11	10	0.985			1.07	0.9	17.0			
	11		1.55	143.244	1.65	1.45	20.0	143.242	33	-0.002
E12	11	0.755			0.835	0.675	16.0			
	12		1.72	142.279	1.78	1.67	11.0	142.282	32	0.003
E13	12	0.69			0.84	0.54	30.0			
	13		2.14	140.829	2.365	1.92	44.5	140.832	31	0.003
E14	13	1.55			1.74	1.36	38.0			
	14		1.39	140.989	1.67	1.1	57.0	140.991	27	0.002
E15	14	1.11			1.31	0.9	41.0			
	15		1.865	140.234	1.57	0.32	125.0	140.233	18	-0.001
E16	15	1.895			2.175	1.625	55.0			
	1		1.02	141.109	0.69	0.127	56.3	141.114	5	0.005

Fuente: Elaboración Propia

ERROR DE CIERRE

-0.005 m

Error máximo tolerable:

Aplicamos la siguiente fórmula por ser Nivelación Ordinaria

ERROR TOLERABLE

0.021 m

$$E_{M\acute{a}x} = \pm 0.02\sqrt{d} \text{ (km)}$$

4.2.6.6. CONCLUSIONES

- Se concluye que las cotas obtenidas con el Geodésico son verídicas, dando fiel confiabilidad al levantamiento topográfico que se realizó para nuestro proyecto.

4.3. ESTUDIO DE SUELOS

4.3.1. GENERALIDADES

4.3.1.1. OBJETIVO

El presente trabajo tiene el objetivo de conocer las propiedades y características del suelo del proyecto “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,2017”.

4.3.1.2. UBICACIÓN

Departamento : Lambayeque
Provincia : Chiclayo
Distrito : Chongoyape
Centro Poblado : Pampagrande

4.3.1.3. ALTITUD DE LA ZONA

La topografía en forma general del Distrito de Chongoyape, es una zona de Costa con pendientes muy suaves, comprendido entre las cotas absolutas de 138 msnm y 150 msnm.

4.3.1.4. CLIMA

Normalmente, las repetidas precipitaciones condicionan el clima de esta zona costera, por esto el clima de la zona se puede clasificar como Caluroso, influenciado directamente por las corrientes de aires huracanados.

La temperatura del verano está según datos de la Estación Meteorológica entre 25° C (Dic) y 28° C (Feb), siendo la temperatura mínima anual de 20°C., la temperatura máxima anual de 30°C, en el mes de setiembre y con una temperatura media anual de 26°C.

4.3.1.5. FECHA DE EJECUCIÓN

23 de Enero.

4.3.2. NORMATIVIDAD

El estudio realizado se encuentra referido principalmente a la Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (R.N.E.), bajo las normas de la (A.S.T.M.) y (AASHTO).

4.3.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.3.3.1. GEOMORFOLOGÍA

Las características geomorfológicas incluyen una amplia zona costera, en donde se ven amplias pampas aluviales y cerros de moderada elevación como paso intermedio a zona de la sierra.

4.3.3.2. GEOLOGÍA

La estratigráfica del área del proyecto y básicamente todo este valle está apoyado sobre un conglomerado de suelos finos de origen SEDIMENTARIO, HETEROGENEO de características geológicas: Era CENOZOICA, Sistema: CUATERNARIO, Serie: RECIENTE; compuesto básicamente por ortocuarzitas de color gris claro a marrón claro, con rocas sedimentarias de areniscas y cuarcitas con variaciones de lutita.

4.3.3.3. ASPECTOS GEODINÁMICAS

Del reconocimiento efectuado en áreas adyacentes a la zona del proyecto se concluye que no hay acción geodinámica alguna que represente en riesgo su estabilidad.

La superficie actual del terreno del proyecto está estable y no tiene problemas geodinámicas de inestabilidad.

No se percibió problemas estructurales o fallas geológicas que de encontrarse perjudicaría la seguridad del proyecto en obra.

4.3.3.4. SISMICIDAD

Basado en las referencias Sismológicas en la Región Lambayeque, se produjeron sismos de intensidades VII – VIII, basado en la Escala de MM (Mercalli modificada).

La zona en estudio está ubicada en la ZONA 4 del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, clasificados como suelos intermedios del Tipo S2 de acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 - Diseño Sismo-Resistente.

“Las Fuerzas Sísmicas Horizontales pueden calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:” [26]

$$v = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

S : Factor de ampliación del suelo, con un valor de 1.05 para un periodo de vibración $T_p(S) = 0.6$ y $T_l(S) = 2$.

Z : Es el factor de zona, con un valor de 0.45 g.

4.3.4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el área del proyecto y según los requerimientos de la norma E.050 de las estructuras planteadas en el sistema de drenaje pluvial se han realizado 26 calicatas, extraídas hasta una profundidad de 1.50 m, para cumplir con los requerimientos mínimos de profundidad exigida por la Norma E-030.

Las muestras sacadas de las calicatas se han analizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos perteneciente a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y los resultados correspondientes se adjuntan. (VER ANEXOS N°3: ENSAYOS DEL ESTUDIO DE SUELOS)

4.3.5. EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS

El método idóneo para nuestro estudio fue el pozo de Reconocimiento o Calicata.

Se realizaron 26 calicatas con una sección variable, en promedio las secciones fueron de 1.20m x 1.50m. con una profundidad de 1.50 m. en promedio en la zona de estudio como se muestra a continuación.

Dentro de las calicatas excavadas se hizo el muestreo de los niveles estratigráficos. Así como también se procedió a la extracción de las muestras alteradas y de muestras de suelos inalterados.

De las calicatas se obtuvieron 26 muestras alteradas y 5 inalteradas.

**TABLA N° 4.11
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS**

DATOS CALICATAS				
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	NORTE	ESTE
C-1	M-1	1.50 m	9253963.7517	668341.8308
C-2	M-1	1.50 m	9253814.4947	668236.7547
C-3	M-1	1.50 m	9254358.5739	668279.7896
C-4	M-1	1.50 m	9254299.3689	668371.3627
C-5	M-1	1.50 m	9254084.5323	668454.7510
C-6	M-1	1.50 m	9254231.3790	668168.2713
C-7	M-1	1.50 m	9254154.1277	668261.9217
C-8	M-1	1.50 m	9253685.0460	667998.2936
C-9	M-1	1.50 m	9253812.9019	668039.5519
C-10	M-1	1.50 m	9253783.8117	667959.8595
C-11	M-1	0.00 m - 0.70 m	9253773.131	667840.762
	M-2	0.70 m - 1.50 m		
C-12	M-1	1.50 m	9253627.4908	667745.8880
C-13	M-1	1.50 m	9253562.2685	667754.3511
C-14	M-1	1.50 m	9253505.5324	667906.1073
C-15	M-1	1.50 m	9253566.8841	668032.1964
C-16	M-1	1.50 m	9253999.2613	668016.8430
C-17	M-1	1.50 m	9254096.8830	668124.2975
C-18	M-1	1.50 m	9253457.8688	667819.0512
C-19	M-1	1.50 m	9253323.9329	667865.8140
C-20	M-1	1.50 m	9253641.5328	667884.1984
C-21	M-1	0.00 m - 0.80 m	9253382.167	667710.764
	M-2	0.80 m - 1.50 m		

C-22	M-1	1.50 m	9253220.3370	667643.5141
C-23	M-1	1.50 m	9253048.9672	667557.0078
C-24	M-1	0.00 m - 0.90 m	9252828.013	667593.0526
	M-2	0.90 m - 1.50 m		
C-25	M-1	1.50 m	9252988.5917	667686.0840
C-26	M-1	1.50 m	9253209.8477	667856.5208

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5.1. MUESTRAS ALTERADAS

En las cuales no se conserva las condiciones naturales o la estructura del mismo estrato.

“Típicamente son sacadas usando barrenos perforantes, o en las excavaciones a tajo abierto. A causa de estos procesos el material extraído pierde en parte sus propiedades iniciales. Sirven, para una clasificación geológica y geotécnica del suelo.” [21]

Las 26 muestras alteradas extraídas han sido utilizadas para obtener los perfiles estratigráficos y realizar los ensayos de Contenido de Humedad, Límite Líquido y Plástico, Granulometría, Proctor y CBR.

4.3.5.2. MUESTRAS INALTERADAS

“Son las que cuando son extraídas aún permanecen sus características naturales; a partir de muestras se encuentran las propiedades mecánicas y resistentes del suelo. Es necesario sacar la muestra sin modificar su densidad natural, se acostumbra a usar parafina, para evitar la pérdida de humedad natural.” [21]

Obteniendo las 5 muestras inalteradas se hizo el ensayo de Corte Directo mediante el cual se consiguió la capacidad portante del terreno del proyecto.

4.3.6. ENSAYOS EN EL LABORATORIO

Con las muestras sacadas de las (26) calicatas efectuadas en el trabajo de campo, se consiguieron en el Laboratorio de la Usat, los parámetros que nos permita deducir las condiciones del proyecto, tales como:

ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico ASTM – D422
- Límite Líquido ASTM – D423
- Límite Plástico ASTM – D424
- Contenido de Humedad ASTM – D2216

ENSAYOS ESPECIAL

- Sales solubles totales ASTM – D1889
- Proctor Modificado AASHTO T 180
- California Bearing Ratio (CBR)..... AASHTO T 193
- Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) ASTM – D2487

4.3.7. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

4.3.7.1. PROPIEDADES FÍSICAS

De los ensayos a ejecutar, se realiza una explicación de los mismos y los objetivos pertenecientes a cada uno. Hay que resaltar que los ensayos físicos son aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)

Este método tiene por objetivo determinar la distribución de los tamaños de las partículas de un suelo por medio del tamizado por diferentes mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200. El análisis de granulometría da como resultado una curva granulométrica, donde se ve el diámetro del tamiz versus el porcentaje acumulado que retiene el mismo. Se utiliza para

determinar el cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones que son aplicables.

Limite Líquido (NTP 339.129) y Limite Plástico (NTP 339.129)

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para conocer las características del comportamiento de los suelos finos, como la capacidad de ser moldeable que depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa el tamiz N°200, porque es el producto que funciona como ligante. Cualquier material, por el contenido de humedad que tiene, pasa por tres estados que son: líquido, plástico y seco. Si el agregado tiene determinado contenido de humedad donde se encuentra húmedo a modo que esta no es moldeable, significa que está en estado semilíquido. Y mientras se le va sacando el agua, llega a un momento donde el suelo, sin que deje de estar húmedo empieza a tener una consistencia que permite la moldeabilidad y hacerlo trabajable, es cuando está en el estado plástico. Después al seguir quitando el agua, tenemos el momento en donde el material pierde la trabajabilidad y se cuartea cuando se trata de moldearlo, es donde está en un estado semiseco.

El contenido de humedad donde el agregado se convierte de estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido, mientras que el contenido de humedad se convierte de estado plástico al semiseco es el Limite Plástico.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO

Los varios tipos de suelos son caracterizados por el tamaño de sus partículas. Son encontrados normalmente combinados de dos o más tipos de suelos diferentes, ejemplo: grava, arena, limo, arcilla, limoarcilla, etc. La precisión del rango del tramo de las partículas es mediante la estabilidad del tipo de ensayos para encontrar los límites de consistencia. Uno de los más típicos sistemas de clasificación es el SUCS (Sistema Unificado

de Clasificación de Suelos), donde se clasifica al suelo en 15 tipos diferentes, según su nombre y por términos simbólicos.

4.3.7.2. PROPIEDADES MECÁNICAS

Los diferentes ensayos que definen las propiedades mecánicas, son los que determinan la resistencia de los suelos el comportamiento de este frente a diferentes sollicitaciones de carga.

Ensayo de Próctor Modificado (NTP 339.013)

El ensayo de Proctor determina el óptimo contenido de humedad, por lo cual se consigue la mayor densidad seca del suelo mediante una compactación determinada. Este ensayo se realiza previo a usar el agregado en el terreno, con el cual se sabe la cantidad de agua que se debería agregar para tener la mejor compactación del mismo.

Haciendo este procedimiento se sabe la influencia que da el contenido inicial de agua en el suelo en el proceso con el cual se encuentra el valor de fundamental importancia en la compactación lograda. Por consiguiente, a contenidos de humedad creciente, se tienen más altos pesos específicos secos, entonces mejores compactaciones de suelo, pero no siempre es así, sino que cuando pasa la humedad de determinado valor, el peso específico disminuye, resultando ser peores compactaciones de la muestra. En conclusión, para un suelo dado, y usando el procedimiento antes mencionado, existe una humedad inicial que da el máximo peso específico seco que se logra con este procedimiento de compactación.

A mayor contenido de agua menor es la tensión capilar en el agua produciendo que una sola energía de compactación de mejores resultados.

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El Índice de California (CBR) permite la medición de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, que este en condiciones de densidad y humedad, ambas controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación, ayudándose de curvas empíricas, se da en porcentaje como una razón de carga unitaria que se necesita para golpear un pison a la misma profundidad en una muestra tipo piedra partida. Los valores de la carga unitaria para las varias profundidades de penetración en la muestra patrón están determinados.

El CBR es el valor que se tiene para una profundidad de 0.1 pulg. Y como el CBR de cualquier agregado varía dependiendo de su grado de compactación y el contenido de humedad del mismo, se necesita repetir en el laboratorio las condiciones del campo, por lo cual se requiere un control minucioso.

4.3.8. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

Con la información tanto de campo como de laboratorio tenemos los resultados de todas las muestras estudiadas las cuales mostraremos en el siguiente cuadro resumen:

TABLA N° 4.12
CUADRO RESUMEN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CUADRO RESUMEN DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS									
DATOS CALICATAS			ENSAYOS REALIZADOS						
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO	HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	1.50 m	Grava Limo Arcillosa	0.76	20.12	13.99	6.13	GC- GM	A-4(2)
C-2	M-1	1.50 m	Arcilla Limo Gravoso	0.48	20.06	14.29	5.77	CL-ML	A-4(4)
C-3	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	6.3	30.13	14.4	15.73	CL	A-6(11)
C-4	M-1	1.50 m	Grava Limo Arcillosa	13.5	35.97	10.24	25.73	CL	A-6(14)
C-5	M-1	1.50 m	Arcilla Gravosa de	2.34	20.08	10.95	9.13	CL	A-4(5)
C-6	M-1	1.50 m	Limo de Baja	8.9	22.51	21.21	1.3	ML	A-4(8)
C-7	M-1	1.50 m	Arena Limo Arcilloso	6.58	21.69	15.57	6.12	SC-SM	A-4(3)
C-8	M-1	1.50 m	Grava Limosa	0.56	NP	NP	NP	GM	A-4(3)
C-9	M-1	1.50 m	Grava Limo Arcillosa	2.02	25.8	19.27	6.53	GC- GM	A-4(1)
C-10	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	9.99	24.76	15.84	8.92	CL	A-4(9)
C-11	M-1	0.00 m - 0.70 m	Arena Limosa	7.67	NP	NP	NP	SM	A-4(2)
	M-2	0.70 m - 1.50 m	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad	12.04	27.59	17.84	9.75	CL	A-4(6)
C-12	M-1	1.50 m	Arcilla Limo Arenoso	9.46	18.66	14.26	4.4	CL-ML	A-4(7)
C-13	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	8.37	24.61	15.38	9.23	CL	A-4(9)
C-14	M-1	1.50 m	Arcilla Gravosa de	0.98	20.68	11.97	8.7	CL	A-4(4)
C-15	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	0.96	20.65	11.97	8.68	CL	A-4(8)
C-16	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	9.13	23.15	13.51	9.64	CL	A-4(9)
C-17	M-1	1.50 m	Arcilla Arenosa de	4.62	23.69	14.68	9.01	CL	A-4(6)
C-18	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	8.73	46.32	26.58	19.74	CL	A-7-6(3)
C-19	M-1	1.50 m	Grava Limosa	1.09	18.47	14.83	3.64	GM	A-2-4(0)
C-20	M-1	1.50 m	Grava Limo Arcillosa	1.39	19.12	14.7	4.43	GC- GM	A-4(3)
C-21	M-1	0.00 m - 0.80 m	Arena Limo Arcillosa con Grava	5.13	21.49	15.63	5.86	SC-SM	A-2-4(0)
	M-2	0.80 m - 1.50 m	Arena Arcillosa	9.46	26.01	16.64	9.77	SC	A-4(3)
C-22	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	4.2	37.75	16.15	21.6	CL	A-6(13)
C-23	M-1	1.50 m	Arcilla Arenosa de	10.97	29.15	15.34	13.81	CL	A-6(7)
C-24	M-1	0.00 m - 0.90 m	Arcilla de Baja Plasticidad	5.02	25.42	15.49	9.94	CL	A-4(9)
	M-2	0.90 m - 1.50 m	Arcilla Limosa de Baja Plasticidad	4.87	20.81	14.54	6.27	CL-ML	A-4(9)
C-25	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	3.44	19.67	14.54	5.13	SC-SM	A-2-4(0)
C-26	M-1	1.50 m	Arcilla de Baja	2.1	23.93	15.45	8.47	CL	A-4(9)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8.1. RESULTADOS DE CORTE DIRECTO

En este ensayo se realizó a muestras inalteradas que se extrajeron de las calicatas seleccionadas estratégicamente C-03, C-09, C-11, C-18 y C-25 obteniendo los siguientes resultados.

TABLA N° 4.13
DESCRIPCION DE CALICATAS

DATOS CALICATAS			Ø	C (Kg/cm ²)	qa (Kg/cm ²)
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD			
C-3	M-1	1.50 m	30.8	0.15	1.15
C-10	M-1	1.50 m	22.8	0.13	0.6
C-12	M-1	1.50 m	26.3	0.13	0.81
C-18	M-1	1.50 m	25.7	0.13	0.81
C-25	M-1	1.50 m	2.92	0.97	0.97

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8.2. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Para el presente proyecto, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas seleccionadas estratégicamente, se obtiene los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.2” de penetración, para los cuales se hallaron un total de 5 valores de CBR del proyecto en los siguientes puntos:

TABLA N° 4.14
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS

DATOS CALICATAS			PROCTOR		CBR
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD SECA (Gr/cm ³)	OCH (%)	95 % MDS
C-1	M-1	1.50 m	1.914	15.7	28.5
C-9	M-1	1.50 m	1.823	18	33.7
C-12	M-1	1.50 m	1.861	9.5	14.5
C-19	M-1	1.50 m	1.903	16.6	34.8
C-25	M-1	1.50 m	1.861	13.6	15.1

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- En este proyecto se realizó la excavación de 26 calicatas en toda la zona de estudio en este caso es el Centro Poblado Pampa Grande.
- Los ensayos realizados en este proyecto son los mínimos que se deben realizar para poder realizar el proyecto.

- Las 26 calicatas en el proyecto tienen una profundidad de -1.50 metros.
- El suelo del lugar está conformado por materiales de grano gruesos con propiedades friccionantes y en menor escala por suelos finos de tipo cohesivo.
- En términos generales, para el proyecto a desarrollar, las características físico - mecánicas de los materiales se consideran adecuadas.
- El suelo subyacente de la zona de estudio correspondiente a la ubicación del proyecto es apto para la construcción y si se cumplen con las recomendaciones de este informe.
- El suelo subyacente se encuentra conformado predominantemente arcillas arenosas
- No se encontró nivel freático en las calicatas hasta una profundidad estudiada.
- Tomando en cuenta los parámetros del manual de carreteras el suelo en su mayor parte presenta un CBR muy bueno, esto lo indica la calicata c-25 teniendo el menor resultado de las calicatas exploradas siendo un CBR de 15.1%
- El suelo estudiado presenta un ángulo de fricción de menor 22.8 y de mayor ángulo 30.8 siendo esto un suelo que no presentara deslizamiento en caso de derrumbe.

4.3.10. RECOMENDACIONES

- Las profundidades a que se hace referencia en este proyecto son con respecto al nivel superior que presento el terreno al momento de la exploración y muestreo; por lo que este proyecto contempla realizar movimiento de tierras deberá de considerarse este para no afectar de manera negativa la profundidad para cada canaleta a ejecutar.
- Para determinar las propiedades de un suelo en el laboratorio, es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo, un muestro adecuado y representativo es de primordial importancia, por lo tanto, deben considerarse los cuidados necesarios para que esta sea alterada lo menos posible.

4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Este estudio tiene como objetivo principal determinar los parámetros hidrológicos que se necesitan para estimar los caudales para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial del proyecto.

Se obtendrá la información pluviométrica de la Estación Meteorológica de Tinajones, cuyos registros los dispone el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

4.4.1. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

4.4.1.1. TEMPERATURA

Presenta temperaturas máximas promedio anuales de 32.4°C y mínimas anuales de 16.1°C, registradas en la estación Tinajones. (TABLA)

Las temperaturas máximas se presentan en el mes de marzo con registros de hasta 32°C y las temperaturas mínimas alcanzan las 15.1°C en el mes de agosto.

TABLAS N° 4.15

TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS POR MESES (°C)

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2013	30.7	31.8	30.8	30.2	28.0	26.2	25.7	26.4	27.6	27.8	27.9	30.2
2014	30.9	32.0	32.5	31.3	29.3	28.6	35.2	26.9	28.1	28.5	28.9	30.4
2015	31.2	31.8	32.1	31.8	30.3	28.5	28.3	27.8	29.7	30.1	29.8	30.5
2016	31.5	31.7	33.5	32.2	30.7	28.8	28.2	28.3	29.2	29.5	30.2	31.4
2017	30.7	32.2	31.2	30.8	31.0	28.2	26.8	26.9	28.1	28.4	28.4	30.8
Promedio	31.0	31.9	32.0	31.3	29.9	28.1	28.9	27.3	28.5	28.9	29.0	30.7

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2013	20.5	21.1	21.4	18.5	17.9	15.3	14.0	14.1	14.6	15.5	15.5	18.3
2014	20.7	21.0	21.0	19.5	20.3	18.8	15.8	15.2	15.5	16.5	17.0	18.0
2015	19.7	22.1	22.0	21.1	21.0	19.5	17.7	16.6	17.8	18.6	19.3	20.5
2016	21.9	23.2	23.0	21.7	18.2	15.8	15.2	15.0	15.5	15.2	14.9	18.5
2017	20.5	21.9	22.2	20.7	19.1	16.8	15.3	14.8	14.7	15.0	15.0	18.1
Promedio	20.7	21.8	21.9	20.3	19.3	17.2	15.6	15.1	15.6	16.2	16.3	18.7

Fuente: SENAMHI

4.4.1.2. HUMEDAD

La humedad relativa extraída en la estación Tinajones tiene un promedio anual de 71.4%, con un mínimo de 69.9% y un máximo de 74.7%.

4.4.1.3. PLUVIOMETRÍA

Se dispone de una precipitación máxima promedio anual de 45.2 mm, pero el régimen pluviométrico se ve significativamente afectado en años extraordinarios, teniendo relación directa con la presencia del fenómeno del Niño.

La máxima precipitación en 24 horas según la información registrada en la estación de Tinajones se observa en el año 2002 con un volumen de 290.7 mm.

MAX PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS

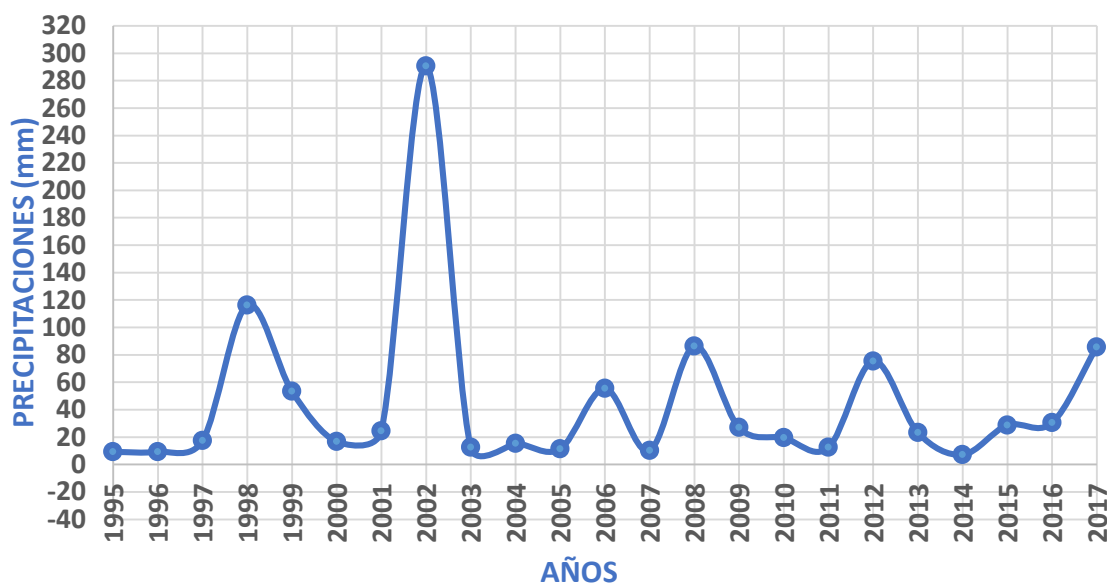


Figura: Precipitación máxima en 24 horas.
Fuente; Estación Tinajones (ANA)

4.4.2. INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

“El análisis hidrológico, nos podrá dar las precipitaciones e intensidades para diferentes tiempos de duración y periodo de retorno, así como elaborar las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), las cuales son

necesarios en el cálculo de la intensidad de diseño para un determinado tiempo de concentración.” [27]

La información meteorológica con la que se trabajara corresponde a la estación Tinajones la cual se presenta a continuación:

Estación: Tinajones

Latitud: 06° 38' 42" S

Longitud: 79° 24' 59" W

Altitud: 235 msnm

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Chongoyape

TABLA N° 4.16
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24h (mm)

Año	P(màx) 24h
1995	9.3
1996	9.4
1997	17.4
1998	116.3
1999	53.5
2000	16.8
2001	24.6
2002	290.7
2003	12.5
2004	15.5
2005	11.5
2006	55.5
2007	10.3
2008	86.3
2009	27
2010	19.5
2011	12.5
2012	75.5
2013	23.4
2014	7.3
2015	28.8
2016	30.5
2017	85.7

Fuente: Estación Tinajones (ANA)

4.4.3. PERIODO DE RETORNO

La elección del periodo de retorno es afectada por varios aspectos, entre los cuales se toma en cuenta el tamaño de la cuenca, la importancia de la estructura, y el grado de seguridad. En la elaboración de todo proyecto, es importante seguir ciertos parámetros registrados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.).

Para el desarrollo del presente proyecto se ha tomado en cuenta los criterios en la Norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, específicamente en el Anexo N° 01 – Hidrología acápite 2.4, en el cual encontramos los siguientes criterios:

El sistema menor de drenaje debe diseñarse para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. Este periodo estará basado en la importancia económica de la urbanización, correspondiente 2 años a pueblos pequeños. El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

Como nuestro proyecto es un sistema de drenaje urbano menor, el periodo de retorno deberá considerarse 2 a 10 años.

De los criterios establecidos anteriormente en la Norma OS. 060, diseñaremos nuestro proyecto para un periodo de retorno de $T = 10$ años.

4.4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS

“El análisis estadístico de datos hidrológicos tiene el objetivo la estimación de precipitaciones, intensidades o caudales máximos, para diferentes períodos de retorno, por medio de la aplicación de modelos probabilísticos, en donde estos pueden ser discretos o continuos.” [27]

“En la estadística hay diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; normalmente se utilizan las siguientes funciones” [27]:

Distribución Normal

Distribución Log Normal 2 parámetros

Distribución Log Normal 3 parámetros

Distribución Gamma 2 parámetros

Distribución Gamma 3 parámetros

Distribución Log Pearson tipo III

Distribución Gumbel

Distribución Log Gumbel

4.4.4.1 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

“Son pruebas de hipótesis que se utilizan para diagnosticar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.” [27]

“La prueba de Kolmogorov – Smirnov comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, así como permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste.” [27]

“Esta prueba se basa en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$.” [27]

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m) /$$

“Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla N°4.17). Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de X^2 de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como” [27]:

$$F_o(x_m) = m / (n+1)$$

Donde m es el número de orden de dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

TABLA N° 4.17

VALORES CRÍTICOS DE LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV

Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC)

4.4.4.2 DISTRIBUCIONES

TABLA N° 4.18
DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV -
SMIRNOV

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.2687	0.2031	0.2270
2	9.3	0.0833	0.2795	0.2157	0.1962
3	9.4	0.1250	0.2801	0.2163	0.1551
4	10.3	0.1667	0.2850	0.2222	0.1183
5	11.5	0.2083	0.2917	0.2301	0.0833
6	12.5	0.2500	0.2973	0.2368	0.0473
7	12.5	0.2917	0.2973	0.2368	0.0056
8	15.5	0.3333	0.3144	0.2575	0.0189
9	16.8	0.3750	0.3219	0.2668	0.0531
10	17.4	0.4167	0.3254	0.2711	0.0912
11	19.5	0.4583	0.3378	0.2866	0.1205
12	23.4	0.5000	0.3613	0.3164	0.1387
13	24.6	0.5417	0.3687	0.3258	0.1730
14	27.0	0.5833	0.3835	0.3449	0.1998
15	28.8	0.6250	0.3947	0.3596	0.2303
16	30.5	0.6667	0.4054	0.3736	0.2612
17	53.5	0.7083	0.5537	0.5721	0.1547
18	55.5	0.7500	0.5665	0.5892	0.1835
19	75.5	0.7917	0.6890	0.7466	0.1027
20	85.7	0.8333	0.7450	0.8125	0.0883
21	86.3	0.8750	0.7481	0.8161	0.1269
22	116.3	0.9167	0.8763	0.9404	0.0403
23	290.7	0.9583	1.0000	1.0000	0.0416

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.2612

Parámetro de localización (X_m)= 45.2087

Parámetro de escala (S)= 61.454

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es
123.98

TABLA N° 4.19
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA
KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.0864	0.0876	0.0447
2	9.3	0.0833	0.1334	0.1347	0.0501
3	9.4	0.1250	0.1358	0.1371	0.0108
4	10.3	0.1667	0.1577	0.1591	0.0090
5	11.5	0.2083	0.1870	0.1884	0.0213
6	12.5	0.2500	0.2113	0.2126	0.0387
7	12.5	0.2917	0.2113	0.2126	0.0803
8	15.5	0.3333	0.2819	0.2829	0.0515
9	16.8	0.3750	0.3109	0.3119	0.0641
10	17.4	0.4167	0.3240	0.3249	0.0927
11	19.5	0.4583	0.3678	0.3685	0.0905
12	23.4	0.5000	0.4414	0.4417	0.0586
13	24.6	0.5417	0.4621	0.4623	0.0796
14	27.0	0.5833	0.5008	0.5008	0.0825
15	28.8	0.6250	0.5276	0.5275	0.0974
16	30.5	0.6667	0.5514	0.5511	0.1153
17	53.5	0.7083	0.7629	0.7617	0.0546
18	55.5	0.7500	0.7746	0.7733	0.0246
19	75.5	0.7917	0.8589	0.8575	0.0672
20	85.7	0.8333	0.8864	0.8851	0.0531
21	86.3	0.8750	0.8878	0.8865	0.0128
22	116.3	0.9167	0.9365	0.9355	0.0199
23	290.7	0.9583	0.9935	0.9932	0.0351

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.1153

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μy)= 3.2939

Parámetro de forma (Sy)= 0.958

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

92.01

TABLA N° 4.20
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARÁMETROS Y LA PRUEBA
KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	7.3	0.0417	-2.0952	0.0181	0.0236
2	9.3	0.0833	-1.2839	0.0996	0.0163
3	9.4	0.1250	-1.2595	0.1039	0.0211
4	10.3	0.1667	-1.0693	0.1425	0.0242
5	11.5	0.2083	-0.8732	0.1913	0.0171
6	12.5	0.2500	-0.7416	0.2292	0.0208
7	12.5	0.2917	-0.7416	0.2292	0.0625
8	15.5	0.3333	-0.4458	0.3279	0.0054
9	16.8	0.3750	-0.3466	0.3644	0.0106
10	17.4	0.4167	-0.3049	0.3802	0.0364
11	19.5	0.4583	-0.1748	0.4306	0.0277
12	23.4	0.5000	0.0196	0.5078	0.0078
13	24.6	0.5417	0.0706	0.5281	0.0135
14	27.0	0.5833	0.1632	0.5648	0.0185
15	28.8	0.6250	0.2259	0.5894	0.0356
16	30.5	0.6667	0.2806	0.6105	0.0562
17	53.5	0.7083	0.7830	0.7832	0.0749
18	55.5	0.7500	0.8142	0.7922	0.0422
19	75.5	0.7917	1.0708	0.8579	0.0662
20	85.7	0.8333	1.1743	0.8799	0.0465
21	86.3	0.8750	1.1800	0.8810	0.0060
22	116.3	0.9167	1.4196	0.9221	0.0055
23	290.7	0.9583	2.1345	0.9836	0.0253

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.0749

Parámetro de posición (xo)= 6.2681

Parámetro de escala (μy)= 2.8149

Parámetro de forma (Sy)= 1.3285

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

97.89

TABLA N° 4.21
DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA
KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.1297	0.2278	0.0880
2	9.3	0.0833	0.1653	0.2667	0.0819
3	9.4	0.1250	0.1670	0.2685	0.0420
4	10.3	0.1667	0.1827	0.2847	0.0160
5	11.5	0.2083	0.2033	0.3053	0.0050
6	12.5	0.2500	0.2202	0.3218	0.0298
7	12.5	0.2917	0.2202	0.3218	0.0715
8	15.5	0.3333	0.2692	0.3674	0.0641
9	16.8	0.3750	0.2897	0.3857	0.0853
10	17.4	0.4167	0.2989	0.3939	0.1177
11	19.5	0.4583	0.3306	0.4214	0.1277
12	23.4	0.5000	0.3861	0.4680	0.1139
13	24.6	0.5417	0.4024	0.4813	0.1393
14	27.0	0.5833	0.4337	0.5066	0.1497
15	28.8	0.6250	0.4562	0.5246	0.1688
16	30.5	0.6667	0.4767	0.5408	0.1900
17	53.5	0.7083	0.6912	0.7065	0.0172
18	55.5	0.7500	0.7052	0.7173	0.0448
19	75.5	0.7917	0.8151	0.8043	0.0234
20	85.7	0.8333	0.8545	0.8371	0.0212
21	86.3	0.8750	0.8565	0.8388	0.0185
22	116.3	0.9167	0.9294	0.9049	0.0127
23	290.7	0.9583	0.9989	0.9949	0.0406

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.1900

Con momentos ordinarios:

Parámetro de forma (gamma)= 1.1033

Parámetro de escala (beta)= 40.9742

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

101.58

TABLA N° 4.22
DISTRIBUCIÓN GAMMA 3 PARÁMETROS Y LA PRUEBA
KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.1470	0.0000	0.1053
2	9.3	0.0833	0.2675	0.0000	0.1842
3	9.4	0.1250	0.2715	0.0000	0.1465
4	10.3	0.1667	0.3037	0.0000	0.1370
5	11.5	0.2083	0.3393	0.0000	0.1310
6	12.5	0.2500	0.3647	0.0000	0.1147
7	12.5	0.2917	0.3647	0.0000	0.0730
8	15.5	0.3333	0.4263	0.0000	0.0929
9	16.8	0.3750	0.4484	0.0000	0.0734
10	17.4	0.4167	0.4580	0.0000	0.0413
11	19.5	0.4583	0.4886	0.0000	0.0302
12	23.4	0.5000	0.5366	0.0000	0.0366
13	24.6	0.5417	0.5497	0.0000	0.0080
14	27.0	0.5833	0.5738	0.0000	0.0095
15	28.8	0.6250	0.5904	0.0000	0.0346
16	30.5	0.6667	0.6051	0.0000	0.0616
17	53.5	0.7083	0.7435	0.0000	0.0352
18	55.5	0.7500	0.7521	0.0000	0.0021
19	75.5	0.7917	0.8203	0.0000	0.0286
20	85.7	0.8333	0.8460	0.0000	0.0127
21	86.3	0.8750	0.8474	0.0000	0.0276
22	116.3	0.9167	0.9007	0.0000	0.0159
23	290.7	0.9583	0.9890	0.0000	0.0307

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.1842

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (Xo)= 6.7568

Parámetro de forma (gamma)= 0.3915

Parámetro de escala (beta)= 98.2159

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

115.74

TABLA N° 4.23
DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON Y LA PRUEBA KOLMOGOROV –
SMIRNOV

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.0548	0.0402	0.0131
2	9.3	0.0833	0.1155	0.1130	0.0322
3	9.4	0.1250	0.1188	0.1170	0.0062
4	10.3	0.1667	0.1484	0.1525	0.0183
5	11.5	0.2083	0.1880	0.1990	0.0203
6	12.5	0.2500	0.2204	0.2362	0.0296
7	12.5	0.2917	0.2204	0.2362	0.0712
8	15.5	0.3333	0.3111	0.3357	0.0222
9	16.8	0.3750	0.3467	0.3732	0.0283
10	17.4	0.4167	0.3623	0.3894	0.0543
11	19.5	0.4583	0.4132	0.4412	0.0451
12	23.4	0.5000	0.4935	0.5200	0.0065
13	24.6	0.5417	0.5149	0.5406	0.0267
14	27.0	0.5833	0.5539	0.5775	0.0295
15	28.8	0.6250	0.5800	0.6019	0.0450
16	30.5	0.6667	0.6025	0.6229	0.0641
17	53.5	0.7083	0.7846	0.7875	0.0762
18	55.5	0.7500	0.7939	0.7958	0.0439
19	75.5	0.7917	0.8601	0.8553	0.0684
20	85.7	0.8333	0.8817	0.8750	0.0484
21	86.3	0.8750	0.8828	0.8760	0.0078
22	116.3	0.9167	0.9225	0.9130	0.0059
23	290.7	0.9583	0.9809	0.9726	0.0226

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.0762

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (Xo)= 0.8921

Parámetro de forma (gamma)= 6.2856

Parámetro de escala (beta)= 0.3821

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

96.92

TABLA N° 4.24
DISTRIBUCIÓN GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV –
SMIRNOV

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.2898	0.2106	0.2481
2	9.3	0.0833	0.3049	0.2285	0.2215
3	9.4	0.1250	0.3056	0.2294	0.1806
4	10.3	0.1667	0.3124	0.2376	0.1458
5	11.5	0.2083	0.3215	0.2487	0.1132
6	12.5	0.2500	0.3292	0.2581	0.0792
7	12.5	0.2917	0.3292	0.2581	0.0375
8	15.5	0.3333	0.3521	0.2867	0.0188
9	16.8	0.3750	0.3621	0.2993	0.0129
10	17.4	0.4167	0.3667	0.3051	0.0499
11	19.5	0.4583	0.3828	0.3257	0.0755
12	23.4	0.5000	0.4127	0.3642	0.0873
13	24.6	0.5417	0.4218	0.3761	0.1199
14	27.0	0.5833	0.4400	0.3998	0.1434
15	28.8	0.6250	0.4535	0.4176	0.1715
16	30.5	0.6667	0.4662	0.4342	0.2005
17	53.5	0.7083	0.6236	0.6382	0.0847
18	55.5	0.7500	0.6358	0.6534	0.1142
19	75.5	0.7917	0.7420	0.7800	0.0496
20	85.7	0.8333	0.7857	0.8280	0.0476
21	86.3	0.8750	0.7881	0.8305	0.0869
22	116.3	0.9167	0.8804	0.9205	0.0362
23	290.7	0.9583	0.9967	0.9992	0.0383

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.2481

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 17.5511

Parámetro de escala (alfa)= 47.9155

Precipitación de diseño:

Para un periodo de retorno de 10 años, es

125.38

TABLA N° 4.25
DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV –
SMIRNOV

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	7.3	0.0417	0.0397	0.0513	0.0020
2	9.3	0.0833	0.0970	0.1130	0.0137
3	9.4	0.1250	0.1003	0.1164	0.0247
4	10.3	0.1667	0.1307	0.1475	0.0360
5	11.5	0.2083	0.1728	0.1895	0.0355
6	12.5	0.2500	0.2080	0.2241	0.0420
7	12.5	0.2917	0.2080	0.2241	0.0837
8	15.5	0.3333	0.3081	0.3209	0.0252
9	16.8	0.3750	0.3475	0.3585	0.0275
10	17.4	0.4167	0.3648	0.3750	0.0519
11	19.5	0.4583	0.4207	0.4282	0.0376
12	23.4	0.5000	0.5075	0.5106	0.0075
13	24.6	0.5417	0.5303	0.5322	0.0114
14	27.0	0.5833	0.5712	0.5712	0.0121
15	28.8	0.6250	0.5983	0.5970	0.0267
16	30.5	0.6667	0.6214	0.6191	0.0452
17	53.5	0.7083	0.7992	0.7912	0.0908
18	55.5	0.7500	0.8078	0.7997	0.0578
19	75.5	0.7917	0.8682	0.8599	0.0765
20	85.7	0.8333	0.8875	0.8795	0.0542
21	86.3	0.8750	0.8885	0.8805	0.0135
22	116.3	0.9167	0.9238	0.9167	0.0071
23	290.7	0.9583	0.9770	0.9733	0.0187

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Delta Máximo 0.0908

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 2.8628

Parámetro de escala (alfa)= 0.747

Precipitación:

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es

94.04

TABLA N° 4.26

RESUMEN DISTRIBUCIONES y DELTA MÁXIMO

Distribución	Delta
1. Normal	0.2612
2. Log normal 2 parámetros	0.1153
3. Log normal 3 parámetros	0.0749
4. Gamma 2 parámetros	0.19
5. Gamma 3 parámetros	0.1842
6. Log pearson tipo III	0.0762
7. Gumbel	0.2481
8. Log gumbel	0.0908

Fuente: Elaboración Propia

COMPROBACIÓN DE DELTA (KOLMOGOROV – SMIRNOV)

Tamaño Muestral	$\alpha = 0.05$
20	0.29
23	Δ critico
25	0.26

Δ critico	0.272
Δ maximo	Distribucion
Δ maximo < Δ critico	
CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 4.27

PRECIPITACIONES DE LAS DISTRIBUCIONES

Distribución	Precipitación (10 años)
1. Normal	123.98
2. Log normal 2 parámetros	92.01
3. Log normal 3 parámetros	97.89
4. Gamma 2 parámetros	101.58
5. Gamma 3 parámetros	115.74
6. Log pearson tipo III	96.92
7. Gumbel	125.38
8. Log gumbel	94.04

Fuente: Elaboración Propia

Se escoge la Precipitación más conservadora, en este caso es la Distribución Gumbel.

4.4.4.3 PRECIPITACIÓN MÁXIMA (DISTRIBUCIÓN GUMBEL)

TABLA N° 4.28
DISTRIBUCIÓN GUMBEL DE LAS PRECIPITACIONES

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1995	9.3	9.30	1289.434
2	1996	9.4	9.40	1282.263
3	1997	17.4	17.40	773.324
4	1998	116.3	116.30	5053.974
5	1999	53.5	53.50	68.746
6	2000	16.8	16.80	807.054
7	2001	24.6	24.60	424.718
8	2002	290.7	290.70	60265.981
9	2003	12.5	12.50	1069.859
10	2004	15.5	15.50	882.607
11	2005	11.5	11.50	1136.276
12	2006	55.5	55.50	105.911
13	2007	10.3	10.30	1218.617
14	2008	86.3	86.30	1688.495
15	2009	27	27.00	331.557
16	2010	19.5	19.50	660.937
17	2011	12.5	12.50	1069.859
18	2012	75.5	75.50	917.563
19	2013	23.4	23.40	475.619
20	2014	7.3	7.30	1437.069
21	2015	28.8	28.80	269.245
22	2016	30.5	30.50	216.346
23	2017	85.7	85.70	1639.546
23		Suma	1039.8	83085.0

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo variables probabilísticas	
Promedio	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 45.21 \text{ mm}$
Desviación estandar	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 61.45 \text{ mm}$
	$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 47.92 \text{ mm}$
	$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 17.55 \text{ mm}$

TABLA N° 4.29
PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias			
Periodo Retorno	Variable Reducida	Prob. de ocurrencia	Precip. (mm)
Años	YT	F(xT)	XT'(mm)
2	0.3665	0.5000	35.1135
5	1.4999	0.8000	89.4222
10	2.2504	0.9000	125.3793
25	3.1985	0.9600	170.8111
50	3.9019	0.9800	204.5151
100	4.6001	0.9900	237.9702

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 4.30
COEFICIENTES DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 1 Y 24 HORAS

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC)

TABLA N° 4.31
PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPO DE DURACIÓN DE LLUVIAS

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	35.114	89.422	125.379	170.811	204.515	237.970
18 hr	X18 = 90%	31.602	80.480	112.841	153.730	184.064	214.173
12 hr	X12 = 79%	27.740	70.644	99.050	134.941	161.567	187.996
8 hr	X8 = 64%	22.473	57.230	80.243	109.319	130.890	152.301
6 hr	X6 = 56%	19.664	50.076	70.212	95.654	114.528	133.263
5 hr	X5 = 50%	17.557	44.711	62.690	85.406	102.258	118.985
4 hr	X4 = 44%	15.450	39.346	55.167	75.157	89.987	104.707
3 hr	X3 = 38%	13.343	33.980	47.644	64.908	77.716	90.429
2 hr	X2 = 31%	10.885	27.721	38.868	52.951	63.400	73.771
1 hr	X1 = 25%	8.778	22.356	31.345	42.703	51.129	59.493

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.4 INTENSIDADES DE LLUVIA

$$I = \frac{P \text{ [mm] }}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

En donde: P es la precipitación de lluvia (mm) y T es la duración, que esta normalmente en horas.

TABLA N° 4.32
INTENSIDADES DE LLUVIA SEGÚN DURACION DE
PRECIPITACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MISMA

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	1.4631	3.7259	5.2241	7.1171	8.5215	9.9154
18 hr	1080	1.7557	4.4711	6.2690	8.5406	10.2258	11.8985
12 hr	720	2.3116	5.8870	8.2541	11.2451	13.4639	15.6664
8 hr	480	2.8091	7.1538	10.0303	13.6649	16.3612	19.0376
6 hr	360	3.2773	8.3461	11.7021	15.9424	19.0881	22.2106
5 hr	300	3.5114	8.9422	12.5379	17.0811	20.4515	23.7970
4 hr	240	3.8625	9.8364	13.7917	18.7892	22.4967	26.1767
3 hr	180	4.4477	11.3268	15.8814	21.6361	25.9052	30.1429
2 hr	120	5.4426	13.8604	19.4338	26.4757	31.6998	36.8854
1 hr	60	8.7784	22.3556	31.3448	42.7028	51.1288	59.4925

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.5 CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente ecuación [27]:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

4.4.4.5.1 CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA

Se procede a realizar las regresiones respectivas para el cálculo de los parámetros de ajuste para tener la ecuación de la intensidad máxima.

Al cálculo obtenido lo hemos comparado con los resultados obtenidos de programa Hidroesta, introduciendo nuestras intensidades de lluvia.

**TABLA N° 4.33
REGRESIÓN POTENCIAL**

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	75.394	0.693	4.323	2.996	0.480
2	5	192.003	1.609	5.258	8.462	2.590
3	10	269.208	2.303	5.595	12.884	5.302
4	25	366.757	3.219	5.905	19.006	10.361
5	50	439.124	3.912	6.085	23.804	15.304
6	100	510.957	4.605	6.236	28.719	21.208
6	192	1853.444	16.341	33.401	95.871	55.245
Ln (K) = 4.3240		K = 75.4864		m = 0.4564		

Fuente: Elaboración Propia

$$I = \frac{75.4864 * T^{0.4564}}{t^{0.5375}}$$

Insertando las intensidades de lluvia calculados en el ítem 4.2.1.7 al programa Hidroesta nos da como respuesta la misma ecuación hallada anteriormente, confirmando la veracidad de la misma.

Ecuación de cálculo de Imáx: $Imáx = 75.4864 * T^{(0.4564)} * D^{(-0.5375)}$

**Figura 3: Ecuación de cálculo de Imax.
Fuente: Hidroesta**

4.4.4.5.2 INTENSIDADES MAXIMAS – TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO

Se procede a insertar los datos con la ecuación de la Intensidad Máxima encontrada en el anterior ítem.

TABLA N° 4.34
TABLA DE INTENSIDADES – TIEMPO DE DURACIÓN

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	43.61	30.04	24.16	20.70	18.36	16.64	15.32	14.26	13.38	12.65	12.02	11.47
5	66.24	45.64	36.70	31.44	27.89	25.29	23.28	21.66	20.33	19.21	18.25	17.42
10	90.89	62.62	50.36	43.14	38.27	34.69	31.94	29.72	27.90	26.36	25.05	23.90
25	138.08	95.13	76.50	65.54	58.13	52.71	48.52	45.16	42.39	40.05	38.05	36.31
50	189.47	130.53	104.97	89.93	79.77	72.32	66.57	61.96	58.16	54.96	52.21	49.82
100	259.96	179.10	144.03	123.39	109.45	99.23	91.34	85.01	79.80	75.40	71.64	68.36

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.5.3 CURVA IDF (INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA)

Se procede a graficar la curva IDF con los datos hallados en el ítem 4.4.4.5.2 para identificar las intensidades máximas dependientes de la duración y del periodo de retorno requeridos.

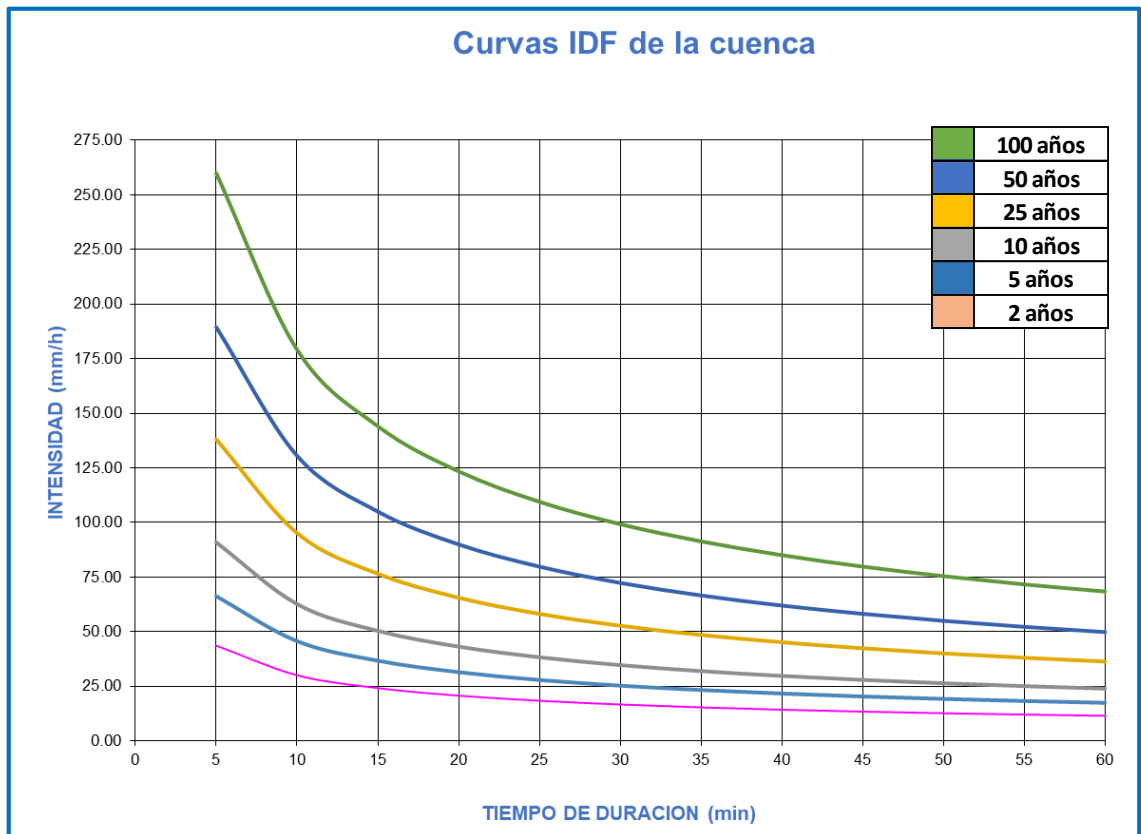


Figura 4: Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia).

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

“Es el tiempo que necesita una gota para ir desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.” [27]

“Pasado el tiempo de concentración se toma en cuenta que toda la cuenca contribuye a la salida. Hay una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad y viceversa), por lo tanto se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración te.” [27]

Fórmula para Tc según California Culverts Practice (1942):

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

L= longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m.

S = pendiente promedio de la cuenca, m/m

TABLA N° 4.35
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

RECORRIDO	CALLE	L (m)	L (Km)	COTAS		Desnivel	TIEMPOS DE CONCENTRACION (min)
				Inicial	Final		California Culverts Practice
2 -A	Tupac Amaru	1500.00	1.500	141.37	139.15	2.22	66.85

Fuente: Elaboración Propia

En este caso se utiliza la calle mas larga del Centro Poblado que es la que recorre todo el largo del mismo, la calle Tupac Amaru, teniéndola como referencia al momento de sacar el tiempo de concentración necesario para nuestro proyecto.

4.4.6 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO

Los caudales de escurrimiento son calculados según el método racional, aplicable a áreas de drenaje no mayores a 13 km² según el reglamento OS.060 Drenaje Pluvial Urbano. [17]

4.4.6.1 MÉTODO RACIONAL

“En este método se estima el caudal máximo mediante de la precipitación, tomando en cuenta un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km². Considerar que la duración de P es igual a tc.” [27]

“La descarga máxima de diseño, según este método, se obtiene a partir de la siguiente formula” [27]:

$$Q=0.278 C I A$$

Donde:

Q Descarga máxima de diseño (m³/s)

C Coeficiente de escorrentía

I Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A Área de la cuenca (Km²).

TABLA N° 4.36
COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER UTILIZADOS
POR EL MÉTODO RACIONAL

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/ Techos	0.75	0.80	0.85	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc) Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.45	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
<i>Pendiente Superior a 7%</i>	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Fuente: Norma OS.060 [17]

4.4.6.2 CAUDALES CIRCUNDANTES POR LAS VÍAS

Con la intensidad de diseño se ha encontrado los caudales circundantes por las vías, tomando en cuenta los aportes de las viviendas, veredas y pistas como establece la norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano, utilizando la ecuación del caudal del método racional. Donde los valores de C se han definido antes, los cuales están detallados en el plano de F-01 (FLUJOS FINALES).

TABLA N° 4.37
CAUDALES CIRCUNDANTES POR LAS VÍAS

CAUDALES CIRCUNDANTES POR CUADRAS															
Caudal N°	Datos para Pendiente			Aporte de Áreas					Coef. (C)	Imax mm/h	Q=0.278*C*I*A + %q				
	COTA 1	COTA 2	Longitud (m)	Viviendas A	Viviendas B	Ap. Viviendas (m2)	Ap. de vías y veredas (m2)	Total (km2)			0.278*C*I*A (m3/s)	%q (m3/s)		Total (m3/s)	
q1	147.55	147.16	61.30	521.84	732.00	877.69	277.12	0.00115	0.81	22.55	0.006			0.0059	2-3-4
q2	147.16	146.99	49.68	1561.90	561.61	1486.45	387.69	0.00187	0.81	22.55	0.010	0.00		0.0115	6-7
q3	147.16	146.43	36.34	385.39	343.98	510.56	214.06	0.00072	0.81	22.55	0.004	0.00		0.0056	80-91
q4	147.16	146.97	32.74	934.72	688.33	1136.13	212.39	0.00135	0.81	22.55	0.007	0.00		0.0088	92
q5	147.63	146.99	67.74	842.62	1745.19	1811.47	466.34	0.00228	0.81	22.55	0.012			0.0116	6-7
q6	146.99	146.78	106.82	4397.17	1636.93	4223.87	896.90	0.00512	0.81	22.55	0.026	0.01	0.01	0.0375	9-10
q7	146.99	146.39	42.12	420.97	527.08	663.63	313.18	0.00098	0.81	22.55	0.005	0.01	0.01	0.0165	68-79
q8	146.96	146.78	95.74	2573.48	4407.39	4886.61	741.13	0.00563	0.81	22.55	0.029			0.0286	9-10
q9	146.78	145.50	174.82	9372.83	3053.81	8698.65	1562.91	0.01026	0.81	22.55	0.052	0.02	0.01	0.0852	12
q10	146.78	145.89	37.41	379.68	397.91	544.31	241.07	0.00079	0.81	22.55	0.004	0.02	0.01	0.0370	55-56
q11	146.28	145.50	117.46	5387.77	7227.13	8830.43	1349.17	0.01018	0.81	22.55	0.052			0.0517	12
q12	145.50	144.95	43.03	507.46		355.22	235.91	0.00059	0.81	22.55	0.003	0.09	0.05	0.1399	15-54
q13	146.28	144.86	138.33	5239.41		3667.59	1349.17	0.00502	0.81	22.55	0.025			0.0255	14
q14	144.86	143.81	101.41	8617.34		6032.13	4047.51	0.01008	0.81	22.55	0.051	0.03		0.0767	17-18
q15	144.95	142.82	112.24	3707.46	6409.55	7081.90	936.82	0.00802	0.81	22.55	0.041	0.07	0.03	0.1383	23
q16	143.10	142.82	49.56	1027.27		719.09	470.14	0.00119	0.81	22.55	0.006	0.07		0.0737	23
q17	143.81	143.11	45.04	701.43		491.00	491.23	0.00098	0.81	22.55	0.005	0.04		0.0433	20
q18	143.81	143.45	106.61	1975.71	574.96	1785.47	574.96	0.00236	0.81	22.55	0.012	0.04		0.0503	19
q19	143.45	143.09	58.68	746.71		522.70	382.43	0.00091	0.81	22.55	0.005	0.05		0.0549	20
q21	143	142.92	57.3	843.58		590.50	369.37	0.00096	0.81	22.55	0.005			0.0049	20
q22	143.1	142.39	56.87	436.89	863.19	910.06	476.15	0.00139	0.81	22.55	0.007	0.07	0.00	0.0796	25-27
q23	142.82	142.35	64.67	1939.74	564.16	1752.73	252.57	0.00201	0.81	22.55	0.010	0.14	0.07	0.2222	26
q24	143	142.39	111.14	1325.27	2241.20	2496.53	705.77	0.00320	0.81	22.55	0.016			0.0163	25-27
q25	142.39	142.35	54.21	742.05	1160.13	1331.52	270.13	0.00160	0.81	22.55	0.008	0.04	0.01	0.0561	26
q26	142.35	142.09	37.32	309.11		216.38	167.34	0.00038	0.81	22.55	0.002	0.22	0.06	0.2802	41-42

q27	142.39	141.35	38.98	320.55	374.27	486.38	198.94	0.00069	0.81	22.55	0.003	0.04	0.01	0.0514	40
q28	143	142.58	20.79	200.71		140.50	112.44	0.00025	0.81	22.55	0.001			0.0013	29-30
q29	142.58	141.35	117.79	2746.56	1407.71	2907.99	1154.31	0.00406	0.81	22.55	0.021	0.00		0.0213	40
q30	142.58	141.13	79.06	1502.36		1051.65	497.88	0.00155	0.81	22.55	0.008	0.00		0.0085	31-32
q31	141.13	140.25	33.36	292.85		205.00	242.13	0.00045	0.81	22.55	0.002	0.00		0.0065	34-35
q32	141.13	140.20	114.58	1368.08	2821.76	2932.88	954.00	0.00389	0.81	22.55	0.020	0.00		0.0240	38
q34	140.25	140.12	30.18			0.00	222.76	0.00022	0.81	22.55	0.001	0.00	0.00	0.0050	f
q35	140.25	140.05	112.8	1459.96	3510.59	3479.39	882.95	0.00436	0.81	22.55	0.022	0.00	0.00	0.0261	36-37
q36	140.05	139.86	32.89			0.00	97.90	0.00010	0.81	22.55	0.000	0.01	0.17	0.1865	f
q37	140.05	140.50	52.72	309.79	2106.13	1691.14	349.79	0.00204	0.81	22.55	0.010	0.01	0.17	0.1963	46-47
q38	140.20	140.05	23.93	257.09	239.36	347.52	243.43	0.00059	0.81	22.55	0.003	0.02	0.06	0.3459	36-37
q39	140.81	140.20	44.34	249.31	247.64	347.86	351.07	0.00070	0.81	22.55	0.004	0.06		0.0629	38
q40	141.35	140.20	62.69	929.58	1072.41	1401.40	512.57	0.00191	0.81	22.55	0.010	0.05	0.02	0.2560	38
q41	142.05	141.35	44.5	248.67	785.35	723.82	432.70	0.00116	0.81	22.55	0.006	0.14	0.03	0.1736	40
q42	142.05	140.81	69.97	1301.31	973.79	1592.57	422.24	0.00201	0.81	22.55	0.010	0.14	0.03	0.1780	39-44-45
q43	143.24	142.09	113.96	3552.52	4053.30	5324.07	869.15	0.00619	0.81	22.55	0.031	0.02		0.0553	41-42
q44	140.81	140.95	43.62	1713.60	247.98	1373.11	435.26	0.00181	0.81	22.55	0.009	0.06		0.0685	48-49
q45	140.81	140.5	26.42	326.33	300.27	438.62	182.93	0.00062	0.81	22.55	0.003	0.06		0.0625	46-47
q46	140.50	140.36	50.08			0.00	235.58	0.00024	0.81	22.55	0.001	0.10	0.03	0.1306	f
q47	140.5	140.52	43.64	267.03	3526.64	2655.56	1024.04	0.00368	0.81	22.55	0.019	0.10	0.03	0.1481	50
q48	140.95	140.52	25.59	399.23	202.92	421.51	184.51	0.00061	0.81	22.55	0.003	0.03		0.0373	50
q49	140.95	140.8	72.57	529.92	1713.60	1570.47	435.26	0.00201	0.81	22.55	0.010	0.03		0.0444	52-63b
q50	140.52	140.3	72.24	594.40	3526.64	2884.72	532.02	0.00342	0.81	22.55	0.017	0.15	0.04	0.2028	51-63a
q51	140.3	140.12	55.32			0.00	538.61	0.00054	0.81	22.55	0.003	0.10		0.1041	f
q52	140.8	140.3	33.52	647.04		452.93	284.91	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.02		0.0260	51-53
q53	143.24	140.8	100.34	2890.70	2144.83	3524.87	815.49	0.00434	0.81	22.55	0.022	0.00	0.02	0.0459	52-53
q54	144.95	143.24	91.19	2113.99	1644.86	2631.19	626.02	0.00326	0.81	22.55	0.017	0.07	0.03	0.1141	
q55	145.89	144.95	171.94	3045.83	5303.68	5844.65	1384.29	0.00723	0.81	22.55	0.037	0.02		0.0552	15-54
q56	145.89	144.2	78.27	1688.78	1803.87	2444.85	667.86	0.00311	0.81	22.55	0.016	0.02		0.0343	57-58-59
q57	144.15	143.24	149.55	5003.00	3286.96	5802.97	1350.43	0.00715	0.81	22.55	0.036	0.01		0.0478	43-53
q58	144.15	143.13	52.4	790.28	710.84	1050.79	350.94	0.00140	0.81	22.55	0.007	0.01		0.0186	62-67
q59	144.2	144.09	53.42	1329.13	1249.74	1805.21	478.58	0.00228	0.81	22.55	0.012	0.01		0.0230	
q60	144.33	144.09	59.82	1329.13	1249.74	1805.21	478.58	0.00228	0.81	22.55	0.012	0.02	0.00	0.0321	
q61	143.25	143.13	48.12	710.84	1105.43	1271.39	420.40	0.00169	0.81	22.55	0.009			0.0086	62-67
q62	143.13	140.65	65.9	1110.33	1105.43	1551.03	319.63	0.00187	0.81	22.55	0.010	0.01		0.0188	66b-65b-66a

q63a	140.3	140.26	62.11	483.38	3659.84	2900.25	804.32	0.00370	0.81	22.55	0.019	0.10		0.1202	64-65a
q63b	140.80	140.63	62.11	3398.87		2379.21	700.62	0.00308	0.81	22.55	0.016	0.02		0.0379	64
q64	140.26	140.03	35.28			0.00	374.86	0.00037	0.81	22.55	0.002	0.06	0.04	0.1212	
q65a	140.53	140.26	56.7	1799.01	444.33	1570.33	531.26	0.00210	0.81	22.55	0.011	0.06	0.02	0.0942	66a
q65b	140.65	140.63	56.7	3398.87		2379.21	597.13	0.00298	0.81	22.55	0.015	0.01		0.0214	64
q66a	140.8	140.53	114.08	3033.30	830.53	2704.68	751.83	0.00346	0.81	22.55	0.018	0.01	0.09	0.1180	
q66b	141.35	140.65	114.08	2719.33		1903.53	835.50	0.00274	0.81	22.55	0.014	0.01		0.0202	72
q67	143.13	143.73	122.58	2614.82	2994.72	3926.67	941.72	0.00487	0.81	22.55	0.025	0.01		0.0340	72
q68	146.39	145.76	23.87	177.24	708.09	619.73	124.47	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.01	0.01	0.0177	69
q69	145.76	144.33	40.86	453.82	708.09	813.33	217.17	0.00103	0.81	22.55	0.005	0.02	0.01	0.0311	60-70
q70	144.33	144.03	29.95	276.40	658.22	654.23	84.63	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.02	0.00	0.0243	71-75
q71	144.03	143.73	34.78	317.61	658.22	683.08	214.21	0.00090	0.81	22.55	0.005	0.01	0.03	0.0445	72
q72	143.73	141.35	59.92	855.73	1033.13	1322.20	277.27	0.00160	0.81	22.55	0.008	0.02	0.03	0.1301	
q73	141.01	140.80	71.46	1270.38	2099.99	2359.26	959.03	0.00332	0.81	22.55	0.017			0.0169	72-66a
q74	143.73	143.21	65.11	822.46	1137.04	1371.65	757.00	0.00213	0.81	22.55	0.011	0.00		0.0149	72
q75	144.04	144.03	65.34	650.37	837.52	1041.52	393.19	0.00143	0.81	22.55	0.007	0.01	0.00	0.0278	71
q76	144.50	144.33	61.05	664.48	725.43	972.94	590.93	0.00156	0.81	22.55	0.008	0.00		0.0099	60-70
q77	145.76	145.67	54.7	452.63	677.58	791.15	384.22	0.00118	0.81	22.55	0.006	0.00		0.0082	69
q78	146.45	146.43	33.04	293.29	249.19	379.74	230.84	0.00061	0.81	22.55	0.003			0.0031	80-91
q79	146.45	146.39	19	293.29	249.19	379.74	230.84	0.00061	0.81	22.55	0.003	0.01		0.0113	68-79
q80	146.43	145.67	30.16	217.07	211.03	299.67	138.78	0.00044	0.81	22.55	0.002	0.00	0.00	0.0066	77-81-90
q81	145.67	144.5	37.13	335.76	448.02	548.65	194.93	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.00		0.0060	76-82-89
q82	144.50	144.04	34.03	326.78	290.30	431.95	200.72	0.00063	0.81	22.55	0.003	0.00		0.0052	75-83
q83	144.04	143.21	40.54	390.27	379.17	538.61	259.01	0.00080	0.81	22.55	0.004	0.00	0.01	0.0124	74-84-87
q84	143.21	141.35	61.66	852.72	929.28	1247.40	383.82	0.00163	0.81	22.55	0.008	0.00		0.0124	86-85
q85	141.01	139.88	41.53			0.00	150.47	0.00015	0.81	22.55	0.001	0.01		0.0070	
q86	141.35	140.83	51.24	696.40	2866.65	2494.14	821.80	0.00332	0.81	22.55	0.017	0.01		0.0231	99-100
q87	143.21	142.99	44.66	682.51	544.13	858.65	380.85	0.00124	0.81	22.55	0.006	0.00		0.0104	98
q88	144.04	143.24	54.1	629.98	605.89	865.11	361.35	0.00123	0.81	22.55	0.006	0.01		0.0115	75-83
q89	144.50	144.34	55.52	591.73	663.07	878.36	477.51	0.00136	0.81	22.55	0.007	0.00		0.0089	96-103
q90	145.67	145.15	52.43	603.59	665.27	888.20	384.33	0.00127	0.81	22.55	0.006	0.00		0.0087	95-104
q91	146.43	146.16	55.14	636.08	581.67	852.42	928.92	0.00178	0.81	22.55	0.009	0.00	0.00	0.0134	94-105
q93	146.9	146.16	39.06	421.03	466.44	621.23	210.07	0.00083	0.81	22.55	0.004	0.01		0.0116	94-105
q94	146.16	145.15	28.62	212.07	244.11	319.33	128.16	0.00045	0.81	22.55	0.002	0.01	0.01	0.0148	95-104
q95	145.15	144.34	36.93	372.89	386.82	531.80	208.50	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.00	0.01	0.0155	96-103

q96	144.34	143.24	35.48	376.35	356.01	512.65	215.14	0.00073	0.81	22.55	0.004	0.00	0.01	0.0159	88-97-102
q97	143.24	142.91	32.81	285.17	331.69	431.80	185.00	0.00062	0.81	22.55	0.003	0.01		0.0084	98
q98	142.99	141.15	72.03	1361.81	1067.51	1700.53	574.98	0.00228	0.81	22.55	0.012	0.01	0.01	0.0392	99-100
q99	140.83	140.76	45.67			0.00	231.82	0.00023	0.81	22.55	0.001	0.01	0.02	0.0323	
q100	141.15	140.87	100.31	5099.21	2263.82	5154.12	1351.51	0.00651	0.81	22.55	0.033	0.02	0.02	0.0757	115-134
q101	142.95	142.91	52.42	535.66	1254.72	1253.27	481.65	0.00173	0.81	22.55	0.009			0.0088	98
q102	143.24	143.11	94.7	1309.57	1219.94	1770.66	618.53	0.00239	0.81	22.55	0.012	0.01		0.0226	112-119
q103	144.34	143.99	87.13	1147.93	1278.71	1698.65	933.42	0.00263	0.81	22.55	0.013	0.00	0.01	0.0255	111-120
q104	145.15	144.79	87.26	1019.13	1148.28	1517.19	596.78	0.00211	0.81	22.55	0.011	0.00	0.01	0.0225	110-121
q105	146.16	145.62	86.3	1087.97	1029.51	1482.23	628.53	0.00211	0.81	22.55	0.011	0.01	0.01	0.0232	109-122
q106	146.9	146.21	84.66	2690.87		1883.61	637.48	0.00252	0.81	22.55	0.013	0.01		0.0202	108-123
q107	147.45	146.21	42.98			0.00	185.60	0.00019	0.81	22.55	0.001			0.0009	108-123
q108	146.21	145.62	31.78	288.68	352.23	448.63	224.46	0.00067	0.81	22.55	0.003	0.01	0.00	0.0140	109-122
q109	145.62	144.79	30.37	280.62	236.88	362.25	164.19	0.00053	0.81	22.55	0.003	0.01	0.01	0.0213	110-121
q110	144.79	143.99	31.22	282.56	266.81	384.56	176.70	0.00056	0.81	22.55	0.003	0.01	0.01	0.0247	111-120
q111	143.99	143.11	40.14	480.02	428.57	636.01	254.79	0.00089	0.81	22.55	0.005	0.01	0.01	0.0297	112-119
q112	143.11	142.91	20.91	131.88	203.93	235.07	149.75	0.00038	0.81	22.55	0.002	0.01	0.01	0.0281	114-118
q113	142.95	142.91	53.48	535.66	1254.72	1253.27	481.65	0.00173	0.81	22.55	0.009			0.0088	114-116
q114	142.91	140.87	67.38	1085.89	1155.15	1568.72	406.57	0.00198	0.81	22.55	0.010	0.01	0.00	0.0285	115-134
q115	140.50	140.23	28.91	232.23		162.56	159.39	0.00032	0.81	22.55	0.002	0.04	0.01	0.0554	
q116	140.23	140.17	53.13	534.13	810.43	941.19	349.03	0.00129	0.81	22.55	0.007	0.00		0.0110	136-137
q117a	140.53	140.5	26.89	265.35		185.75	148.65	0.00033	0.81	22.55	0.002			0.0017	115
q117b	140.53	140.5	27.3	265.35		185.75	148.65	0.00033	0.81	22.55	0.002			0.0017	117c-135
q117c	140.5	140.44	52.62	3510.59		2457.41	302.05	0.00276	0.81	22.55	0.014	0.00		0.0149	139-140
q118	142.91	142.65	60.21	468.22	2372.29	1988.35	1096.64	0.00308	0.81	22.55	0.016	0.01		0.0297	131
q119	143.11	142.9	62.32	746.48	467.94	850.10	424.86	0.00127	0.81	22.55	0.006	0.01	0.01	0.0326	129
q120	143.99	143.24	68.13	732.28	851.49	1108.64	380.98	0.00149	0.81	22.55	0.008	0.01	0.01	0.0327	128-129
q121	144.79	143.86	110.2	1384.42	1494.54	2015.27	672.89	0.00269	0.81	22.55	0.014	0.01	0.01	0.0355	127-143
q122	145.62	144.83	109.81	1229.38	1410.82	1848.14	734.11	0.00258	0.81	22.55	0.013	0.01	0.01	0.0317	129-144
q123	146.21	145.53	113.34	4130.51	1357.93	3841.91	651.78	0.00449	0.81	22.55	0.023	0.01	0.00	0.0334	125
q124	146.52	145.53	32.07			0.00	108.79	0.00011	0.81	22.55	0.001			0.0006	125
q125	145.53	144.83	24.52	159.42		111.59	75.19	0.00019	0.81	22.55	0.001	0.03	0.00	0.0349	126-144
q126	144.83	143.86	29.91	386.42	272.47	461.22	146.15	0.00061	0.81	22.55	0.003	0.02		0.0205	127-143
q127	143.86	142.76	31.45	398.93	304.34	492.29	177.59	0.00067	0.81	22.55	0.003	0.02	0.01	0.0314	132-142
q128	143.24	142.76	31.95	430.16	732.28	813.70	380.98	0.00119	0.81	22.55	0.006	0.02		0.0224	132-142

q129	143.24	142.9	39.48	496.46	517.27	709.61	451.38	0.00116	0.81	22.55	0.006	0.03	0.02	0.0707	130
q130	142.9	142.65	17.22	97.28		68.10		0.00007	0.81	22.55	0.000	0.07		0.0710	131
q131	142.65	142.17	40.18	547.15	1186.14	1213.30	548.32	0.00176	0.81	22.55	0.009	0.03	0.07	0.1097	133-141
q132	142.74	142.17	50.74	503.33	473.23	683.59	550.57	0.00123	0.81	22.55	0.006	0.02		0.0220	133-141
q133	142.17	140.73	68.24	914.50	1520.81	1704.71	553.18	0.00226	0.81	22.55	0.011	0.05	0.01	0.0773	139-140
q134	140.87	140.73	107.41	2492.69		1744.88	640.02	0.00238	0.81	22.55	0.012	0.04	0.01	0.0642	139-140
q135	140.50	140.17	27.36	227.02	218.40	311.79		0.00031	0.81	22.55	0.002	0.00		0.0024	136-137
q136	140.17	139.9	15.56			0.00	39.01	0.00004	0.81	22.55	0.000	0.01	0.00	0.0069	
q137	140.17	139.93	53.98	537.04	842.80	965.89	284.63	0.00125	0.81	22.55	0.006	0.01	0.00	0.0130	138
q138	139.93	139.7	19.16			0.00	81.50	0.00008	0.81	22.55	0.000	0.01	0.08	0.0936	
q139	140.44	139.93	30.05	308.15		215.70	163.39	0.00038	0.81	22.55	0.002	0.01	0.04	0.0801	138
q140	140.73	140.56	69.88	1446.18	4963.63	4486.87	980.01	0.00547	0.81	22.55	0.028	0.01	0.04	0.1059	151
q141	142.17	141.68	74.31	985.38	1666.36	1856.22	805.01	0.00266	0.81	22.55	0.014	0.05	0.01	0.0793	149
q142	142.75	142.74	61.79	861.58	1077.24	1357.18	582.62	0.00194	0.81	22.55	0.010	0.02		0.0256	148-154
q143	143.86	143.63	76.84	714.66	722.29	1005.86	462.50	0.00147	0.81	22.55	0.007	0.02	0.01	0.0355	147
q144	144.83	144.31	72.74	3072.89	673.82	2622.70	536.44	0.00316	0.81	22.55	0.016	0.02	0.02	0.0493	146
q145	145.26	144.31	36.84			0.00	178.61	0.00018	0.81	22.55	0.001			0.0009	146
q146	144.31	143.63	26.26	301.20	313.68	430.42	177.73	0.00061	0.81	22.55	0.003	0.05	0.00	0.0701	147
q147	143.63	142.75	29.84	353.77	377.86	512.14	228.26	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.04	0.07	0.1193	148-154
q148	142.75	141.68	51.72	485.77	438.63	647.09	660.60	0.00131	0.81	22.55	0.007	0.01	0.06	0.0791	149
q149	141.68	141.57	20.21	438.63	426.42	605.54	89.41	0.00069	0.81	22.55	0.004	0.08	0.08	0.1620	150-152
q150	141.57	140.56	33.9	410.98	426.42	586.18	241.12	0.00083	0.81	22.55	0.004	0.08		0.0852	151
q151	140.56	140.45	92.54	1134.37	4960.30	4266.27	1371.80	0.00564	0.81	22.55	0.029	0.11	0.09	0.2198	168
q152	141.57	141.56	20.6	388.42	529.91	642.83	100.00	0.00074	0.81	22.55	0.004	0.08		0.0848	158
q153	142.86	141.57	82.31	1575.13	883.81	1721.26	893.54	0.00261	0.81	22.55	0.013	0.04		0.0518	158
q154	142.86	142.75	31.51	377.88	538.78	641.66	251.95	0.00089	0.81	22.55	0.005	0.01	0.06	0.0770	153-157
q155	144.18	143.63	93.33	865.55	976.16	1289.20	683.53	0.00197	0.81	22.55	0.010			0.0100	147
q156	144.51	144.31	96.48	2705.29	890.43	2517.00	737.39	0.00325	0.81	22.55	0.017	0.00		0.0167	146
q157	142.86	142.84	52.53	538.78	634.08	821.00	400.52	0.00122	0.81	22.55	0.006	0.04		0.0447	160-166
q158	141.57	141.22	55.28	758.85	1059.82	1273.07	445.62	0.00172	0.81	22.55	0.009	0.08	0.05	0.1453	159-167
q159	141.22	140.45	37.78	594.79	956.86	1086.15		0.00109	0.81	22.55	0.006	0.07	0.02	0.0980	168
q160	142.84	141.22	83.3	1572.44	1506.96	2155.58	693.65	0.00285	0.81	22.55	0.014	0.02	0.00	0.0398	159-167
q161	144.18	142.84	31.99	373.13	501.21	612.03	199.18	0.00081	0.81	22.55	0.004	0.00		0.0059	160-166
q162	144.51	144.18	26.79	301.54	401.59	492.19	184.20	0.00068	0.81	22.55	0.003	0.00		0.0037	161-165
q163	145	144.51	17.47			0.00	127.43	0.00013	0.81	22.55	0.001			0.0006	156-162-164

q164	144.51	144.06	101.22	2022.17	1014.48	2125.65	716.32	0.00284	0.81	22.55	0.014	0.00		0.0146	174
q165	144.18	143.25	99.48	1230.81	1073.26	1612.85	762.31	0.00238	0.81	22.55	0.012	0.00		0.0139	173
q166	142.84	142.43	97.04	1147.71	2576.00	2606.60	674.07	0.00328	0.81	22.55	0.017	0.02	0.00	0.0420	172
q167	141.22	140.81	167.03	4567.13	2061.37	4639.95	1120.74	0.00576	0.81	22.55	0.029	0.07	0.02	0.1218	169-177
q168	140.45	139.89	167.53	2011.12	4963.63	4882.33	2060.78	0.00694	0.81	22.55	0.035	0.22	0.10	0.3531	170-178
q169	140.73	139.89	24.67	534.43	1085.80	1134.16	258.72	0.00139	0.81	22.55	0.007	0.06	0.04	0.1062	170-178
q170	140.65	140.44	32.82			0.00	106.86	0.00011	0.81	22.55	0.001	0.18		0.1771	
q171	142.14	140.81	83.11	2258.86	2371.14	3241.00	735.41	0.00398	0.81	22.55	0.020	0.06		0.0764	169-177
q172	142.43	142.14	53.86	2576.00	7034.23	6727.17	391.92	0.00712	0.81	22.55	0.036	0.04	0.03	0.1124	171-176
q173	143.25	142.43	29.48	459.83		321.88	217.15	0.00054	0.81	22.55	0.003	0.01	0.02	0.0343	172
q174	144.06	143.25	31.34	403.62		282.54	172.18	0.00045	0.81	22.55	0.002	0.01	0.00	0.0176	173
q175	144.98	144.06	24.41			0.00	134.37	0.00013	0.81	22.55	0.001			0.0007	174
q176	142.14	141.76	171.96	5050.97	2714.76	5436.01	1045.86	0.00648	0.81	22.55	0.033	0.06		0.0891	181
q177	140.73	139.95	172.82	4668.90	2318.46	4891.16	1288.51	0.00618	0.81	22.55	0.031	0.06	0.04	0.1305	180
q178	139.89	139.06	151.02	5046.20	21102.00	18303.74	1262.94	0.01957	0.81	22.55	0.099	0.18		0.2759	187-179
q179	139.25	139.01	24.26			0.00	242.73	0.00024	0.81	22.55	0.001	0.14	0.14	0.2767	
q180	139.95	139.25	63.6	1407.72	1281.28	1882.30	561.30	0.00244	0.81	22.55	0.012	0.13	0.12	0.2749	179-187
q181	141.76	139.95	60.1	1565.64	2088.47	2557.88	623.26	0.00318	0.81	22.55	0.016	0.09	0.01	0.1159	180
q182	142.09	141.72	50.94	1929.72		1350.81	461.59	0.00181	0.81	22.55	0.009	0.00		0.0106	181
q183	142.99	142.09	58.3			0.00	560.07	0.00056	0.81	22.55	0.003			0.0028	182-184
q184	142.09	141.93	40.02			0.00	358.06	0.00036	0.81	22.55	0.002	0.00		0.0032	
q185	142.04	141.72	72.26	3290.49	806.34	2867.78	702.76	0.00357	0.81	22.55	0.018			0.0181	
q186	141.66	139.95	88.6	2680.71	813.16	2445.71	728.90	0.00317	0.81	22.55	0.016			0.0161	180
q187	140.72	139.25	134.53	3687.05	13984.48	12370.07	1014.11	0.01338	0.81	22.55	0.068	0.14	0.14	0.3434	
q188	140.75	140.72	45.9	1530.53	6992.24	5965.94	507.05	0.00647	0.81	22.55	0.033			0.0329	
q189	140.75	140.72	69.22	1530.53	6992.24	5965.94	507.05	0.00647	0.81	22.55	0.033			0.0329	191
q190	141.66	140.72	107.73	2680.71	6861.36	6679.45	1156.28	0.00784	0.81	22.55	0.040			0.0398	191
q191	140.72	140.31	52.66		6861.36	4802.95	1156.28	0.00596	0.81	22.55	0.030	0.03	0.04	0.1029	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Se tomó los datos de la estación meteorológica de Tinajones por ser la más cercana y la única del distrito de Chongoyape.
- Se escogió un periodo de retorno de 10 años por ser el más conservador en casos de sistema de drenaje urbano menor como este proyecto.
- Se escogió la distribución de Gumbel para hallar la precipitación máxima por ser la más crítica.
- Se encontró la curva IDF como resultado del estudio hidrológico, mostrada en el ítem 4.4.4.5.3.
- Al tener un tiempo de concentración de 66.85 min, el cual buscamos en la curva IDF obtenida, tenemos como resultado un Intensidad de precipitación máxima horaria de 22.55 mm/h.
- Se halló los caudales circundantes de cada calle del centro poblado (Tabla 4.37), enumerados según el plano de Flujos Finales (F-01).

4.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

4.5.1. GENERALIDADES

“Para reparar eventuales ampliaciones en el futuro, el diseño busca cumplir los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con su entorno, estética, economía y flexibilidad” [28]

4.5.2. VÍAS URBANAS

“Son vías acogedoras de un centro poblado, que no son parte del Sistema Nacional de Carreteras las que se reglamentan por ordenanzas de los gobiernos locales.” [22]

4.5.3. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL URBANO

Las vías urbanas se pueden clasificar en cuatro categorías principales:

a) Vías Expresas

“Las vías expresas separan el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tráfico de alta velocidad, para viajes largos entre grandes áreas de vivienda, concentraciones industriales, comerciales y el área central.” [21]

“Agilizan el tráfico directo. El paso a las propiedades adyacentes debe realizarse mediante pistas de servicio laterales.” [21]

“En estas autopistas no se permite el estacionamiento, la descarga de mercancías, ni el tránsito de peatones” [21]

b) Vías Arteriales

“Corredores viales que dan paso al tránsito vehicular, con media o alta fluidez, fácil acceso y relativa integración con el uso del suelo adyacente. Si se considerara estas vías dentro del sistema de vías expresas permitirían una buena distribución del tráfico en las vías colectoras y locales. [21]

“El termino vía arterial no equivale al de avenida, sin embargo, muchas vías arteriales han recibido universalmente dicha calificación [21]

c) Vías Colectoras

“Conjunto de vías que distribuyen el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible cruzar por las vías arteriales. Benefician el tránsito de paso, así como a las propiedades contiguas.” [21]

“Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades Municipales, de la cual se derivan, entre otras. Comúnmente este tipo de vías, son llamadas Jirón, Vía Parque e inclusive Avenida.” [21]

d) Vías Locales

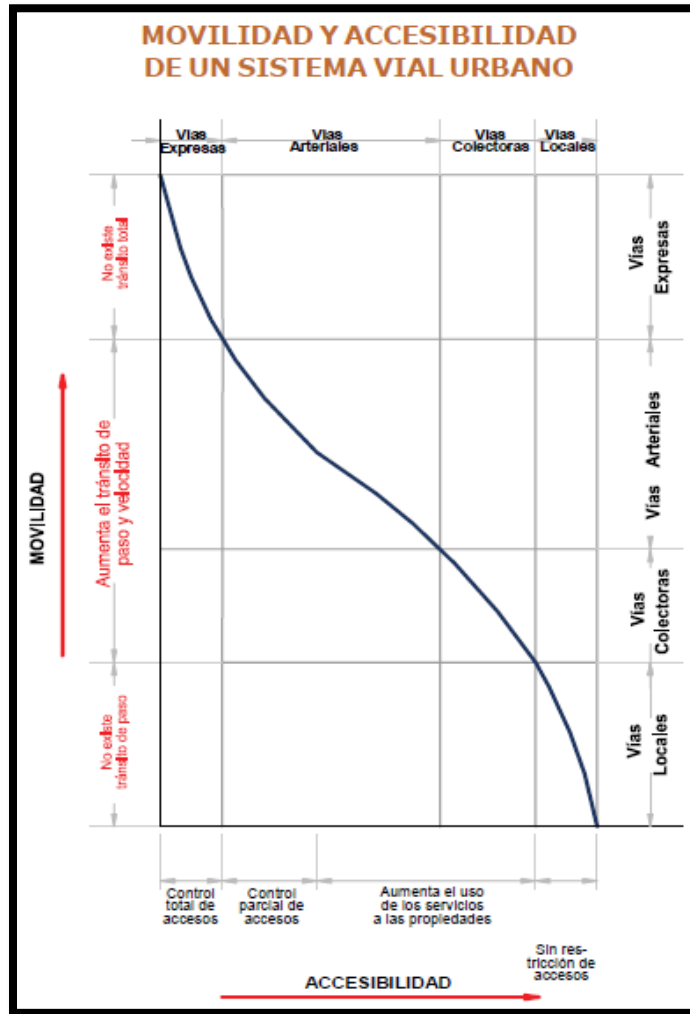
“Vías que permiten el acceso de ingreso y salida a los predios o lotes, siendo únicamente su tránsito propio[21]

“Estas vías son llamadas calles y pasajes, por ellas transitan vehículos livianos, semipesados; en ellos está permitido el paso peatonal ilimitado. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.” [21]

e) Vías de Diseño Especial

“Son aquellas vías cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente. Se pueden mencionar, sin carácter restrictivo los siguientes tipos:” [21]

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote.
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías que forman parte de parques plazas o plazuelas
- Vías en túnel que no se adecuan a la clasificación principal.



La figura 5. Presenta en forma gráfica los Grados De Movilidad Y Accesibilidad De Un Sistema Vial.

“En un extremo, las vías principales son de accesos controlados destinados a proveer alta movilidad y poco o nulo acceso a la propiedad lateral, mientras que, en el otro extremo, las vías locales de accesos no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso.” [21]

4.5.4. PARÁMETROS DE DISEÑO

4.5.4.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ

“Velocidad máxima o velocidad de diseño permite circular los vehículos con seguridad sobre una ruta específica, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que prevalecen las características del diseño usado.” [29]

“Se sabe que las características geométricas están ligadas a la velocidad directriz tales como: radios mínimos de curvas horizontales, sobre anchos, peraltes, visibilidad, etc., por ello la importancia de una buena elección de este parámetro.” [29]

“La velocidad directriz para una vía local le corresponde una velocidad directriz de $V = 40$ km/h y para una vía colectora es de $V = 60$ km/h.” [29]

4.5.4.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

“Según las características de los vehículos, obtenidas durante el conteo vehicular, se tomarán los que circulen en mayor volumen y tengan mayores dimensiones.” [30]

“En su mayoría son los autos particulares los que tienen una ruta preestablecida por la zona en estudio. De acuerdo con el vehículo de diseño, las características del mismo influyen en el diseño geométrico.” [30]

4.5.4.3. LONGITUD DE FRENADO

Este parámetro es un componente fundamental para definir las distancias mínimas de visibilidad que se necesitan en el trazado de las vías. En la siguiente **Tabla N° 4.38** nos muestra las longitudes normales de frenado en función de la velocidad en una vía horizontal.

Tabla N° 4.38
LONGITUD NORMAL DE FRENADO

VELOCIDAD (Km/h)	40	60	80	100	120	140
LONGITUD (m)	15	35	60	105	170	250

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.4.4. VISIBILIDAD

“De la visibilidad depende la seguridad en una vía, ya que a través de ella el conductor tomará una acción precisa como la detención, el sobrepaso o el cambio de velocidad. En conclusión, cuando se

usa el término visibilidad nos referimos a una distancia a través de la cual no existen obstáculos que nublen la visión del conductor.” [29]

VISIBILIDAD DE PARADA

“Distancia recorrida del vehículo desde que logra ver un obstáculo, lo que motiva al conductor hacer la detención del mismo”. .” [29]

TABLA N°4.39
DISTANCIA DE VELOCIDAD DE PARADA EN TERRENOS PLANOS

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/hr)	DISTANCIA (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	169
100	205
110	247
120	286

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.4.5. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Alineamientos Rectos.

“La longitud del plano horizontal en la proyección del diseño del pavimento estará basada de acuerdo a la división del área libre [29]

4.5.4.6. ALINEAMIENTO VERTICAL

Perfil Longitudinal.

“Es una línea determinada que muestra el plano vertical del terreno, conteniendo el eje de la obra y sus variaciones de altura e inclinación de la vía.

Los principales criterios a tomar en cuenta en el diseño son:” [29]

- **Pendiente mínima:** “Se toma en el punto bajo del sitio que da hacia la viabilidad precedida por problemas de drenaje, es así que si el bombeo de la calzada es de por lo menos 2% se puede permitir una pendiente mínima de 0.3%, para casos de bombeo menor, usar como pendiente mínima 0.5%.” [29]

- **Pendiente máxima:** “En la construcción de una pendiente en vías urbanas se debe tener en cuenta el análisis de costos y efectos de la misma en la operación vehicular”. [29]

“Su usará curvas verticales en pendientes de diferencia existente mayor a 0.5% cuando el parámetro del diseño geométrico de la vía es 50km/h.”[29]

En la siguiente tabla se mostrara los diferentes valores adoptados para varios tipos de terreno y vías:

TABLA N° 4.40
PENDIENTES MÁXIMAS

TIPO DE VIA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según Topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones	6% - 7%	8%-9%	8%-9%

Fuente: Diseño Geométrico de Vías Urbanas

El Centro Poblado Pampa Grande, presenta una topografía ondulado, con variaciones considerables de pendientes en la mayoría de calles, por lo cual, las pendientes deben tener una pendiente mínima de 4% y máxima de 10%, siempre que se garantice un drenaje superficial adecuado.

4.5.4.7. SECCIÓN TRANSVERSAL

Se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- **Números de carriles y ancho de calzadas:**

“El ancho aconsejable de los carriles de circulación vial será según la velocidad de diseño adoptada y tipo de vía, aunque no siempre será posible que los diseños se realicen en condiciones ideales.” [29]

En el próximo cuadro se va a presentar los valores que se deben tomar para los anchos de carriles dependiendo de los tipos de vías:

TABLA N°4.41

ANCHO DE CARRILES

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/h)	Ancho Recomendable (m)	Ancho Recomendable de Carril en Pista Normal (m)	Ancho Minimo de Carril unico del tipo solo Bus (m)	Ancho de dos carriles juntos (m)
	LOCAL	30 a 40	3.00	2.75	3.50	6.50
	COLECTORA	40 a 50	3.30	3.00	3.50	6.50
		50 a 60	3.30	3.25	3.50	6.75
ARTERIAL		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.00
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Diseño Geométrico de Vías Urbanas

En el presente trabajo se considera un ancho mínimo de carril de 3.00 m, por el cual debemos tener en cuenta un total de 2 carriles para las calles en las cuales la topografía de la vía lo permita.

- **Bombeo:**

“Se tomará en cuenta la inclinación transversal mínima para facilitar el drenaje hacia ambos bordes, la magnitud de bombeo dependerá del tipo de precipitación de la zona así como de la superficie de rodadura.” [30]

TABLA N°4.42
BOMBEOS DE CALZADA

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento Superior	2.00	2.50
Tratamiento Superficial	2.50	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.9

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Perú
En el presente trabajo se tomara un valor de 2%.

- **Peralte:**

“Para mayor seguridad en la curva de una vía se tomará en cuenta un aumento del peralte, el cual contrarrestará la fuerza centrífuga del vehículo”. [30]

El peralte de una vía exige una velocidad de diseño ya que implica la dispersión de velocidades de operación en vía urbana más que en rural. Tomando en cuenta lo que dice el Manual De Diseño de carreteras se tomaran los siguientes peraltes maximos.

- Vías expresas: 6%
- Vías locales y colectoras: 4%

- **Peralte de Bermas o Estacionamientos:**

“La berma debajo del peralte seguirá la inclinación de este. La berma de la parte superior será horizontal o con inclinación igual a la del bombeo, la inclinación del peralte será en dirección contraria de modo que escurra hacia la cuneta y no hacia el pavimento”. [30]

“Entre las pendientes transversales de la berma y la calzada su diferencia algebraica será siempre igual o menor de 7%.” [30]

- **Bermas o Estacionamientos:**

“Son zonas donde los vehículos puedan estacionarse por alguna emergencia, saliendo del tráfico sin causar perjuicio en la vía, se encuentran ubicadas a los lados de las calzadas”. [30]

“Bermas laterales interiores que disminuyen el flujo del tráfico con obstáculos, creadas por razones de seguridad, en el lado izquierdo de la calzada. Estas en el caso de 3 a menos carriles podrán tener anchos del orden de 1m mientras que el caso de más de 3 carriles los anchos sugeridos serán iguales a los de las bermas laterales exteriores.” [30]

El estacionamiento de doble vía, tendrán un ancho mínimo de 1.5 m según la configuración urbana lo permita.

- **Sardineles:**

“Bordes de concreto cuya función es delimitar el área de la calzada, vereda, estacionamientos, colocados con anclajes o adheridos con pegamento si el pavimento es asfáltico.” [30]

“Los sardineles permiten que los vehículos circulen solamente en las calzadas, y que los peatones se sientan seguros en las veredas, bermas centrales o islas de canalización, cuyas áreas son realizadas altimétricamente.” [30]

La dimensión de los sardineles en este trabajo se considerara de 15 cm de altura.

4.5.4.8. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA

“Las veredas son capas rígidas de concreto simple, ubicadas a los lados de la calzada cuyo fin es garantizar la seguridad, separando la zona de circulación vehicular con la peatonal, construyendo veredas con un adecuado ancho, longitud, espesor, bombeo y forma.” [21]

“Las veredas son creadas con una inclinación hacia la calzada que permite la evacuación de las aguas pluviales, y su nivel debe quedar por encima del pavimento.” [21]

“El paso peatonal o las veredas deben ser anchas para que dos transeúntes caminando de frente no impidan el paso de una tercera.” [21]

“Las veredas martillo u ochavo son franjas de concreto simple, que terminan en las cruces de diferentes formas.” [21]

“Las veredas ochavo se utilizan para guiar el tráfico hacia el centro de la calle, regulan el ancho del estacionamiento de los jardines, a forma de estética.” [21]

4.5.4.9. PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA:

Para el diseño de esta se tendrá en cuenta las normas del R.N.E. el cual presenta los siguientes parámetros:

- El espesor mínimo de la losa de concreto será de 4”, con un ancho recomendable de 1.20 m y mínimo absoluto de 0.5 m.
- El bombeo tendrá un valor de 2 – 4 % para así tener una evacuación de las aguas pluviales.
- En este presente trabajo se tomara en cuenta una resistencia mínima de 175 kg/cm², para asegurar una adecuada durabilidad.
- Debemos tomar en cuenta realizar una junta de dilatación cada 6m., con un ancho de 3/4”, para así luego impermeabilizar con un material asfáltico.
- La rasante de la vereda quedara 10 cm. Sobre la rasante de la vía.

4.5.4.10. INTERSECCIONES

“Las intersecciones son cruces de vías al mismo nivel que incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el intercambio de caminos.” [29]

“Las intersecciones son elementos variables en cualquier red vial, se pueden dar con una intersección a nivel o desnivel que no son comunes, creando situaciones críticas que hay que tratar específicamente.” [29]

“En las intersecciones se trata de conseguir condiciones óptimas de seguridad y capacidad, dentro de posibilidades físicas y económicas limitadas.” [29]

TIPOS DE INTERSECCIONES A NIVEL

Los tipos de intersecciones generalmente están marcados por el número de ramas que estas tienen es así que se tienen los siguientes tipos:

Intersecciones de 3 Ramas: Son las intersecciones en “T”, en las que es importante determinar la vía principal para asignar los derechos de paso, y privilegios del diseño.

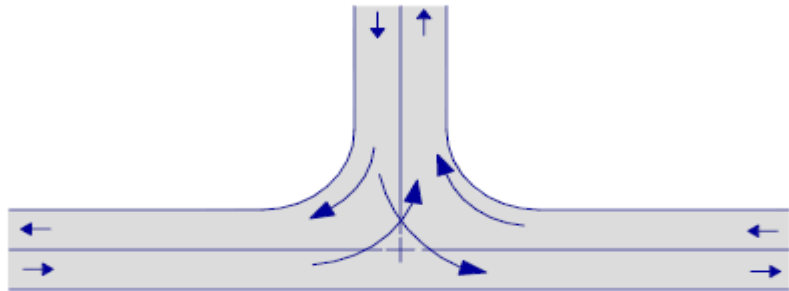


Figura 6. Forma básica de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud. **Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías

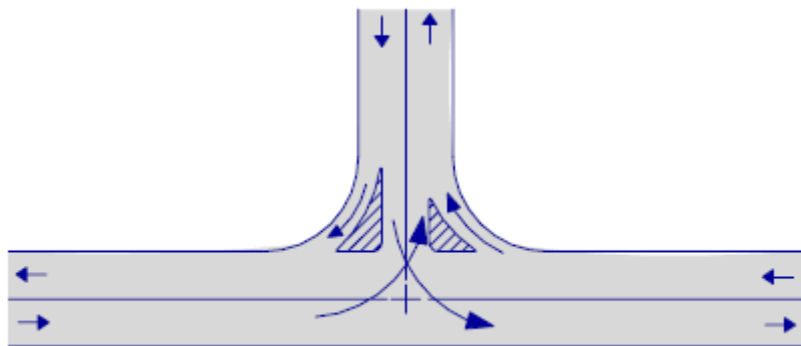


Figura 7. Forma mejorada de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud. **Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías

- **Intersecciones de 4 Ramas:**

Los tipos más comunes de intersecciones de 4 ramas se muestran en los esquemas siguientes. Se puede notar que siempre estas intersecciones se asemejan a una cruz.

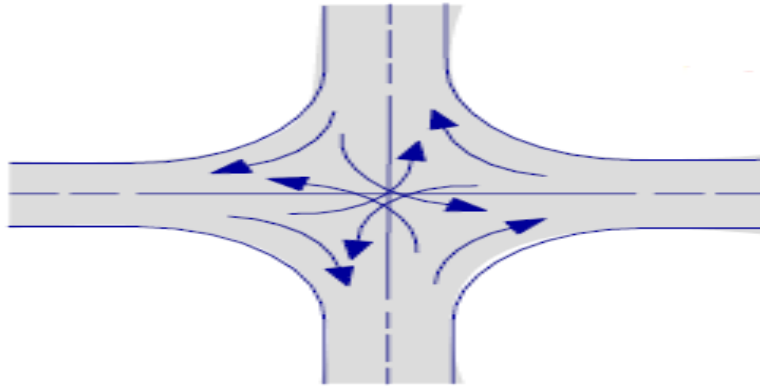
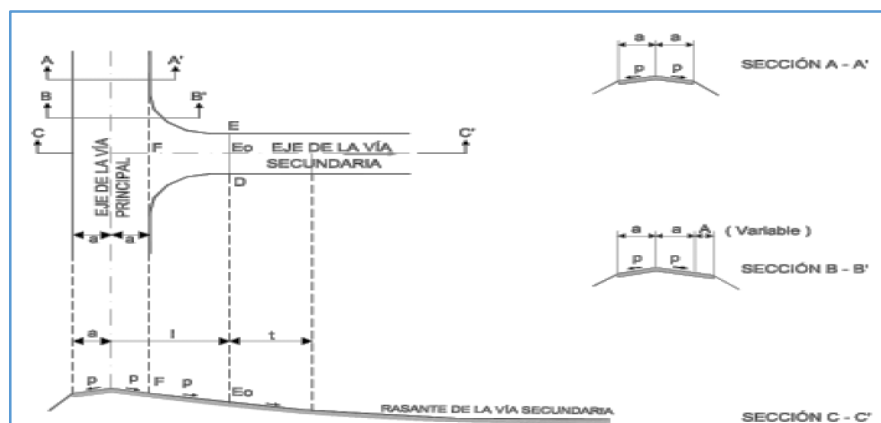


Figura 8. Forma básica de Intersección de 4 ramas con bajos flujos vehiculares. **Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

DISEÑO DE INTERSECCIONES A NIVEL

En el presente trabajo se tomara en cuenta los siguientes criterios:

- Se debe evitar saltos por eso se debe tener en cuenta las correctas características geométricas.
- Tener un adecuado drenaje de aguas.
- La vía secundaria empalmará la vía principal, con una pendiente igual al bombeo de esta última, tal como muestra la siguiente forma:



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.4.11. RESULTADOS

El recuadro siguiente nos muestra las cualidades geométricas que tendrán las vías CENTRO POBLADO PAMPA GRANDE.

**TABLA N°4.43
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE DISEÑO A
EMPLEAR**

PÁRAME TROS DE DISEÑO	
VELOCIDAD DIRECTRIZ (km/h)	40-60
VEHICULO DE DISEÑO	C2
LONGITUD DE FRENADO (m)	15-35
VISIBILIDAD DE PARADA (m)	45-85
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	De acuerdo a la lotización existente
PENDIENTES	
Pendientes máximas para terreno ondulado	
Pendientes mínimas	0.3%
Vía Colectora	8%
Vía Local	10%
SECCIONES TRANSVERSALES	
Ancho recomendable	
Local	2.75 m
Colectora	3.0 m
Dos carriles si la configuración lo permite	
Bombeo	2%
Peralte	4%
Bermas o estacionamientos	1.5 m
VEREDAS	
Ancho recomendable	
Ancho mínimo	0.50 m
Bombeo hacia las pistas	2 - 4 %

Fuente: Elaboración propia

4.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

4.6.1. GENERALIDADES

4.6.1.1. PAVIMENTO

“Base horizontal compuesto por un conjunto de capas superpuestas, con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas bases estratificadas se apoyan sobre el suelo de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que van a resistir cargas pesadas del tránsito durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura.” [21]

4.6.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

En el presente se ha considerado los siguientes tipos de pavimentos. Pavimento flexible, semi-flexible, pavimento rígido y pavimento articulado.

4.6.1.3. PAVIMENTO FLEXIBLE

“Los pavimentos Flexibles están formados por una capa de betún sobre otras dos capas no rígidas, la base y la sub-base. Según la necesidad de la obra puede rescindir de una ellas” [21]

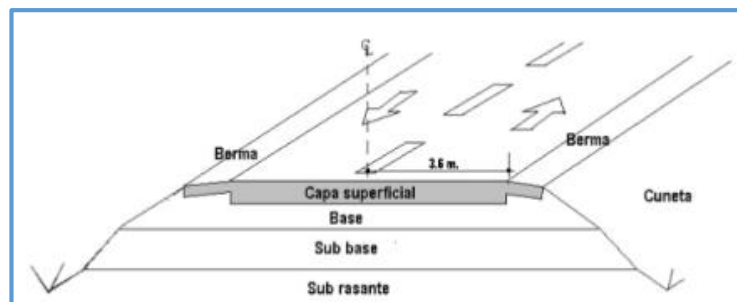


Figura 11. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).

FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE:

Sub-base Granular:

- “Esta capa les llamada capa de transición entre la base y la sub-rasante que impide la penetración de los materiales finos que constituyen la base con los de la sub-rasante y contaminan degradando su calidad.” [21]

- Disminución de deformación: algunos cambios volumétricos de la capa sub-rasante, cambios en las condiciones de humedad que pueden absorberse con la capa sub-base, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de la base.” [21]
- Esta sub-base deberá ser resistente ya que tendrá que soportar las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado de la sub-rasante.” [21]

Base Granular:

“Resistencia: la base granular de un pavimento consiste en aportar a la estructura elementos resistentes que permitan a la sub-base y a la sub-rasante soportar los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.” [21]

Carpeta Asfáltica:

- Superficie de rodadura: esta debe ser uniforme y resistente para los efectos abrasivos del tránsito.
- Resistencia: debe tener una resistencia a la tensión que complementa la capacidad estructural del pavimento.
- Impermeabilidad: se debe garantizar que se impida el paso del agua al interior del pavimento.

4.6.1.4. PAVIMENTO RÍGIDO

“Están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre una capa; de material seleccionado, la cual se denomina sub-rasante del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, ya que el comportamiento de un pavimento rígido es suficiente satisfactorio aun cuando existen zonas débiles en la sub-rasante.” [21]

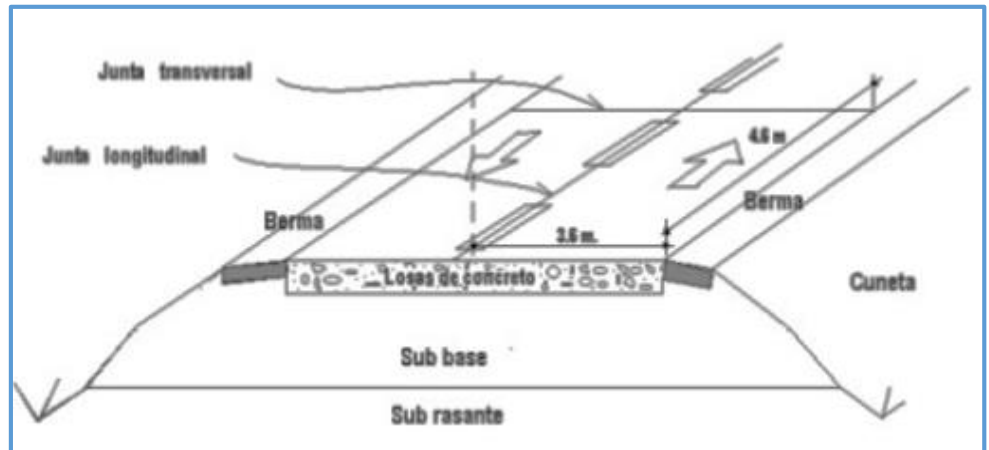


Figura 12. Estructura típica de un pavimento rígido.

FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO RIGIDO:

Sub-base:

“Cuya función más importante es servir de capa de drenaje, es decir impedir la acción del bombeo en las grietas y extremos de pavimento, debido a la infiltración de agua provenientes de las capas friáticas o de las fuentes cercanas, facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión por las cargas circulares a través de las losas.” [21]

Losa de Concreto:

“Sus funciones son las mismas a la las losa del pavimento flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado una buena distribución de la carga de ruedas” [21]

4.6.2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

En este proyecto utilizaremos el método más conveniente para un mejor análisis y diseño.

- Para el diseño y análisis de pavimento flexible y rígido utilizaremos el Método de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (AASHTO), y el programa de capítulo de

ECUACIONES AASHTO – 1993, elaborado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Valera – 2004 y el Método del Cemento Portland (PCA).

4.6.3. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

En cualquier caso, se efectuará el diseño estructural considerando los siguientes factores:

- Valor portante de la sub-rasante
- Periodo de diseño
- Trafico vial
- Condiciones climáticas y de drenaje
- Características geométricas de la vía
- Materiales disponibles.
- Tipo de pavimento a usarse

Este cuadro muestra los requisitos mínimos para los diferentes tipos de vías.

Elemento		Tipo de pavimento		
		Flexible	Rigido	Adoquines
Sub - rasante		95 % de compactación:		
		Suelos Granulares - Proctor Modificado		
		Suelos Cohesivos - Proctor Estandar		
		Espesor compactado:		
		≥ 250 mm - Vías locales y colectoras		
Sub - base		CBR ≥ 40%	CBR ≥ 30%	
Base		CBR ≥ 80%	No aplicable	CBR ≥ 80%
Imprimacion/Capa de apoyo		Penetracion de la imprimacion ≥ 5mm	No aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No recomendable
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No recomendable
Material		Concreto asfaltico	MR ≥ 34 kg/cm ² (3,4 Mpa)	f'c ≥ 380 kg/cm ² (38 Mpa)

Fuente: Norma Técnica Peruana C.E. 010 Pavimentos Urbanos

4.6.4. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

4.6.4.1. MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

“El presente método introduce modelos desarrollados en función del diseño de pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores. El propósito del modelo es el cálculo del número estructural requerido (Structural Number- SN), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad en el diseño establecido en el proyecto.” [21]

Se relaciona con esta ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficiente de capa representantes de la superficie, base y sub-base respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = Espesores reales (en pulgadas (1" = 2.54 cm)) de la superficie, base y subbase respectivamente.

m_1, m_2 = Coeficiente de drenaje de la base y sub – base.

A. TRÁFICO

El procedimiento para una carretera de alto y bajo transito su diseño de tráfico, debe estar basado en las cargas acumuladas en un eje equivalente simple (ESAL) a 18 kips (8.2 ton) durante un periodo de análisis.

En este caso el cálculo de ESAL ya se realizó el cual es 50 367, pero adoptaremos tomar un ESAL mínimo el cual es 100000.

B. CONFIABILIDAD (%R)

“Brinda el grado de certeza en el desarrollo del diseño, a fin de asegurar que un pavimento funciones durante su vida útil en condiciones adecuadas.” [21]

TABLA N°4.44
NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA VARIAS
CLASIFICACIONES FUNCIONALES

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO (%)	
	URBANO	RURAL
Interestatal y otras vías	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

- Tomaremos en cuenta en este proyecto tomaremos en cuenta para las vías colectoras: 90 % (promedio).

C. COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)

“Conjunto de datos de distribución que representa el valor de confiabilidad elegida.” [21]

- Teniendo en cuenta un “R” de 90% se obtiene una desviación estándar normal de $Z_r = -1.282$.

D. DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)

“Este valor nos muestra la variabilidad esperada del pronóstico del tránsito y de los factores que afectan el comportamiento del pavimento; por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO aconseja adoptar valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, para los pavimentos flexibles.” [21]

- Para el diseño se empleará $S_o = 0.45$.

E. SERVICIABILIDAD

“La serviciabilidad está definida como la habilidad para servir al tipo de tráfico, automóviles o camiones, que usa sobre el pavimento.” [21]

Se tiene que la Pérdida de Serviabilidad de Diseño es:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

- P_o (Serviabilidad inicial) = 4.2.

- Pt (Serviciabilidad final) para vías principales se sugiere un índice de 2.5 y para vías con menores volúmenes de 2.0, para este proyecto se considerara un $Pt = 2.25$

TABLA N°4.45
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)

Pt	Tipo de Via
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y Estacionamientos

Fuente: Norma Técnica CE.01 Pavimentos Urbanos

- $\Delta PSI = 4.20 - 2.25 = 1.95$

F. MÓDULO DE RESILENCIA (Mr)

“El módulo de Resilencia es (Mr) es un módulo dinámico de medida de elasticidad del suelo de sub-rasante, en el cual se utilizará la ecuación, que correlaciona con el CBR para su cálculo.” [21]

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64}$$

- Se tomó el menor CBR obtenido en los resultados del EMS de la zona.
- CBR de diseño es 15.1%
- $Mr = 14519 \text{ psi}$ (1020.787 Kg/cm^2).

G. COEFICIENTE DE CAPA

Capa Superficial de Concreto Asfáltico, puede utilizarse para estimar el coeficiente estructural de capa de una superficie de concreto asfáltico (a_1) de gradación densa, basada en su módulo elástico (resilente).

- $E_{AC} \text{ a } 20^\circ C = 400000 \text{ psi}$ ($28122.78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)
- $a_1 = 0.43$

Capa de base Granular, Para estimar el coeficiente de capa para una base de material granular (a_2), se utiliza la siguiente relación a partir de su módulo elástico o resilente de la base.

$$a_2 = 0.249 * \log(E_{BS}) - 0.977$$

- $E_{BS} = 30000 \text{ psi}$ ($2109.21 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$)

- $a_1 = 0.14$
- **Capa de Sub-base Granular**, Para estimar el coeficiente de capa para una base de material granular (a_2), se utiliza la siguiente relación a partir de su módulo elástico o resiliente de la base.

$$a_2 = 0.277 * \log(E_{BS}) - 0.839$$

- $E_{BS} = 15000 \text{ psi} (1054.60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$
- $a_1 = 0.11$

H. DRENAJE

“Factor importante en el diseño de pavimentos el cual se obtiene de los valores de los coeficientes m_2 y m_3 , correspondiente a las capas de base y sub-base respectivamente, el método de la AASHTO se basa en los efectos que tiene el drenaje de remover la humedad interna del pavimento.” [21]

TABLA N°4.46
CAPACIDAD DE DRENAJE PARA REMOVER LA HUMEDAD

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE REMOCION
Excelente	2 horas
Bueno	1 dia
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	no drena

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Pavimentos

- Asumiremos que la calidad de drenaje será bueno para base y sub-base.

TABLA N°4.47
VALORES DE m_1 RECOMENDADO PARA LOS COEFICIENTES MODIFICADOS DE MATERIALES DE BASE Y SUB-BASE NO TRATADA EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CALIDAD DEL DRENAJE	% DEL TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACION			
	<1	1-5	5-25	>25
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

- Se observa los valores recomendados para m_2 y m_3 (bases y sub-bases sin estabilizar), en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.
- De acuerdo a la tabla anterior, tenemos que los valores de los coeficientes m_2 y m_3 equivalen a 1.1 tomando un valor promedio, una calidad de drenaje buena y en el tiempo al cual está expuesta la estructura del pavimento a niveles de humedad próxima a la saturación es de 1% a 5.

I. OBTENCIÓN DEL NUMERO ESTRUCTURAL

En el próximo cuadro mostraremos los resultados finales que ingresaremos en el programa AASHTO 93 para la obtención del número estructural SN.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL SN

Ejes Equivalentes : W18	100000
Confiabilidad: R	0.9
Desviacion Estandar Normal: Zr	-1.28155516
Desviacion Estandar: So	0.45
Serviciabilidad Inicial: Po	4.2
Serviciabilidad Final: Pt	2.25
PSI	1.95
Mr Base	30000 PSI (2109.21 Kg/cm ²)
Mr Sub - Base	15000 PSI (1050.64 Kg/cm ²)
Mr Sub - Rasante	14519 PSI (1020.78 Kg/cm ²)

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo del Número Estructural de la Carpeta Asfáltica (SN1)**

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 85 % Zi=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.20 PSI final 2.25

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 30000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 100000

Número Estructural: SN = 1.29

Botones: Calcular, Salir

Figura. Número estructural de la carpeta asfáltica. Programa: Ecuación AASHTO 93

- **Cálculo del Número Estructural de la Carpeta Asfáltica (SN2)**

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 60 % Zi=-0.253 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.20 PSI final 2.25

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 100000

Número Estructural: SN = 1.50

Botones: Calcular, Salir

Figura. Número estructural de la carpeta asfáltica y base. Programa: Ecuación AASHTO 93

- **Cálculo del Número Estructural de la Carpeta Asfáltica (SN3)**

Figura. Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

Programa: Ecuación AASHTO 93

J. CÁLCULO DE ESPESORES DE CAPA

Teniendo en cuenta los espesores mínimos de la tabla propuesta en la guía AASHTO. Para un ESAL=100000

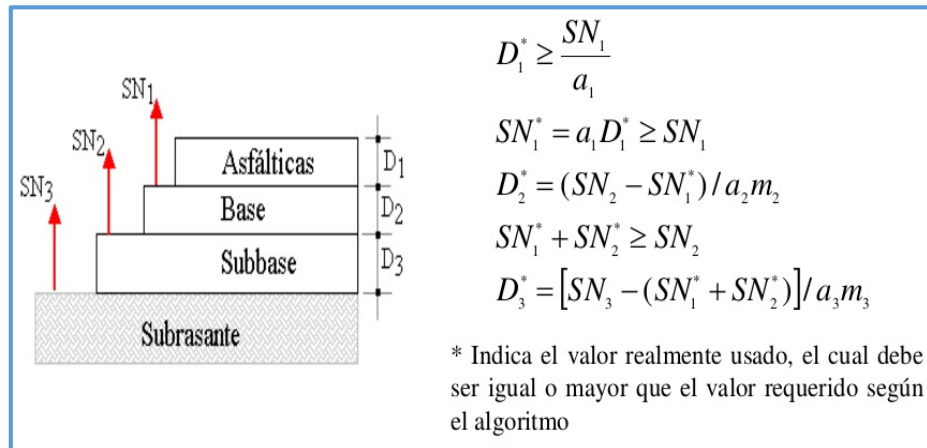
TRAFICO ESAL'S	CONCRETO ASFALTICO	BASE DE AGREGADOS
MENOS DE 50000	1" (2.54 cm) (o tratamiento superficial)	4" (10.160 cm)
50001 - 150000	2" (5.080 cm)	4" (10.160 cm)
150000 - 500000	2.5" (6.350 cm)	4" (10.160 cm)
500001 - 2'000000	3" (7.620 cm)	6" (15.240 cm)
2'000000 - 7'000000	3.5" (8.890 cm)	6" (15.240 cm)
Mayor que 7'000000	4" (10.160 cm)	6" (15.240 cm)

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

- **ANÁLISIS DE DISEÑO POR CAPAS**

Se diseña la estructura de acuerdo a los principios mostrados a continuación:

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS ESPESORES



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

Para calcular los espesores por el método AASHTO, se tienen el siguiente resumen de datos.

D_1	2.00"
D_2	4.00"
a_1	0.43
a_2	0.14
a_3	0.11
m_1	1
m_2	1.1
m_3	1.1

Fuente: Elaboración Propia

Espesor de la capa asfáltica:

Se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de la carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.29}{0.43} = 3"$$

- Siendo el mismo el $SN_1^* = 1.29 \geq SN_1$

• Espesor de la base:

$$D_1 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$D_1 = \frac{(1.50 - 1.29)}{0.14 * 1.1} = 1.36" \approx 2" (6 \text{ cm})$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$1.29 + 0.14 * 1.1 * 2" = 1.60 \geq 1.50$$

- Se corrige el $SN_2^* = 0.21$

• **Espesor de la sub-base**

$$D_1 = \frac{[SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)]}{a_3 * m_3}$$

$$D_1 = \frac{[1.83 - (1.29 - 0.21)]}{0.11 * 1.1} = 6.2" \approx 7" \text{ (18 cm)}$$

- Después del procedimiento realizado el cálculo del espesor de la capa de la sub-base se requiere dicha capa, ya que el número estructural SN_3 es mayor SN_2 , se puede decir, que la resistencia requerida para soportar las cargas y esfuerzos transmitidos por los ejes equivalentes, no la soportan la carpeta asfáltica y la base granular solas necesitan de la sub-base.

4.6.4.2. RESULTADOS

▪ **Alternativa 1 :**

Considerando un espesor mínimo que se dan en la norma se tiene que la capa asfáltica es de 2 pulgadas y el espesor para la base granular es de 4 pulgadas.

Reemplazando en la fórmula: $SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$

Se obtuvo el valor de $D_3 = 2.93 = 3" \text{ (7.620 cm)}$

CAPAS	ESPEORES MINIMOS	
Carpeta Asfáltica	2"	6 cm
Base Granular	4"	10 cm
Sub-Base Granular	3"	8 cm
TOTAL	9"	24 cm

Fuente: Elaboración Propia

- SN final = 1.84 mayor que el requerido que es 1.8, podemos decir que cumple por una mínima diferencia.

▪ **Alternativa 2:**

Teniendo en cuenta el cálculo de los espesores se obtuvo los siguientes valores máximos.

CAPAS	ESPEORES MINIMOS	
Carpeta Asfáltica	3"	8 cm
Base Granular	2"	5 cm
Sub-Base Granular	7"	18 cm
TOTAL	12"	31 cm

Fuente: Elaboración Propia

- SN final = 2.5 mayor que el requerido SN = 1.83, podemos afirmar que cumple.
- Esta alternativa no cumple con el espesor mínimo en la base granular la cual es de 4 pulgadas.

▪ **Alternativa 3:**

En base a los espesores mínimos y cálculos de espesores se plante los siguientes valores para que los espesores de las capas de afirmado, base y sub-base, que también cumplen con el numero estructural requerido SN.

CAPAS	ESPEORES MINIMOS	
Carpeta Asfáltica	2"	5 cm
Base Granular	4"	10 cm
Sub-Base Granular	7"	18 cm
TOTAL	13"	33 cm

Fuente: Elaboración Propia

- SN FINAL = 2.4 mayor que el requerido SN= 1.83, podemos afirmar que cumple.
- Esta alternativa es tomada en cuenta ya que se trata de homogenizar las vías de acuerdo a la clasificación en vías colectoras y locales.
- Los espesores cumplen con los ejes equivalentes del trafico proyectado, tal como se muestra en la figura siguiente del programa ECUACION ASSHTO 93.

Comprobación del SN final con W18. Programa: Ecuación AASHTO

93

4.6.5. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

4.6.5.1. MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

“Este método estudió el comportamiento de estructuras de pavimento rígidas de alta elasticidad, bajo cargas móviles de magnitudes y frecuencias conocidas, y bajo el efecto del medio ambiente.” [21]

“El procedimiento de diseño es realizar tanteos sobre el espesor de pavimento, calcular los ejes equivalentes y evaluar todos los factores adicionales de diseño.” [21]

VARIABLES DE DISEÑO

La fórmula general del AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, es la siguiente:

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^9}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_r) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

A. TRÁFICO

“El método AASHTO utiliza en su formulación el número de carga por ejes, número de aplicaciones y configuración de ejes que se transforman en ejes de pesos normales a ejes equivalentes de 18 kips (8.2 ton) también conocidos como ESAL’S.” [21]

“El AASHTO diseña los pavimentos de concreto por fatiga, la cual es el número de repeticiones o ciclos de carga y descarga que actúan sobre el pavimento. Lo conducente es realizar los cálculos para el carril de diseño seleccionado para estos fines por ser el mejor representa las condiciones críticas de servicio de vía.” [21]

“La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años; se deberá contemplar el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende de gran medida del gran desarrollo económico-social de la zona en cuestión”. [21]

En este caso el cálculo de ESAL ya se realizó el cual es 50 367, pero adoptaremos tomar un ESAL mínimo el cual es 100000.

B. SERVICIABILIDAD

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde:

P_o: Serviciabilidad inicial, el valor recomendado por AASHTO para un pavimento de concreto es 4.5.

P_t: Serviciabilidad final, usaremos el valor de 2.25, según la siguiente tabla.

$$\Delta PSI = 2.25$$

TABLA N° 4.48
VALORES DE PSI Y CLASIFICACIÓN DE LA
SERVICIABILIDAD

PSI	CLASIFICACION
0.00	Intransitable
0.1 - 1.0	Muy Malo
1.1 - 2.0	Malo
2.1 - 3.0	Regular
3.1 - 4.0	Bueno
4.1 - 4.9	Muy Bueno
5.00	Excelente

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

C. TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

“Capacidad de una losa del pavimento para traspasar su carga a losas vecinas, para maximizar deflexiones en las juntas y minimizar las deformaciones en la estructura.” [21]

La guía AASHTO recomienda el uso de coeficiente de transferencia de carga. Tomaremos en cuenta la siguiente tabla

TABLA N°4.49
COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFALTICA		CONCRETO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

Tomando en cuenta que se diseñará un pavimento de concreto simple sin dispositivos de transferencia de carga y bermas de concreto, se tomara el valor de 2.8

D. MÓDULO DE ROTURA (Mr)

“Este controla el agrietamiento por fatiga, debido a que los pavimentos de concreto trabajan a flexión, por eso se le denomina resistencia a la tracción por flexión, el módulo de rotura será acorde del diseño determinada normalmente a los 28 días”. [21]

Los valores recomendados para el Módulo de Rotura varían desde los 583 psi hasta los 711 psi a 28 días. Se presenta en la siguiente tabla.

TABLA N°4.50

TIPO DE PAVIMENTO	Mr Recomendado	
	kg/cm ²	psi
Autopistas	48	628.7
Carreteras	48	628.7
Zonas Industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos
– German Vivar Romero

En este caso, para el pavimento en zonas urbanas secundarias el Mr recomendado es de 597.4 psi (42 kg/cm²).

E. MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)

“Este módulo indica la elasticidad del pavimento para cualquier tipo de material puede también ser estimado usando correlaciones desarrolladas por el departamento de transportes del estado o por cualquier otra agencia reputada. La siguiente es una correlación recomendada por el American Concrete Institute para el concreto de peso normal de cemento portland.”
[21]

$$E_c = 57000(f'c)^{0.5}$$

Donde:

Ec: Modulo elástico (Psi)

F'c: Resistencia (Psi)

$$E_c = 57000(2987)^{0.5}=3115246.86 \text{ Psi (219023.53 kg/cm}^2\text{)}$$

F. Módulo de reacción del Suelo

“La sub-rasante del suelo se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo. Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la sub-rasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a

reducir el espesor calculado de concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (Kc).” [21]

Este módulo se calcula mediante la siguiente figura la cual se utilizan correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K en función de la clasificación de suelos y el CBR.

Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub-Rasante



Fuente: Manual de Carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos.

Teniendo en cuenta que nuestro CBR tomado es 15.1% se obtuvo un módulo de reacción de la sub-rasante (K) de 6.5 Kg/cm³ = 65 MPa/m = 235 PCI.

G. DRENAJE

“El agua de infiltración subterránea es removida de los suelos por medios naturales, siendo un factor determinante en el comportamiento de su estructura a lo largo de su vida útil y por lo tanto lo es también en el diseño del mismo.” [21]

“Es importante evitar la presencia de agua en la estructura ya que esta afectaría en gran medida la respuesta estructural del pavimento.” [21]

Los valores recomendados para el coeficiente de drenaje (Cd) deberán estar entre 1.00 y 1.10

Para este proyecto se considerará el promedio de Cd=1.05.

H. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)

Factor estadístico que determina la predicción del tráfico y la predicción del comportamiento de los pavimentos. Según la guía AASHTO – 1993, recomienda valores So para pavimentos Rígidos de 0.30 a 0.40.

Para este proyecto se considerará el promedio: So = 0.35. .” [21]

I. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)

Es la posibilidad de desarrollo en condiciones adecuadas de un pavimento, proveendo seguridad a los usuarios, mediante la confiabilidad.” [21]

TABLA N°4.51
NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA VARIAS
CLASIFICACIONES FUNCIONALES

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO (%)	
	URBANO	RURAL
Interestatal y otras vias	85-99.9	80-99.9
Arterias Prindpales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuentes: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

Tomando en cuenta una via urbana de cierta importancia tomaremos un valor R=90%.

SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Con los datos de entrada, se utiliza la ecuación para el diseño del Pavimento Rígido con losa de Concreto en el Método AASHTO.

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dk} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k / \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

También se puede utilizar la carta de Diseño para Pavimentos Rígidos, de la guía de Diseño AASHTO de pavimentos rígidos para obtener el espesor de la losa de concreto.

TABLA N° 4.52

DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR

Modulo de reacción del suelo : K	235 PCI (6.5 Kg/cm3)
Módulo de Elasticidad: Ec	3115246.86 PSI (219023.53 Kg/cm2)
Modulo de Ruptura : Mr	597.94 Psi (42.04 Kg/cm2)
Transferencia de carga : J	2.8
Coef. De Drenaje: Cd	1.05
Serviciabilidad Inicial: Po	4.5
Serviciabilidad Final: Pt	2.25
Serviciabilidad: PSI	2.25
Confiabilidad: R	0.9
Desviacion Estandar Normal: Zr	-1.282
Desviacion Estandar: So	0.35
Ejes Equivalentes: W18	100000

Fuente: Elaboración Propia

• **CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO**

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is configured for rigid pavement design. Key inputs include:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento rígido (selected).
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 90 % Zr=-1.282, So = 0.35.
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.5, PSI final = 2.25.
- Módulo de reacción de la subrasante:** k = 235 pci.
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): 3115246.86
 - Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): 597.4
 - Coefficiente de transmisión de carga - (J): 2.8
 - Coefficiente de drenaje - (Cd): 1.05
- Tipo de Análisis:** Calcular D (selected), with W18 = 100000.
- Resultado:** Espesor de losa (plg) D = 2.2.

Figura. Cálculo del espesor de Losa de Concreto. Programa: Ecuación AASHTO 93.

4.6.5.2. RESULTADOS

Se obtuvo un espesor de losa por debajo del mínimo, por lo tanto, el espesor se deberá tomar el mínimo dado por norma el cual es 6 pulgadas = 15 centímetros.

También se utilizará una sub-base de 6 pulgadas = 15 centímetros.

4.6.5.3. DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

FUNCIONES DE LAS JUNTAS DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

Controla el agrietamiento transversal y longitudinal generado por la contracción restringida del concreto y por los efectos combinados del alabeo y las cargas de tránsito.

Permitir los movimientos de las losas, asegurar una adecuada transferencia de carga. Proveer espacio para el material del sello.

TABLA N°4.53
DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE JUNTAS

TIPO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
Longitudinal	De contraccion sin varillas	Entre carriles vecinos construidos al mismo tiempo, si no hay riesgo de separacion entre losas.
	De contraccion con varillas de anclaje	Entre carriles vecinos construidos al mismo tiempo, si existe riesgo de separacion entre losas y perdida de alinamiento vertical.
	De construccion machihembrada sin varillas	Entre carriles vecinos cuando no son construidos simultaneamente y no se especifica la colocacion de varillas.
	De construccion machihembrada con varillas de anclaje	Entre carriles vecinos cuando no son construidos simultaneamente y exista riesgo de separacion entre losas
Transversal	De contraccion sin pasadores	en todas las juntas transversales de contraccion donde no se especifique la colocacion de pasadores.
	De contraccion con pasadores	En las juntas transversales de contraccion en pavimentos que no esten sometidos a transito liviano al termino de la jornada o por suspensiones imprevistas en la pavimentacion
	De emergencia con varillas corrugadas	Por suspension imprevista en la pavimentacion sin que se pueda construir la totalidad de la longitud prevista para una losa.
Expansión	Con pasadores	En intersecciones y contra construcciones fijas, siempre que se puedan colocar pasadores.
	Con borde ensanchado	En las intersecciones y contra construcciones fijas, cuando no se puedan colocar pasadores.

Fuente: Diseño de Pavimentos Rígidos para Calles y Carreteras –
Ing. Fernando Sanchez Sabogal

TABLA N° 4.54

DIÁMETROS Y LONGITUDES DE PASADORES RECOMENDADOS

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (mm)	DIAMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (mm)	SEPARACION ENTRE PASADORES (mm)
	mm	Pulgada		
150 - 200	25	1	410	300
200 - 300	32	1 1/4	460	300
300 - 430	38	1 1/2	510	380

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC

TABLA N° 4.55

DIÁMETROS Y LONGITUDES RECOMENDADOS EN BARRAS DE AMARRE

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA (mm) DIAM. X LONG.	DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMOLIBRE	
		3.00 m	3.60 m
150	1.27 x 66	@76cm	@76cm
160	1.27 x 69	@76cm	@76cm
170	1.27 x 70	@76cm	@76cm
180	1.27 x 71	@76cm	@76cm
190	1.27 x 74	@76cm	@76cm
200	1.27 x 76	@76cm	@76cm
210	1.27 x 78	@76cm	@76cm
220	1.27 x 79	@76cm	@76cm
230	1.59 x 79	@91cm	@91cm
240	1.59 x 79	@91cm	@91cm
250	1.59 x 81	@91cm	@91cm
260	1.59 x 82	@91cm	@91cm
270	1.59 x 84	@91cm	@91cm
280	1.59 x 86	@91cm	@91cm
290	1.59 x 89	@91cm	@91cm
300	1.59 x 91	@91cm	@91cm

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- MTC

SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS

“Las juntas longitudinales de pavimentos rígidos limitan el ancho de la franja y controla las fisuras longitudinales.” [21]

“Las juntas transversales de contracción, controlan la distancia entre juntas a fin de que la abertura no sea excesiva si la transferencia de carga es por trabazón de agregados.” [21]

“La disposición de las juntas transversales y las juntas longitudinales depende del tamaño de las losas, esta debe ser mayor a 1.25 veces el ancho y que no sea mayor a 4.50 m. en zonas de alturas mayores a 3000 msnm se recomienda que las losas sean cuadradas o en todo caso, losas

cortas conservando el espesor definido según AASHTO y el Manual.”
[21]

TABLAS N°4.56

DIMENSIONES DE LOSA

ANCHO DE CARRIL (m)=ANCHO DE LOSA (m)	LONGITUD DE LOSA (m)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia
Y Pavimentos - MTC

DISEÑO DE SELLO DE LAS JUNTAS

Para un diseño adecuado se calculará el movimiento de las juntas transversales. El movimiento se logra con la siguiente ecuación:

$$\Delta L = CL(\alpha \Delta T + \varepsilon)$$

Dónde:

ΔL : Movimiento de las losas.

L : Longitud de la Losa.

α : Coeficiente de expansión térmica del concreto

ΔT : Gradiente térmico

ε : Coeficiente de contracción del concreto

Una vez obtenida el movimiento entre losas, eligiendo el ancho de la caja de sello (6mm), podemos elegir el tipo de sellador a utilizar teniendo en consideración el % de elongación que se debe cumplir.

A continuación se mostrara un cuadro con valores referenciales de coeficientes de expansión térmica:

TABLA N°4.57
VALORES REFERENCIALES DE COEFICIENTE DE EXPANSIÓN

TIPO DE AGREGADOS	COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA
Cuarzo	3.70
Arenisca	3.60
Grava	3.30
Grani to	2.90
Basal to	2.70
Caliza	2.10

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia
Y Pavimentos - MTC

Así mismo, se adjunta la siguiente tabla con valores referenciales de coeficientes de contracción del concreto.

TABLA N°4.58
VALORES REFERENCIALES DE COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN

RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA. Mpa	COEFICIENTE DE CONTRACCION mm/mm
<2.1	0.00080
2.8	0.00060
3.5	0.00045
4.2	0.00030
>4.9	0.00020

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia
y Pavimentos - MTC

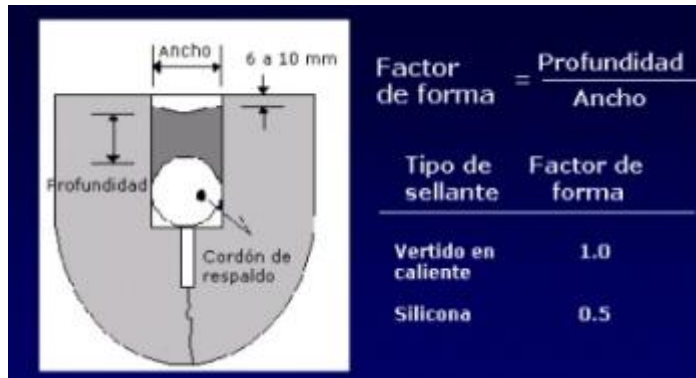
CAJAS PARA SELLADORES LÍQUIDOS

El ancho de la caja para alojar el sello debe ser como mínimo de 6 mm y como máximo de 10 mm.

Requieren de la aplicación de un cordón de respaldo, cuyo ancho de corte y la profundidad determinan la forma del sellador.

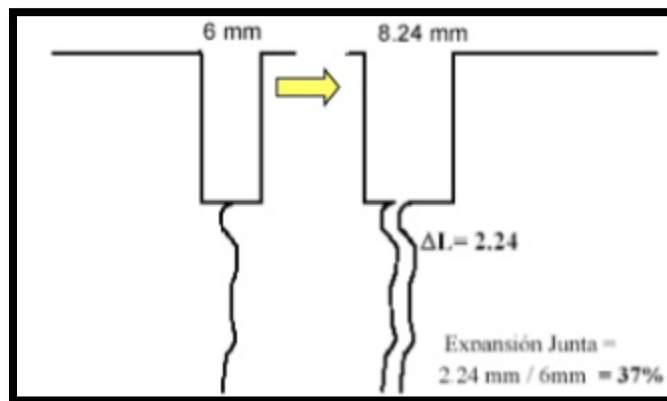
Se respetará el “Factor de Forma”, según material de sellado para el éxito a largo plazo de los selladores líquidos.

Disminuye la pérdida de adherencia con las juntas, el factor de forma menor de 1.0 produce tensiones más bajas en el sellador.



Fuente: Diseño de Pavimentos Rígidos para Calles y Carreteras – Ing. Fernando Sánchez Sabogal

A causa de la reducción del concreto, el sellador se elegirá acorde con el alargamiento máximo esperado.



Fuente: Diseño de Pavimentos Rígidos para Calles y Carreteras – Ing. Fernando Sánchez Sabogal

DISEÑO DEL SELLO DE LAS JUNTAS

Las juntas deben ser selladas para minimizar la infiltración de agua superficial y otros materiales.

Las dimensiones de las losas conducen a la forma más económica de controlar la figuración transversal y longitudinal debida a cambios volumétricos del concreto y al alabeo restringido.

El ancho de la losa es el ancho de carril de diseño será de 3.00 m, y el largo asumimos 3.70 m.

El espesor de losa en nuestro diseño más económica será de 15 cm.

Según la tabla dada por el MTC las medidas de los diámetros y longitudes de barras de amarre van de acuerdo a su recomendación, el espesor de la losa de 15 cm recomienda varillas de ½” x 69 cm a 76 cm del extremo de la losa.

4.6.6. DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO

4.6.6.1. GENERALIDADES

Los tipos de pavimento empleados tradicionalmente han sido el asfáltico (o flexible) y el de concreto (o rígido).

El pavimento flexible, de costo inicial parcialmente bajo, requiere de un costoso mantenimiento anual, el pavimento rígido de inversión inicial alta, pero de larga vida útil, no requiere de mantenimiento. Es indispensable el empleo de equipos especiales de construcción y control de calidad para la realización de estos dos tipos de pavimento.

4.6.6.2. PAVIMENTO ARTICULADO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Estos pavimentos también se componen de distintas capas al igual que los demás tipos de pavimentos con lo cual a través del tiempo han mejorado con nuevas tecnologías de fabricación con lo cual son más resistentes y duraderos.

Se planteará los siguientes métodos de diseño:

MÉTODO DE DISEÑO ICPI (Interlocking Concrete Pavemente Institute)

El método considera los siguientes factores de diseño:

- Aspectos ambientales.
- Tráfico expresado en ejes equivalentes.
- Características de la Sub-rasante.
- Materiales del pavimento.

ASPECTOS AMBIENTALES

Sobre el pavimento influye la humedad y la temperatura. La humedad afecta al suelo y las capas granulares del pavimento.

La temperatura la capacidad de carga, cuando la base es tratada con asfalto, asimismo las temperaturas frías bajo 0°C, el congelamiento y descongelamiento tiene efectos negativos en el pavimento.

Estos efectos perjudiciales pueden ser reducidos o eliminados, considerando:

- Evacuar el agua filtrada del pavimento a través del Drenaje superficial y Drenaje subterráneo.
- Mejorar los suelos propensos a las heladas.
- Materiales de calidad brindadas dentro de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras del MTC vigentes.

TRÁFICO EXPRESADO EN EJES EQUIVALENTES

En el carril de diseño de pavimentos semirrígidos con adoquines de concreto, el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes que se debe aplicar, en este Manual, es hasta 15'000,000 EE por el lapso de un periodo de diseño de 20 años. No obstante, el Ingeniero Proyectista podrá proponer este tipo de pavimentos con adoquines de concreto para un mayor Número de Repeticiones de EE previa justificación y sustento técnico.

TABLA N°4.59
NÚMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2t, EN EL CARRIL DE DISEÑO

Tipos <u>Tráfico Pesado</u> expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Nivel I	> 1'000,000 EE
	≤ 150,000 EE
Nivel II	> 150,000 EE
	≤ 7'500,000 EE
Nivel III	> 7'500,000 EE
	≤ 15'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC

CARACTERÍSTICAS DE LA SUB-RASANTE

- Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad.
- Son materiales aptos para las capas de los sub-rasante los suelos con CBR Igual o mayor de 6%.
- El CBR a emplear para el diseño será 15.1 %, considerado sub-rasante bueno.

MATERIALES DEL PAVIMENTO

Los materiales de la estructura de pavimento semirrígido de adoquines de concreto, son los siguientes:

Sub base Granular: capa sobre la sub-rasante preparada y compactada.

Base Granular: Debido a su proximidad con la superficie está construida de acuerdo a las características granulométricas y de calidad del material para la sub-base granular, indicadas en la norma.

Cama de Arena: La arena usada para cama de asiento debe ser una arena lavada angular, bien gradada, con un tamaño máximo de partícula como lo dispone la NTP 400.037 de cerca de 4,8 mm.

Adoquines de Concreto: Su micro textura debe ser capaz de proporcionar una superficie lisa y resistente al desgaste, de acuerdo a lo establecido en la NTP 399.611

Arena para sellos: la arena a usarse serán de origen aluvial sin saturación, libre de finos plásticos, materia orgánica u otras impurezas.

Los espesores mínimos recomendados de adoquines de concreto y cama de arena, según el tipo de tráfico, serán los siguientes:

Tabla N° 4.60
VALORES RECOMENDADOS DE ESPESORES MÍNIMOS DE
ADOQUÍN DE CONCRETO DE CAMA DE ARENA

Ejes Equivalentes Acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
< 150,000		Adoquín de Concreto: 60 mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80 mm	40 mm
7,500,001	15,000,000	Adoquín de Concreto: 100 mm	40 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC

Mostraremos de manera ilustrativa los diferentes tipos de gráficos de diseño con su respectiva base granular:

Tabla N° 4.61
CATÁLOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO DE ADOQUÍN
CON BASE GRANULAR – PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS

EE	Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
	75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR < 6%								
> 6% CBR < 10%								
> 10% CBR < 20%								

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – MTC.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Los adoquines prefabricados de concreto permiten ensamblarse unas piezas con otras, no necesitan de ningún tipo de pegamento para su colocación. Siendo el bloqueo fundamental para el buen desempeño estructural y para impedir que los adoquines se desplacen; en tal sentido, se debe lograr los tres tipos de bloqueo: bloqueo vertical, bloqueo rotacional y el bloqueo horizontal, se ilustra en la figura:

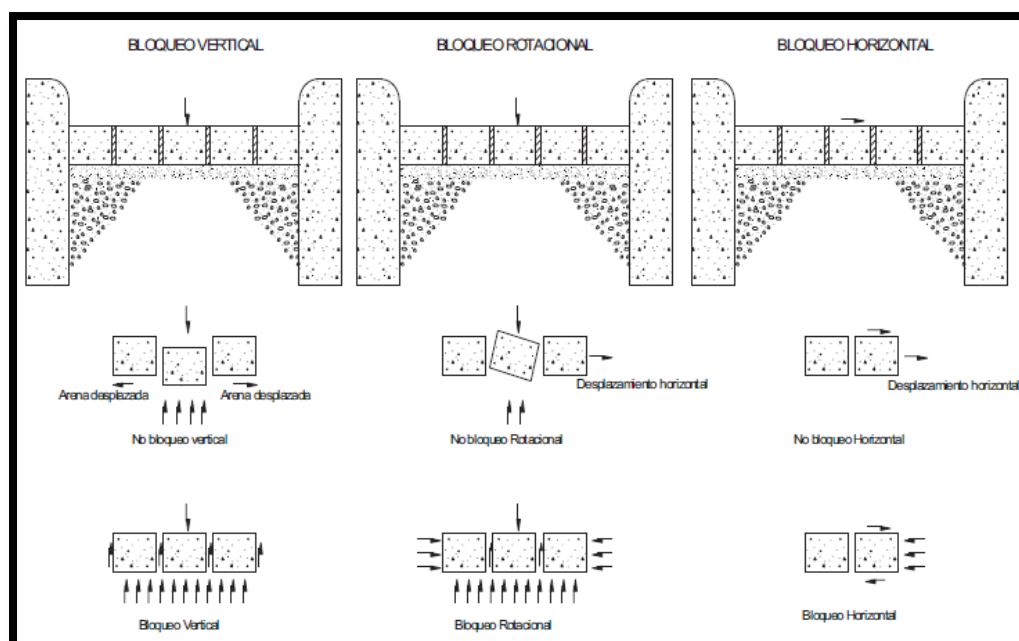
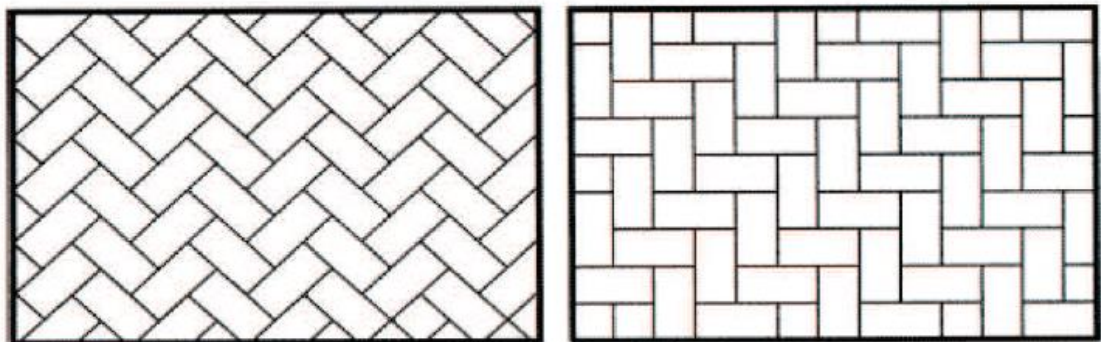


Figura N° 3.31. Tipos de Bloques – Fuente: Interlocking Concrete Pavement Institute

El bloqueo vertical se da entre bloques adyacentes, a través de la arena presente en las juntas.

El bloqueo rotacional se obtiene por la cercanía entre adoquines adyacentes, espesor y el confinamiento que le proporciona la colocación de sardineles extremos que restringen las fuerzas de las ruedas de los vehículos. Finalmente, el bloqueo horizontal se logra por una adecuada forma de colocación y ensamblaje de los adoquines, que permitan mitigar las fuerzas de frenado, aceleración y giro de los vehículos.

El patrón de colocación permite un ensamblaje adecuado de los adoquines es el tipo “espina de pescado”, tal como se muestra en la figura siguiente:



“Espina de Pescado” a 45°

“Espina de Pescado” a 90°

Figura N° 3.32. Patrón de Colocación y Ensamblaje de Adoquines

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – MTC

En la figura muestra esquemáticamente las secciones transversales típicas del pavimento de adoquines de concreto.

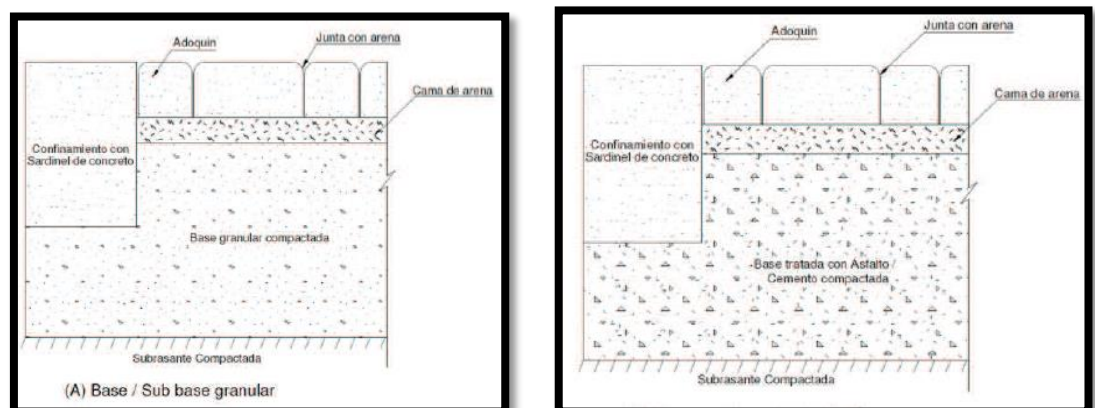


Figura N° 3.33. Secciones transversales típicas en pavimentos articulados

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos – MTC

RESULTADOS DEL DISEÑO

Utilizando el método IPCI:

- Considerando un CBR de diseño: 15.1%
- Tráfico en número de repeticiones de Ejes Equivalentes en carril: 100000
- Periodo de diseño: 20 años

Ingresando los datos de la Tabla N° 3.48. Los resultados de espesores son los siguientes:

Tabla N°4.62
RESULTADOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO CON ADOQUINES DE CONCRETO

AVENIDAS - CALLES	BASE (cm)	CAMA DE ARENA (cm)	ADOQUÍN (CM)
VÍAS COLECTORAS	17	4	6
VÍAS LOCALES	17	4	6

Fuente: Elaboración propia

4.6.7. SELECCIÓN DEL PAVIMENTO

Para este proyecto se utilizará un **PAVIMENTO RÍGIDO** por lo siguiente:

- El pavimento rígido resulta más barato. Debido a que muchas veces no necesita mantenimiento.
- El pavimento de concreto tiene una vida útil más larga entre un período de 20 – 30 años.
- Los pavimentos de concreto resisten mejor las cargas transmitidas por los vehículos, así como su deterioro por derrame de materiales como la gasolina. Por otra parte, al paso del tiempo, el concreto gana resistencia y el asfalto, cambia su color de negro a gris y se vuelve frágil.
- Presentan un buen drenaje superficial para el agua de lluvia, por lo que muy poco se deforman.
- La superficie de concreto tiene mayor reflejo que la de asfalto, ahorra energía y brinda mayor seguridad durante la noche, porque los faros de los vehículos, iluminan perfectamente al concreto.
- Con el concreto se pueden alcanzar altas resistencias en cuestión de horas. La resistencia del concreto se puede predecir y controlar con mayor facilidad.

4.7. DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL

4.7.1. INTRODUCCIÓN

El drenaje pluvial urbano, tiene como objetivo la captación, conducción y eliminación de las aguas pluviales en el centro poblado de Pampa Grande mejorando su calidad de vida pues evitará la creación de focos de infección y/o contaminación causados por la acumulación de aguas; pérdidas materiales, así como daños a la infraestructura de la ciudad, tal es el caso de un posible colapso del sistema de desagüe debido a la carga extra aportada por las aguas de lluvia.

En el centro poblado de Pampa Grande se propone la construcción en el borde de ciertas calles de pequeños canales y canaletas revestidas de concreto, donde las aguas desembocarán en la acequia que rodea al centro poblado.

4.7.2. CRITERIOS DE DISEÑO

4.7.2.1. TOPOGRAFÍA

“La descripción topográfica del terreno tiene un papel fundamental en el diseño de las estructuras de drenaje pluvial, puesto que este determinará el grado de dificultad para el transporte de las aguas de lluvia hacia los puntos de evacuación y el sistema más adecuado para realizar esta tarea.” [27]

4.7.2.2. FLUJO SUPERFICIAL

“El escurrimiento superficial, viene a ser la porción de lluvia que no es absorbida por los estratos profundos, ni utilizada por la vegetación, ni perdida por la evaporación y que llega hacia los cauces como desagüe superficial.” [27]

“La superficie que tiene la ciudad frente a la lluvia, podemos clasificarla en dos tipos; superficies impermeables y permeables. Las superficies impermeables las constituyen edificaciones, pavimentos, aceras, azoteas, etc. En tanto las superficies permeables las originan los jardines, solares

sin edificar, parques, etc. El alto porcentaje de superficies impermeables es una característica básica de las zonas urbanas los procesos que tiene lugar en estas zonas son los más característicos.” [27]

4.7.3. MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DEL FLUJO

“Para el caso del diseño del sistema de drenaje pluvial, lo que interesa es la determinación del escurrimiento máximo. Cuando se disponen de registros de aforo. Sin embargo, dichos registros rara vez están disponibles y es necesario iniciar un diseño con un estudio de la frecuencia de intensidad de lluvia (estudio hidrológico). Una vez que se ha seleccionado la intensidad de lluvia de diseño, deben estimarse el volumen de escurrimiento resultante, con el uso del método racional.” [27]

4.7.4. MÉTODO RACIONAL

Según la norma OS 0.60 los caudales para un sistema de drenaje urbano menor deberán ser calculados por el Método Racional, en caso el área de la cuenca es igual o menor a 13 km². El área de estudio que abarca nuestro proyecto es de 0.06 km², por lo cual usaremos dicho método.

4.7.5. SISTEMA DE DRENAJE

Con la finalidad de que el proyecto de tesis propuesto sea viable en el aspecto económico y técnico, en el diseño se ha aprovechado las condiciones topográficas del terreno para procurar el drenaje rápido de las aguas hacia el canal del centro poblado.

4.7.6. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los caudales circundantes han sido comparados con los máximos que pueden circular por las vías, respecto a la sección de estas.

Se determinó la capacidad máxima del caudal por secciones de vías que soporta cada cuadra del centro poblado, luego se descartó el uso de

canaletas en las cuadras que soportan el caudal del flujo por la sección de la misma.

Se procedió a realizar el diseño de las canaletas de las cuadras restantes, siendo afectadas por el caudal que fluye en cada una.

El criterio de diseño a ser considerado en nuestro diseño es la clase de material que se usara para el canal a fin de determinar el Coeficiente de rugosidad “n”.

4.7.7. DRENAJE SUPERFICIAL POR SECCIÓN DE VÍA

Se calculó la capacidad máxima del caudal por sección de vía que pueden fluir por cuadra por medio de la siguiente formula dada en la norma OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO:

$$Q = 315 \frac{Z}{n} S^{0.5} Y^{8/3} \left(\frac{Z}{1 + \sqrt{1 + Z^2}} \right)^{2/3}$$

Donde:

Z = Pendiente transversal (1/z)

n = Coeficiente de rugosidad Manning

(n=0.016) Pavimento de Concreto

S = Pendiente longitudinal (m/m)

Y = Tirante (m)

Q = Caudal (m³/s)

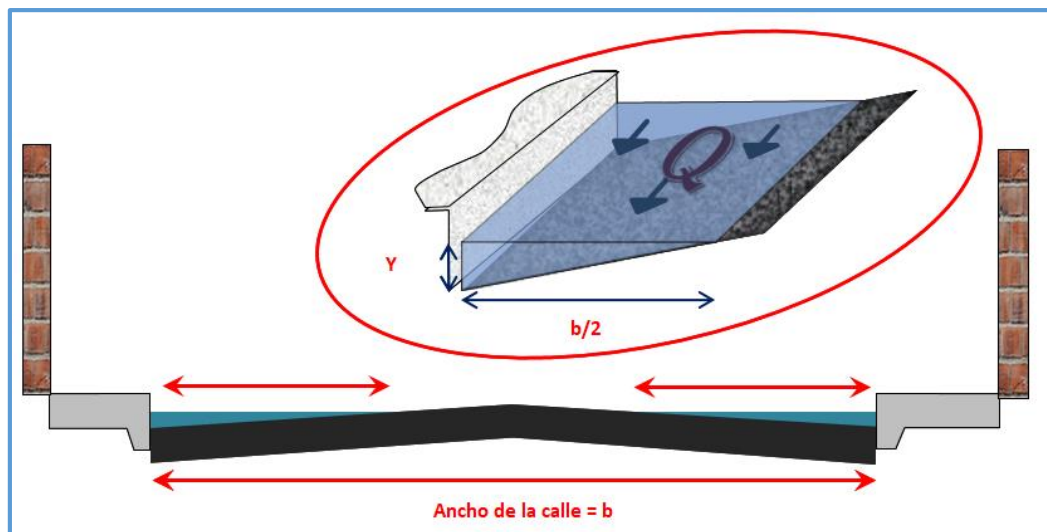


Figura: Capacidad máxima del caudal por secciones de vías

Si el caudal que fluye por cuadra es mayor a la capacidad máxima del caudal por sección de vía se procede a realizar las canaletas en las calles correspondientes.

4.7.8. DRENAJE SUPERFICIAL CON CANALETAS

Según el estudio topográfico realizado en el centro poblado de Pampa Grande, el terreno de la ciudad presenta excelentes características para el escurrimiento de las aguas de lluvia, influenciando el diseño del drenaje superficial de la ciudad.

4.7.8.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE REVESTIMIENTO

Los caudales de diseños oscilan entre (0.0278 – 0.3531) m³/s por lo cual la elección del revestimiento del canal dependerá de la ubicación sobre la cual se construirán los canales, por lo cual se decidió que estos serán revestidos de concreto.

Finalmente tomaremos como dato el coeficiente de rugosidad del concreto $n = 0.011$ para estructuras construidas.

4.7.8.2. VELOCIDAD EN LOS CANALES

Depende de la “velocidad permisible” de la fórmula de Manning y de la “rugosidad”.

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

Dónde:

- V = Velocidad en m/s
- n = Coeficiente de rugosidad Manning
- R = Radio hidráulico es (A/P) mojado m.
- S = Pendiente de la línea de carga m/m.

4.7.8.3. CAUDAL EN LAS CANALETAS

El caudal que soporta cada canaleta se determina con la ecuación de la continuidad, usando la velocidad hallada anteriormente y la sección de la canaleta supuesta:

$$Q = V \cdot A$$

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad de flujo (m/s)

A = Área de la sección hidráulica (m²)

En la siguiente tabla se muestra la capacidad máxima del caudal que puede soportar cada calle del Centro Poblado, las cuales están representadas por q(n) que son el número de calles del mismo que están indicadas en el plano F-01 (FLUJOS FINALES).

TABLA N° 4.63
CAPACIDAD MÁXIMA DEL CAUDAL POR SECCIONES DE VÍAS

CAPACIDAD MÁXIMA DEL CAUDAL POR SECCIONES DE VÍAS											
Caudal N°	Pendiente	Ancho de Vía (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	Rugosidad (n)	V (m/s)	Qmax = VxA (m ³ /s)	Qcirc. (m ³ /s)	CORRECTO
q1	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.42	0.0526	0.0059	PASA
q2	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.31	0.0386	0.0115	PASA
q3	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.75	0.0934	0.0056	PASA
q4	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.40	0.0502	0.0088	PASA
q5	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.51	0.0641	0.0116	PASA
q6	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.23	0.0292	0.0375	NO PASA
q7	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.63	0.0787	0.0165	PASA
q8	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.23	0.0286	0.0286	PASA
q9	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.45	0.0564	0.0852	NO PASA
q10	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.81	0.1017	0.0370	PASA
q11	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.43	0.0537	0.0517	PASA
q12	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.60	0.0745	0.1399	NO PASA
q13	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0668	0.0255	PASA
q14	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.54	0.0671	0.0767	NO PASA
q15	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.73	0.0908	0.1383	NO PASA
q16	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.40	0.0495	0.0737	NO PASA
q17	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.66	0.0822	0.0433	PASA
q18	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.31	0.0383	0.0503	NO PASA
q19	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.41	0.0516	0.0549	NO PASA
q21	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.20	0.0246	0.0049	PASA
q22	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.59	0.0737	0.0796	NO PASA
q23	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.45	0.0562	0.2222	NO PASA
q24	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.39	0.0488	0.0163	PASA
q25	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.14	0.0179	0.0561	NO PASA

q26	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.44	0.0550	0.2802	NO PASA
q27	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.86	0.1077	0.0514	PASA
q28	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.75	0.0937	0.0013	PASA
q29	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.54	0.0674	0.0213	PASA
q30	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.71	0.0893	0.0085	PASA
q31	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.86	0.1071	0.0065	PASA
q32	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.48	0.0594	0.0240	PASA
q34	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0433	0.0050	PASA
q35	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.22	0.0278	0.0261	PASA
q36	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.40	0.0501	0.1865	NO PASA
q37	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.49	0.0609	0.1963	NO PASA
q38	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.42	0.0522	0.3459	NO PASA
q39	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.62	0.0773	0.0629	PASA
q40	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.71	0.0893	0.2560	NO PASA
q41	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.66	0.0827	0.1736	NO PASA
q42	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.70	0.0878	0.1780	NO PASA
q43	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0662	0.0553	PASA
q44	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.30	0.0373	0.0685	NO PASA
q45	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.57	0.0714	0.0625	PASA
q46	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.28	0.0349	0.1306	NO PASA
q47	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.11	0.0141	0.1481	NO PASA
q48	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.68	0.0855	0.0373	PASA
q49	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.24	0.0300	0.0444	NO PASA
q50	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.29	0.0364	0.2028	NO PASA
q51	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.30	0.0376	0.1041	NO PASA
q52	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.64	0.0805	0.0260	PASA
q53	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.82	0.1028	0.0459	PASA
q54	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.72	0.0903	0.1141	NO PASA
q55	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.39	0.0487	0.0552	NO PASA
q56	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.77	0.0969	0.0343	PASA
q57	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.41	0.0514	0.0478	PASA
q58	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.74	0.0920	0.0186	PASA
q59	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.24	0.0299	0.0230	PASA
q60	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.33	0.0418	0.0321	PASA
q61	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.26	0.0329	0.0086	PASA
q62	0.04	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	1.02	0.1279	0.0188	PASA
q63a	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.13	0.0167	0.1202	NO PASA
q63b	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.28	0.0345	0.0379	NO PASA
q64	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.43	0.0532	0.1212	NO PASA
q65a	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.36	0.0455	0.0942	NO PASA
q65b	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.10	0.0124	0.0214	NO PASA
q66a	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.26	0.0321	0.1180	NO PASA
q66b	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.41	0.0516	0.0202	PASA
q67	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.37	0.0461	0.0340	PASA
q68	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.86	0.1071	0.0177	PASA
q69	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.99	0.1233	0.0311	PASA
q70	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0660	0.0243	PASA
q71	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.49	0.0612	0.0445	PASA
q72	0.04	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	1.05	0.1314	0.1301	PASA
q73	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.29	0.0357	0.0169	PASA
q74	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.47	0.0589	0.0149	PASA
q75	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.07	0.0082	0.0278	NO PASA
q76	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.28	0.0348	0.0099	PASA
q77	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.21	0.0267	0.0082	PASA
q78	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.13	0.0162	0.0031	PASA
q79	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.30	0.0370	0.0113	PASA
q80	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.84	0.1046	0.0066	PASA
q81	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.94	0.1170	0.0060	PASA

q82	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.61	0.0766	0.0052	PASA
q83	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.75	0.0943	0.0124	PASA
q84	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.92	0.1145	0.0124	PASA
q85	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.87	0.1087	0.0070	PASA
q86	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0664	0.0231	PASA
q87	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.37	0.0463	0.0104	PASA
q88	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.64	0.0802	0.0115	PASA
q89	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.28	0.0354	0.0089	PASA
q90	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0656	0.0087	PASA
q91	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.37	0.0461	0.0134	PASA
q93	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.73	0.0907	0.0116	PASA
q94	0.04	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.99	0.1238	0.0148	PASA
q95	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.78	0.0976	0.0155	PASA
q96	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.93	0.1161	0.0159	PASA
q97	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.53	0.0661	0.0084	PASA
q98	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.84	0.1054	0.0392	PASA
q99	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.21	0.0258	0.0323	NO PASA
q100	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.28	0.0348	0.0757	NO PASA
q101	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.15	0.0182	0.0088	PASA
q102	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.20	0.0244	0.0226	PASA
q103	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.33	0.0418	0.0255	PASA
q104	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.34	0.0423	0.0225	PASA
q105	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.42	0.0521	0.0232	PASA
q106	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.48	0.0595	0.0202	PASA
q107	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.90	0.1120	0.0009	PASA
q108	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.72	0.0898	0.0140	PASA
q109	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.87	0.1090	0.0213	PASA
q110	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.84	0.1055	0.0247	PASA
q111	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.78	0.0976	0.0297	PASA
q112	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.52	0.0645	0.0281	PASA
q113	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.14	0.0180	0.0088	PASA
q114	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.92	0.1147	0.0285	PASA
q115	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.51	0.0637	0.0554	PASA
q116	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.18	0.0222	0.0110	PASA
q117a	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.18	0.0220	0.0017	PASA
q117b	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.17	0.0219	0.0017	PASA
q117c	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.18	0.0223	0.0149	PASA
q118	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0433	0.0297	PASA
q119	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.31	0.0383	0.0326	PASA
q120	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.55	0.0692	0.0327	PASA
q121	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.48	0.0606	0.0355	PASA
q122	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.45	0.0559	0.0317	PASA
q123	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.41	0.0511	0.0334	PASA
q124	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.93	0.1158	0.0006	PASA
q125	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.89	0.1114	0.0349	PASA
q126	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.95	0.1187	0.0205	PASA
q127	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.99	0.1233	0.0314	PASA
q128	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.65	0.0808	0.0224	PASA
q129	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.49	0.0612	0.0707	NO PASA
q130	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.64	0.0794	0.0710	PASA
q131	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.58	0.0720	0.1097	NO PASA
q132	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.56	0.0699	0.0220	PASA
q133	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.77	0.0958	0.0773	PASA
q134	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.19	0.0238	0.0642	NO PASA
q135	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.58	0.0724	0.0024	PASA
q136	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.69	0.0868	0.0069	PASA
q137	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0440	0.0130	PASA
q138	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.58	0.0722	0.0936	NO PASA

q139	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.69	0.0859	0.0801	PASA
q140	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.26	0.0325	0.1059	NO PASA
q141	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.43	0.0535	0.0793	NO PASA
q142	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.07	0.0084	0.0256	NO PASA
q143	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.29	0.0361	0.0355	PASA
q144	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.45	0.0557	0.0493	PASA
q145	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.85	0.1059	0.0009	PASA
q146	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.85	0.1061	0.0701	PASA
q147	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.91	0.1132	0.1193	NO PASA
q148	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.76	0.0948	0.0791	PASA
q149	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.39	0.0486	0.1620	NO PASA
q150	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.91	0.1138	0.0852	PASA
q151	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.18	0.0227	0.2198	NO PASA
q152	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.12	0.0145	0.0848	NO PASA
q153	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.66	0.0825	0.0518	PASA
q154	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.31	0.0389	0.0770	NO PASA
q155	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.40	0.0506	0.0100	PASA
q156	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.24	0.0300	0.0167	PASA
q157	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.10	0.0129	0.0447	NO PASA
q158	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.42	0.0525	0.1453	NO PASA
q159	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.75	0.0941	0.0980	NO PASA
q160	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.74	0.0919	0.0398	PASA
q161	0.04	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	1.08	0.1349	0.0059	PASA
q162	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.59	0.0732	0.0037	PASA
q163	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.88	0.1104	0.0006	PASA
q164	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0440	0.0146	PASA
q165	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.51	0.0637	0.0139	PASA
q166	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.34	0.0428	0.0420	PASA
q167	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.26	0.0327	0.1218	NO PASA
q168	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.30	0.0381	0.3531	NO PASA
q169	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.97	0.1216	0.1062	PASA
q170	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.42	0.0527	0.1771	NO PASA
q171	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.67	0.0834	0.0764	PASA
q172	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.39	0.0484	0.1124	NO PASA
q173	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.88	0.1099	0.0343	PASA
q174	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.85	0.1060	0.0176	PASA
q175	0.04	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	1.02	0.1280	0.0007	PASA
q176	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.25	0.0310	0.0891	NO PASA
q177	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0443	0.1305	NO PASA
q178	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.39	0.0489	0.2759	NO PASA
q179	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.52	0.0656	0.2767	NO PASA
q180	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.55	0.0692	0.2749	NO PASA
q181	0.03	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.92	0.1144	0.1159	NO PASA
q182	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.45	0.0562	0.0106	PASA
q183	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.66	0.0819	0.0028	PASA
q184	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.33	0.0417	0.0032	PASA
q185	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.35	0.0439	0.0181	PASA
q186	0.02	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.73	0.0916	0.0161	PASA
q187	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.55	0.0689	0.3434	NO PASA
q188	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.13	0.0169	0.0329	NO PASA
q189	0.00	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.11	0.0137	0.0329	NO PASA
q190	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.49	0.0616	0.0398	PASA
q191	0.01	5.00	0.05	0.13	5.10	0.025	0.016	0.47	0.0582	0.1029	NO PASA

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro podemos apreciar las calles en donde la capacidad máxima del caudal por sección es menor al caudal circundante de la calle respectivas, por ende son las calles más inundables y se tiene que diseñar canaletas para que el flujo de las aguas pluviales no afecten el tránsito peatonal y vial:

TABLA N° 4.64
DISEÑO DE CANALETAS

DISEÑO DE CANALETAS												
CANALETAS	Qcirc	Pendiente	Rugosidad (n)	Ancho de Sección (b)	Tirante (Y)	Área (m2)	Perímetro (m)	Radio Hidráulico	V (m/s)	Qmax (m3)	CORRECTO	Caudal N°
SI	0.0375	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	q6
SI	0.0852	0.73%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.558	0.1023	PASA	q9
SI	0.1399	1.28%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	3.539	0.1769	PASA	q12
SI	0.0767	1.04%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	2.835	0.0851	PASA	q14
SI	0.1383	1.90%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	4.118	0.1647	PASA	q15
SI	0.0737	0.56%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.247	0.0899	PASA	q16
SI	0.0503	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	q18
SI	0.0549	0.61%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	2.183	0.0655	PASA	q19
SI	0.0796	1.25%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	3.114	0.0934	PASA	q22
SI	0.2222	0.73%	0.011	0.2	0.4	0.08	1.00	0.080	2.878	0.2302	PASA	q23
SI	0.0561	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	q25
SI	0.2802	0.70%	0.011	0.2	0.5	0.1	1.20	0.083	2.895	0.2895	PASA	q26
SI	0.1865	0.58%	0.011	0.2	0.4	0.08	1.00	0.080	2.566	0.2053	PASA	q36
SI	0.1963	0.85%	0.011	0.2	0.35	0.07	0.90	0.078	3.061	0.2143	PASA	q37
SI	0.3459	0.63%	0.011	0.3	0.4	0.12	1.10	0.109	3.287	0.3944	PASA	q38
SI	0.2560	1.83%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	4.380	0.2628	PASA	q40
SI	0.1736	1.57%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	3.926	0.1963	PASA	q41
SI	0.1780	1.77%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	4.167	0.2083	PASA	q42
SI	0.0685	0.51%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.135	0.0854	PASA	q44
SI	0.1306	0.51%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.309	0.1386	PASA	q46
SI	0.1481	0.51%	0.011	0.2	0.35	0.07	0.90	0.078	2.366	0.1656	PASA	q47
SI	0.0444	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	q49
SI	0.2028	0.51%	0.011	0.25	0.35	0.0875	0.95	0.092	2.648	0.2317	PASA	q50
SI	0.1041	0.51%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.235	0.1118	PASA	q51
SI	0.1141	1.88%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	3.816	0.1145	PASA	q54
SI	0.0552	0.55%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	2.060	0.0618	PASA	q55
SI	0.1141	1.88%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	3.816	0.1145	PASA	q54
SI	0.0552	0.55%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	2.060	0.0618	PASA	q55
SI	0.1202	0.51%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.309	0.1386	PASA	q63a
SI	0.0379	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	q63b
SI	0.1212	0.65%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.527	0.1264	PASA	q64
SI	0.0942	0.51%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.235	0.1118	PASA	q65a
SI	0.0214	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	q65b
SI	0.1180	0.51%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.309	0.1386	PASA	q66a
SI	0.0278	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	q75
SI	0.0323	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	q99
SI	0.0757	0.51%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.135	0.0854	PASA	q100
SI	0.0707	0.86%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	2.586	0.0776	PASA	q129

SI	0.1097	1.19%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	3.267	0.1307	PASA	ql31
SI	0.0642	0.51%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.135	0.0854	PASA	ql34
SI	0.0936	1.20%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	3.275	0.1310	PASA	ql38
SI	0.1059	0.51%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.235	0.1118	PASA	ql40
SI	0.0793	0.66%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.427	0.0971	PASA	ql41
SI	0.0256	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	ql42
SI	0.1193	2.95%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	4.785	0.1436	PASA	ql47
SI	0.1620	0.54%	0.011	0.2	0.35	0.07	0.90	0.078	2.444	0.1711	PASA	ql49
SI	0.2198	0.51%	0.011	0.25	0.35	0.0875	0.95	0.092	2.648	0.2317	PASA	ql51
SI	0.0848	0.51%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.135	0.0854	PASA	ql52
SI	0.0770	0.51%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.135	0.0854	PASA	ql54
SI	0.0447	0.51%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	1.990	0.0597	PASA	ql57
SI	0.1453	0.63%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.573	0.1544	PASA	ql58
SI	0.0980	2.04%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	3.978	0.1193	PASA	ql59
SI	0.1218	0.51%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.309	0.1386	PASA	ql67
SI	0.3531	0.51%	0.011	0.3	0.4	0.12	1.10	0.109	2.964	0.3557	PASA	ql68
SI	0.1771	0.64%	0.011	0.2	0.4	0.08	1.00	0.080	2.700	0.2160	PASA	ql70
SI	0.1124	0.54%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.297	0.1148	PASA	ql72
SI	0.0891	0.51%	0.011	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.235	0.1118	PASA	ql76
SI	0.1305	0.51%	0.011	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	2.309	0.1386	PASA	ql77
SI	0.2759	0.55%	0.011	0.25	0.4	0.1	1.05	0.095	2.811	0.2811	PASA	ql78
SI	0.2767	0.99%	0.011	0.25	0.35	0.0875	0.95	0.092	3.688	0.3227	PASA	ql79
SI	0.2749	1.10%	0.011	0.2	0.4	0.08	1.00	0.080	3.541	0.2833	PASA	ql80
SI	0.1159	3.01%	0.011	0.2	0.15	0.03	0.50	0.060	4.836	0.1451	PASA	ql81
SI	0.3434	1.09%	0.011	0.25	0.4	0.1	1.05	0.095	3.964	0.3964	PASA	ql87
SI	0.0329	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	ql88
SI	0.0329	0.51%	0.011	0.2	0.1	0.02	0.40	0.050	1.762	0.0352	PASA	ql89
SI	0.1029	0.78%	0.011	0.2	0.2	0.04	0.60	0.067	2.638	0.1055	PASA	ql91

Fuente: Elaboración Propia

4.7.9. CONCLUSIONES

- Los caudales circundantes han sido comparados con los máximos que pueden soportar las vías, respecto a la sección respectivamente.
- De la comparación se obtuvo que algunas calles tienen caudales circundantes menores a la capacidad de las vías respecto a su sección, entonces en estos casos, la sección hidráulica que tiene el pavimento y el sardinel es suficiente para evacuar por gravedad las aguas pluviales.

4.8. DISEÑO DEL DIQUE CON GAVIONES

4.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS GAVIONES

“Los gaviones son estructuras metálicas conformadas por mallas de alambre que normalmente suele ser galvanizado, el material de relleno son rocas o piedras que son extraídas de canteras cercanas a la zona del proyecto, teniendo así un elemento de gran estabilidad estructural, permeable al agua y flexible, es así que se adapta al terreno de una forma natural.” [31]

En los muros de gaviones permanece la relación altura/ancho 1:1

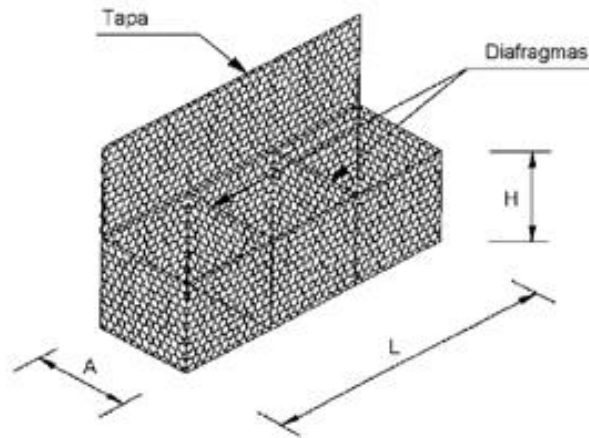


Figura: Dimensiones del Bloque

4.8.2. VENTAJAS DE LOS GAVIONES

- La construcción de este tipo de estructuras es muy sencilla, por lo cual no se necesita mano de obra especializada.
- Es más económica que obras realizadas con concreto.
- Tiene un bajo impacto ambiental.
- Flexibilidad de la estructura para acomodarse a los desniveles y asentamientos del terreno.

4.8.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LA ROCA

Peso específico de la roca:	g roca =	2,800.00 kg/m ³
Peso específico del suelo:	g suelo =	1,800.00 kg/m ³
Capacidad portante del suelo:	s suelo =	0.80 kg/cm ²
Angulo de fricción interno:	f =	26 °

4.8.4. CRITERIO DE DISEÑO

Este tipo de muro se analiza por volcamiento, deslizamiento y hundimiento.

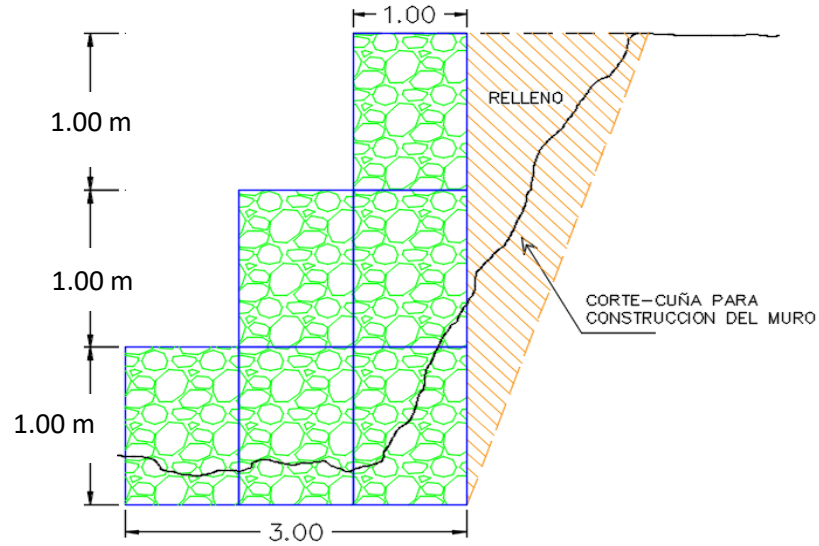


Figura: Dimensiones del Dique

Longitud de la Base $B = 3.00 \text{ m.}$

Altura del Muro de Gavión $H = 3.00 \text{ m.}$

4.8.5. VERIFICACIÓN POR EMPUJE DEL SUELO

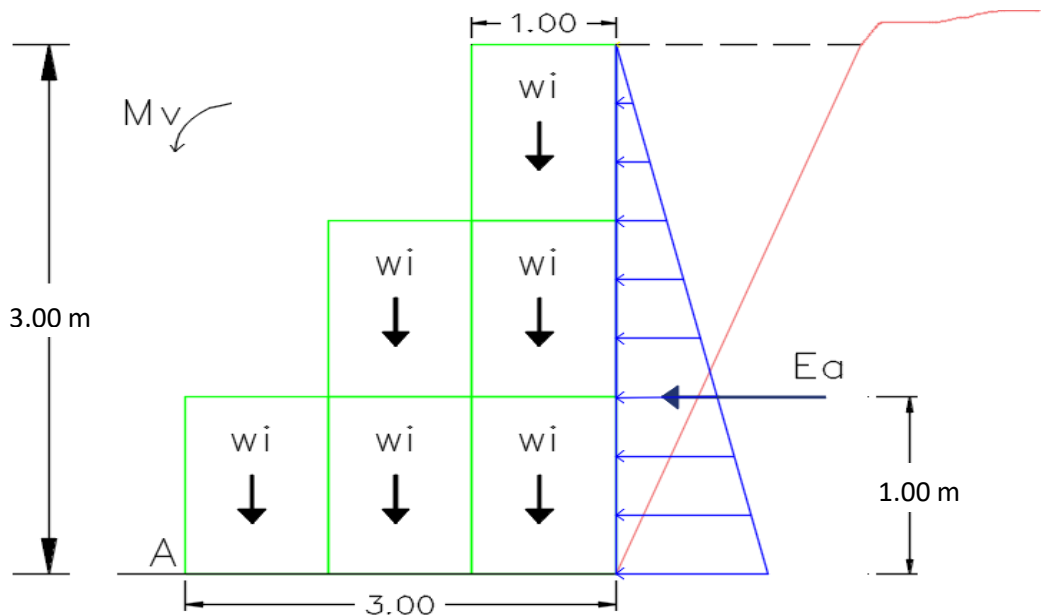


Figura: Empuje del Suelo

4.8.5.1. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DEL EMPUJE

ACTIVO

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \Rightarrow K_a = 0.3905$$

4.8.5.2. CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \Rightarrow E_a = 3162.74 \text{ kg}$$

4.8.5.3. MOMENTO POR VOLCAMIENTO

$$M_v = E_a(\gamma c)$$

$$M_v = E_a \left(\frac{H}{3} \right) \Rightarrow M_v = 3162.74 \text{ kg-m}$$

4.8.6. FUERZAS ESTABILIZANTES

4.8.6.1. PESO DE BLOQUES

Se calcula el peso total de los bloques, se multiplica por el 80% del peso específico de la roca, como existe una relación de vacíos del 20% entre roca y roca, el cual se rellena con material granular.

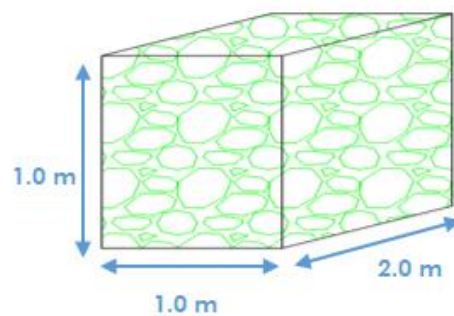


Figura: Dimensiones del Bloque

a =	1.0	m		
b =	1.0	m	V =	a.b.c
c =	2.0	m	V =	2.0 m ³

$$w_i = \gamma_{\text{roca}} \cdot V \cdot 80\% \Rightarrow w_i = 4480.00 \text{ kg}$$

$$W_T = 6 \cdot w_i \Rightarrow W_T = 26880.00 \text{ kg}$$

4.8.6.2. CÁLCULO DE LA FUERZA ESTABILIZANTE

$$Fe = \sum Wi$$

$$Fe = 26880.00 \text{ kg}$$

4.8.6.3. CÁLCULO DE LA FUERZA ESTABILIZANTE

$$Me = \sum Wi.Xi$$

$$Me = 40320.00 \text{ kg-m}$$

4.8.7. FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO

$$FSV = Me/Mv \geq 2$$

$$FSV = 12.75 \quad \text{OK}$$

4.8.8. FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$FSD = \sum V.tan(K1*\phi)/Ea$$

$$FSD = \frac{\text{Peso total estabilizante} * \tan(\phi)}{\text{Empuje Activo}} \geq 1.5$$

$$FSD = 4.15 \quad \text{OK}$$

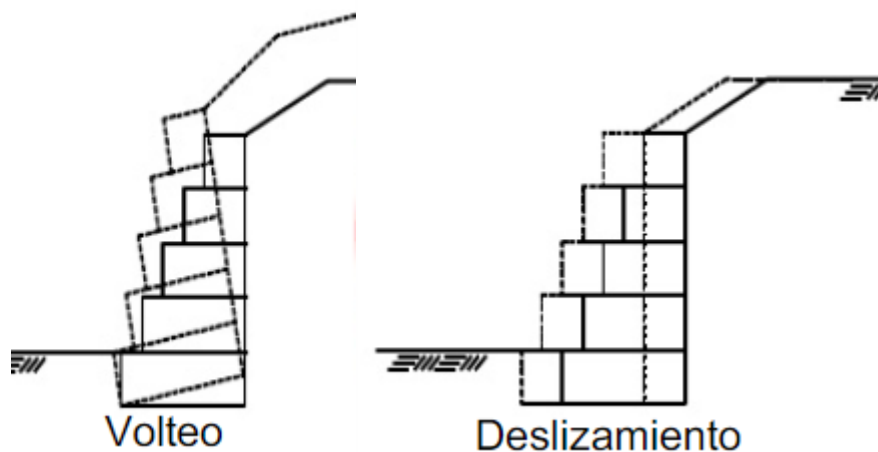


Figura: Representación del Volteo y Deslizamiento en un muro de gaviones

4.8.9. CHEQUEO POR HUNDIMIENTO O ASENTAMIENTO

4.8.9.1. PUNTO DE APLICACIÓN DE LA RESULTANTE

$$x = \frac{(Me - Mv)}{Fe}$$

$$x = 1.38 \text{ m}$$

4.8.9.2. CÁLCULO DE LA EXCENTRICIDAD (e)

a) $e_{\max} = \frac{B}{6}$

$$e_{\max} = 0.5 \text{ m}$$

b) $e = \frac{B}{2} - x$

$$e = 0.12 \text{ m}$$

c) $e < e_{\max}$

$$e = 0.12 < e_{\max}$$

OK (NO EXISTE TRACCIONES O PRESIONES NEGATIVAS)

$$e = 0.20 \text{ m}$$

d) Por lo tanto, las presiones se calculan de la siguiente manera:

$$s_1, s_2 = \frac{Fe}{Area} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$s_1 = \frac{Fe}{Area} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$



$$s_1 = 6272 \text{ kg/m}^2$$

$$s_1 = 0.63 \text{ kg/cm}^2 < s_{\text{suelo}} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_1 = 0.63 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

$$s_2 = \frac{Fe}{Area} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$



$$s_2 = 2688 \text{ kg/m}^2$$

$$s_2 = 0.27 \text{ kg/cm}^2 < s_{\text{suelo}} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_2 = 0.27 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$



Figura: Representación del Asentamiento en un muro de gaviones

4.9. MODELACIÓN CON PROGRAMAS

“Un modelo, es la representación de un sistema real, mediante un conjunto de variables y parámetros interrelacionados por medio de una expresión matemática, y que permite simular un proceso del sistema.” [32]

Para la implementación de cualquier modelo determinístico se sigue las siguientes fases:

“Formación del Modelo Conceptual o Semi- Conceptual: Se debe tener muy en claro la idea fundamental del funcionamiento real del sistema y de los parámetros y variables que en él intervienen, ya que son ellos los que nos permitirán representar y simular el proceso seleccionado.” [32]

“Construcción del Modelo: Esta es la fase del proceso de creación del modelo mediante la formulación de las ecuaciones que permiten los distintos procesos que da como resultado el modelo conceptual o semi-conceptual formado. Se establece las relación entre ellas y se procede a su solución, mediante técnicas numéricas” [32]

“Calibración de los parámetros del modelo: Es la fase del proceso de modelamiento que origina que el funcionamiento del modelo matemático presente en mayor o menor grado la historia del sistema real. Demuestra que todos los datos disponibles (variables y parámetros) sean cualitativamente y cuantitativamente comparables.” [32]

“Validación del Modelo: En esta fase se comprueba el adecuado funcionamiento del modelo con observaciones no utilizadas en el proceso de calibración. A esta fase se le da poca importancia y en varias ocasiones ni siquiera aparece, utilizándose todos los registros disponibles en la fase de calibración. Este método de actuar, es solo dado si se dispone de series de observaciones muy pequeñas.” [32]

“Análisis de sensibilidad del modelo: En esta fase se determina como varían los resultados proporcionados por el modelo con pequeñas variaciones del conjunto de parámetros calibrados. De esta manera se pueden acotar y tener en cuenta las incertidumbres existentes.” [32]

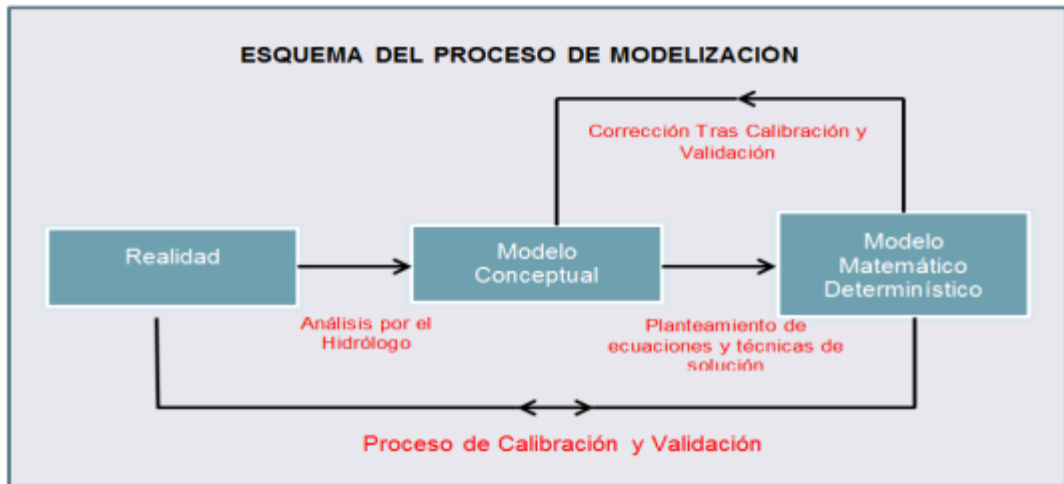


Figura: Esquema de un proceso de modelización, incluyendo las fases del mismo y sus interrelaciones entre ellas.

4.9.1. MODELO HEC GEORAS

“El programa Hec-Ras es un modelo matemático desarrollado por el centro de Ingeniería Hidráulica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. Este modelo, permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente, transporte de sedimentos y análisis de calidad del agua en cauces abiertos, ríos y canales artificiales. El Hec-GeoRas es una extensión el cual integra el ArcView o ArcGis con Hec Ras.” [32]

4.9.1.1. APLICACIÓN DEL HEC GEORAS

La aplicación de Hec Ras puede abarcar:

- Muestra del área de inundación y mitigación del mismo en un río o sistema de ríos para diferentes periodos de retomo.
- Determinación de la altura necesaria en el diseño de una carretera, que podría ser afectada por el caudal del río.
- Encontrar las variables para el diseño de estructuras hidráulicas en los ríos como, puentes, alcantarillas, cunetas, etc.

4.9.1.2. VENTAJAS Y LIMITACIONES

VENTAJAS

“El modelo HEC- GeoRAS permite ver de mejor manera los quiebres del terreno, es decir, la dirección del flujo, y así poder hacer un mejor trazado de secciones transversales ya que la zona del proyecto está georeferenciada. Permite obtener la geometría del terreno además de su información geográfica, de tal manera ya no se necesita un proceso posterior en el modelo HEC-RAS. Dado que los datos topográficos sacados en campo, no siempre son perpendiculares al cauce, el HEC - GeoRAS con en el modelo digital del terreno, puede hacer secciones transversales perpendiculares al flujo y en intervalos según sean las prioridades en el cálculo.” [32]

LIMITACIONES

- El flujo se considera unidimensional, secciones siempre perpendiculares al flujo
- Sólo se pueden modelar ríos y barrancos con pendientes menores de 10° ($\alpha < 10^\circ$, $S_o < 0.18$), porque no se tiene en cuenta la componente vertical del peso de la columna de agua en las ecuaciones.
- Limitación en la convergencia de la energía a 40 iteraciones en cada sección de cálculo. Por defecto adopta el valor de calado de menor error.

4.9.1.3. MODELAMIENTO HIDRÁULICO UTILIZANDO LA EXTENSIÓN HEC-GEORAS CON ARCGIS

Para realizar el modelamiento hidráulico, se hizo previamente un levantamiento topográfico para poder delimitar el área de estudio del canal y sus márgenes.

El presente estudio servirá para determinar en qué tramo, dependiendo el caudal de diseño calculado, sufrirá mayores daños y de acuerdo a esto plantear soluciones para prevenir en un futuro derrumbes e inundaciones en la zona, por causa de la crecida del río.

4.9.1.4. PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR EL MODELO

TRABAJOS PREVIOS EN AUTOCAD CIVIL 3D

Con el levantamiento topográfico en campo se procede a ingresar los datos en AutoCAD Civil 3D y se crea la superficie de la zona de estudio con curvas de nivel. Por otro lado, la delimitación de las quebradas también se utilizó capas para definir y clasificar las líneas, ya sea de los márgenes, así como también el eje del canal y demás estructuras existentes.

INICIACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO EN ARCGIS

Iniciar ArcMap, verificar que el 3D ANALYSIT y el SPATIAL ANALYST estén instaladas y cargadas, ir a TOOLS / EXTENSIONS y dar clic en las extensiones mencionadas.

Para dar inicio a cargar información, se procede primero a guardar la hoja de trabajo, ir a FILE / SAVE AS, seleccionar la ruta donde se guardará el proyecto y asignar un nombre.

MODELO DIGITAL DEL TERRENO PARA EL CANAL

Dar clic en la pantalla de trabajo sobre DATA FRAME PROPERTIES / COORDINATE SYSTEM y verificar o asignar el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM ZONA 17S para nuestro estudio.

Para cargar las curvas de nivel hechas en AutoCAD, dar clic en la opción ADD DATA, seleccionar el archivo de CAD creado y presionar ADD.

Para generar el modelo digital de terreno en formato vectorial TIN (Triangular Irregular Network) se realiza de la siguiente manera:

- Seleccionar ARCTOOLBOX / TIN / CREATE TIN, clic derecho y OPEN.
- En Output TIN, seleccionar donde se guardará el TIN creado.
- Coordinate System (optional), seleccionar las coordenadas de trabajo.

- Input Feature Class (optional), seleccionar el archive importado desde AutoCAD que se encuentra en TABLE OF CONTENTS.

Luego en TABLE OF CONTENTS, aparece el TIN creado, con el nombre “tin de cuencas”.

CREACIÓN DEL LAYER RAS

Se crea las capas Ras, que serán los datos geométricos extraídos en el ArcGis para el análisis hidráulico en HEC-RAS. Los Layers Ras que se tiene que crear son:

- **STREAM CENTERLINE:** Añade topología y atributos del eje de canal, se dejará por defecto el nombre de (river).
- **CROSS-SECTIONAL CUT LINES:** Añade topología y atributos a las Secciones transversales.
- **BANK LINES:** Añade topología y atributos a los bordes del rio.
- **FLOW PATH LINES:** El corte de estas líneas con las secciones transversales definen los puntos entre los que se medirá automáticamente, siendo esa línea, la distancia entre secciones por las márgenes.

Como de digitalizó al comienzo la estructura del río en AutoCAD, ahora se procede a importar ese archivo al Arcmap siguiendo los siguientes pasos:

- Presionar para seleccionar el archivo que contiene el esquema de las quebradas y dar clic en ADD.

Las capas (cauce, flows, canal, secciones) se proceden a transfórmalas a un formato llamado SHAPEFILE que consta de un número de variables de archivos, en los que se almacena digitalmente la localización de los elementos geográficos juntos con sus atributos o características. Los SHAPEFILE que se deberán crear serán de forma independiente según las capas hechas en AutoCAD.

En primer lugar, dar clic derecho en “plano de cuenca tesis”, ir a PROPERTIES / DRAWING LAYERS, se muestra todas las capas activadas con el símbolo.

El segundo paso para crear el SHAPEFILE de la capa “cuenca”, es dar clic derecho en “plano de cuenca tesis”, seleccionar DATA / EXPORT DATA, asignar el nombre y el lugar donde se guardará SHEPEFILE creado.

Saldrá un mensaje para exportar los datos del SHAFILE creado, presionamos la opción YES, y se mostrará en la TABLE OF CONTENTS el LAYERS “RIO” con el esquema en la pantalla de trabajo. Este procedimiento se tendrá que realizar por cada capa hecha en AutoCAD con la finalidad de crear cuatro archivos tipo SHAPEFILE.

- Para la creación de LAYER RAS - STREAM CENTERLINE se tiene que ir a la barra de herramientas de Hec-GeoRas seleccionar CREATE RAS LAYERS y dar clic en STREAM CENTERLINE, se muestra una ventana con el nombre del Stream Centerline RIVER, dejarlo así y presionar OK, luego mostrara un mensaje diciendo que el LAYER RAS se creó satisfactoriamente.

El Layer Ras River aparece en TABLE OF CONTENTS, pero en la hoja de trabajo en blanco, por lo que se tendrá que asignar la información. Presionar en la barra de EDITOR la opción START EDITING, seleccionar River y ACEPTAR. A continuación, ir a la hoja de trabajo “RIO”, dar clic sobre Canal, presionar COPIAR y PEGAR (seleccionar en el TARGET la opción River).

- Para crear el LAYER RAS – BANK LINES, en la barra de herramientas de HecGeoRas seleccionar CREATE RAS LAYERS y dar clic en BANS LINES, se muestra una ventana con el nombre del Bank Lines BANKS, dejarlo así y presionar OK, luego se mostrará un mensaje que BANK LINE LAYER se creó satisfactoriamente.

El Layer Ras Banks aparece en TABLE OF CONTENTS, pero con la hoja de trabajo en blanco, por lo que se tendrá que asignar la información.

En la barra de EDITOR se encuentran la opción START EDITING, seleccionar Banks y ACEPTAR. A continuación, en la hoja de trabajo “cauce”, se da clic primero sobre la línea del cauce izquierdo del canal, presionar COPIAR y PEGAR (seleccionar en el TARGET la opción Banks) luego sobre la línea del cauce de la margen derecha y esto repetir.

- Para crear el LAYER RAS – FLOW PATH CENTERLINES, en la barra de herramientas de Hec-GeoRas seleccionar CREATE RAS LAYERS y dar clic FLOW PATH CENTERLINES, se muestra una ventana con el mensaje de que existe un CENTER LINE definido, presionar SI, mostrando otra ventana donde indica que 152 RIVER es el CENTERLINE ya definido y que el nuevo Flow Paths se llamara FLOWPATHS, dejarlo así y presionar OK.

El Layer Ras Flowpaths aparece en TABLE OF CONTENTS, pero con la hoja de trabajo en blanco, por lo que se tendrá que asignar la información. Presionar en la barra de EDITOR la opción START EDITING, seleccionar Flowpaths y ACEPTAR. A continuación, ir a la hoja de trabajo “flows”, dar clic sobre la línea, siempre de aguas arriba hacia aguas abajo de izquierda a derecha, presionar COPIAR y PEGAR (seleccionar en el TARGET la opción Flowpaths).

- Por último, para la creación de LAYER RAS – XS CUT LINES. RAS GEOMETRY / CREATE RAS LAYERS / XS CUT LINES, se muestra una ventana indicando que el CROSS – SECTIONAL CUT LINES tendrá el nombre de XSCutLines.

Para asignar la información al Layer Ras XSCutLines ir a la barra de EDITOR a la opción START EDITING, seleccionar XSCutLines y ACEPTAR. A continuación, ir a la hoja de trabajo “Secciones”, dar clic sobre la línea, siempre de aguas arriba hacia aguas abajo de izquierda a derecha, presionar COPIAR y PEGAR (seleccionar en el TARGET la opción XSCutLines).

Las líneas de las secciones no se pueden cortar entre ellas, otra forma de ejecutar secciones es con el siguiente comando. En INTERVAL definir

cuantas secciones se desea crear y en WIDTH ingresar la separación entre secciones.

CREACIÓN DE FICHERO PARA HEC-RAS

Seleccionar RAS GEOMETRY / EXPORT RAS DATA con esa opción se prepara el fichero que posteriormente será leído por HEC-RAS. Este fichero de texto se guarda con formato.sdf.

4.9.1.5. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO

- Secciones transversales: En cada una de las secciones transversales que contemple el estudio, se deberá definir los puntos que corresponda a los bancos de la derecha e izquierda, siendo los puntos los límites de la sección que se pueden considerar como parte del canal principal.

- Caudal de diseño: el caudal de diseño a considerar fue según datos calculados en el estudio hidrológico.

- Coeficiente de rugosidad (N de Manning): El coeficiente de Manning es un valor que representa la resistencia a al flujo de agua en cauces y llanuras de inundación. La selección del valor “n” de Manning, tiene relación directa con la precisión de los cálculos de perfiles hidráulicos, pues uno de los parámetros principales que intervine en la calibración del modelo hidráulico de un canal abierto.

El coeficiente de rugosidad de Manning, considerado en este estudio será un valor “n” de 0.035, correspondiente a la textura y granulometría de los materiales presentes en el cauce.

4.9.2. APLICACIÓN DEL ARCGIS EN LA MODELACIÓN HIDROLÓGICA

“ArcGIS es una herramienta que permite realizar un análisis del terreno. En el campo de la hidrología, ArcGIS tiene diferentes variantes para el análisis y la evaluación de los recursos hídricos por la cual se ha convertido en una buena herramienta para su planificación y gestión en cualquier ámbito territorial.” [32]

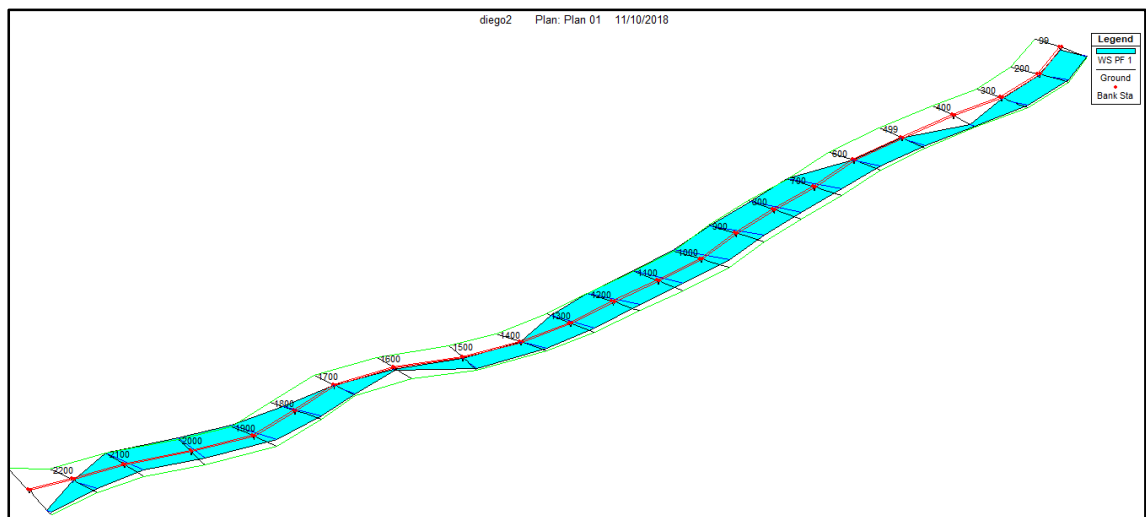
“Entre las aplicaciones que presenta ArcGis, es muy útil en el uso de la información esencial para el procesamiento de datos hidrológicos y de calidad del agua de una cuenca. Esta información es importante para:” [32]

- Planificar los recursos hidrológicos del territorio.
- Realización de estudios hidrológicos o de inundabilidad.

4.9.3. APLICACIÓN DEL HIDROESTA

HidroEsta es un software que, utilizando Visual Basic, para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología. Este software facilita y simplifica los cálculos complicados, y el proceso del análisis de la bastante información que se deben procesar en los estudios hidrológicos. El software resuelve el cálculo de los parámetros estadísticos, cálculos de regresión lineal, no lineal, simple y múltiple, así como regresión polinomial, evaluar si una serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones.

4.9.4. RESULTADOS DEL HEC GEORAS CON EL ARCGIS



Se observa en esta imagen después de haber modelado el Canal Pampa Grande, el Diseño actual no cumple con la demanda del caudal de diseño para prevenir una posible inundación por las lluvias.



Se observa en esta imagen el desborde para los lados del canal el cual el lado derecho afecta a la ciudad esto se debe a un mal diseño en la sección del canal.

4.9.5. MODELAMIENTO HIDRÁULICO UTILIZANDO LA EXTENSIÓN RIVERGIS CON QGIS

“QGIS es un Sistema de Información Geográfica libre que puede visualizar, gestionar y analizar datos y diseñar mapas imprimibles.” [33]

“En términos generales. Aunque el uso de software propietario es muy extendido en este campo (destacar ArcGIS o Geomedia), este tipo de programas poseen un importante número de elementos que tiende a repetirse, por lo que el aprendizaje en un determinado paquete de software no es excluyente, al contrario, aporta bases que facilitan el adaptarse con relativa facilidad a otro software GIS. Este aspecto permite salvar un importante escollo, como han sido los elevados costes del software propietarios.” [33]

“Desde el punto de vista del software QGIS. Este permite un acceso rápido y gratuito a un programa SIG que mantiene todas las características comunes entre este tipo de programas.” [33]

“Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una integración de hardware, software y datos geográficos diseñada para almacenar, manipular y analizar en todas sus formas la información geográficamente referenciada.” [34]

“A esto se añade que puede ser instalado en diferentes sistemas operativos (Windows, Linux, MAC, etc.), cuestión que no suele incorporar otros programas, teniendo una versión en castellano, así como la comunicad que lo mantiene es muy amplia y activa, implementándose continuas mejoras y ampliando un extenso repertorio de extensiones que añaden todo tipo de herramientas, aparte de tutoriales y foros de consulta.” [33]

4.9.5.1. EXTENSIÓN RIVERGIS

“RiverGIS es una extensión de QGIS diseñada para la creación e importación de geometrías para modelos HEC RAS en QGIS, de forma que se puedan importar secciones creadas a partir de Modelos Digitales del Terreno.” [33]

4.9.5.2. RESULTADOS



Figura. Vista en planta de la modelación hidráulica

En la figura mostrada anteriormente se puede apreciar el centro poblado de Pampa Grande de color naranja, y la cuenca a la que pertenece, aplicando el caudal respectivo hallado en el estudio hidrológico, se puede observar el rumbo del cauce siendo obstaculizado en el centro poblado por el dique (color rojo), no afectándolo al mismo sino llevándola a zonas alejadas.

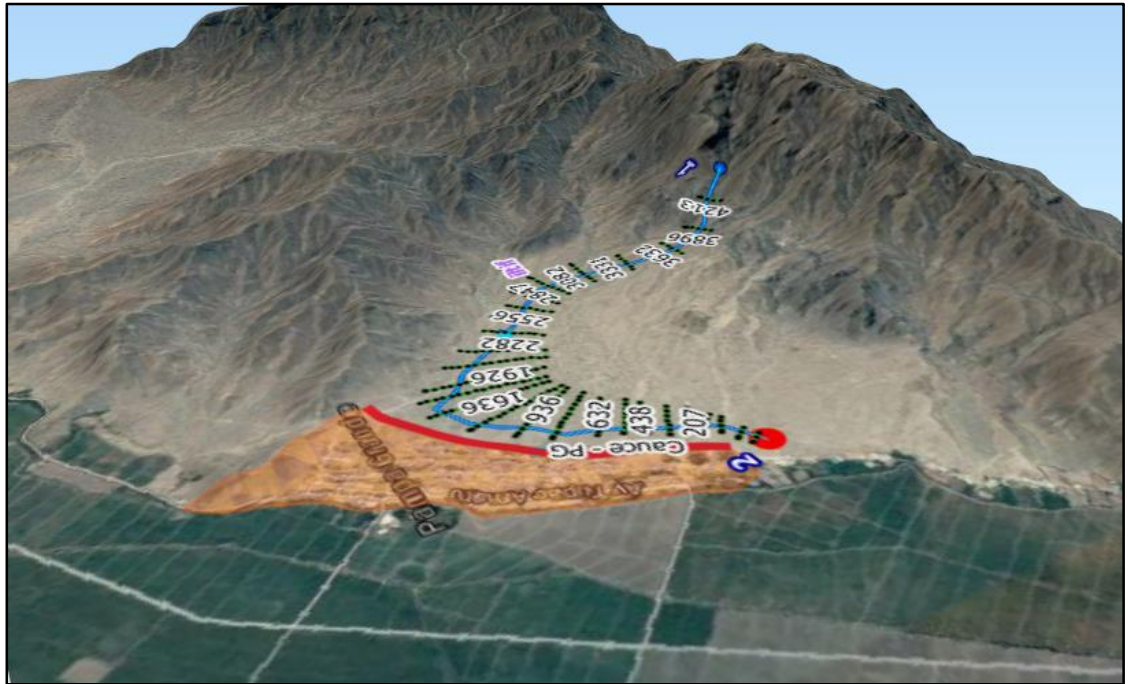


Figura: Vista en 3D de la modelación hidráulica

Acá se puede observar la vista en 3D del rumbo del cauce en el caso de lluvias en la cuenca a la que pertenece el centro poblado de Pampa Grande.

4.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

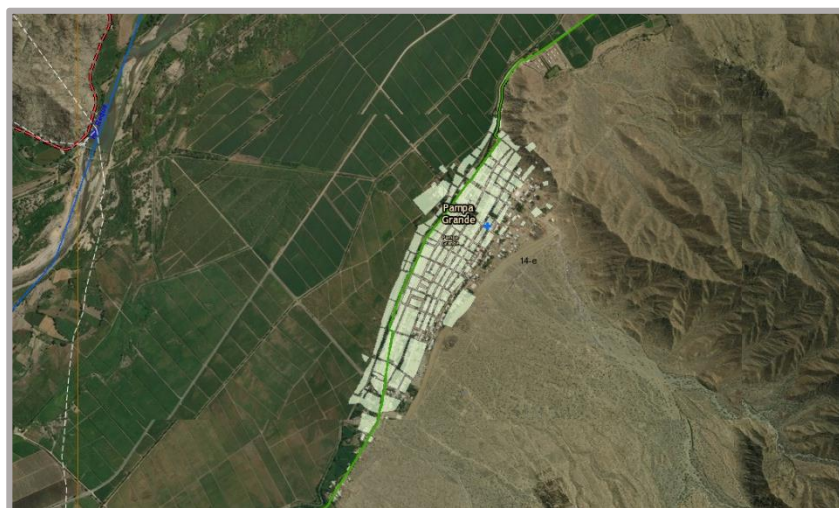
El estudio de Impacto Ambiental, forma parte importante de los proyectos de Ingeniería Civil, pues nos ayudan a entender, discernir, investigar y abstraer los problemas que puedan devenir de los procesos constructivos de nuestra obra durante la etapa de ejecución y por lo tanto prevenir y mitigar las acciones perjudiciales devenidos de estos hacia el medio ambiente y su entorno.

4.10.1. NOMBRE DEL PROYECTO

“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2018”.

4.10.2. UBICACIÓN POLITICA Y GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El centro poblado de Pampa Grande se encuentra ubicado en el distrito de Chongoyape, al oeste de la ciudad de Chiclayo y a una altitud promedio de 146 m.s.n.m., en la provincia de Chiclayo.



Vista satelital del área de trabajo del proyecto. Fuente: SINPAD

El Proyecto consiste en la implementación del sistema de drenaje pluvial urbano y la pavimentación, para lo cual se deben realizar

diferentes estudios para garantizar el éxito del proyecto, entre ellos, el presente estudio de impacto ambiental.

4.10.3. ÁREA DE INFLUENCIA

4.10.3.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Las actividades a ser desarrolladas durante la construcción y operación del Proyecto, potencialmente, podrán provocar cambios en las condiciones actuales del ambiente, por lo cual es importante definir el área de influencia ambiental. Cabe señalar que teniendo el área de influencia se determinarán las características de los factores ambientales que podrían ser impactados.

En tal sentido, para el presente Proyecto se ha definido un área de influencia ambiental, la cual se define como el espacio físico-geográfico, socioeconómico y cultural, donde las actividades del Proyecto pueden generar impactos, tanto positivos como negativos.

4.10.3.2. ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL

Para la evaluación del presente estudio es importante definir el área de influencia ambiental del estudio, para poder identificar las características ambientales existentes, y con ello se establecerá una línea base. Esta última servirá para saber cómo se encuentra actualmente la zona. El criterio para identificar el área de influencia ambiental de la modificación del estudio, es reconocer el área donde se desarrollarán las actividades del Proyecto, desde la etapa de construcción hasta la de cierre, y los factores ambientales que pudieran sufrir alguna alteración causada por el mismo. Para ello se ha asumido los siguientes criterios:

- Distribución física de los componentes del proyecto, tales como la infraestructura del drenaje pluvial y la pavimentación.
- Delimitación de la micro cuenca y dirección de los cursos de agua.

Área de influencia ambiental directa

El área de influencia ambiental directa se define como el espacio físico que es afectado por las actividades del proyecto; es decir, los factores ambientales físicos, biológicos y/o culturales son afectados directamente. Principalmente se consideran las áreas donde se ubican los componentes y se desarrollan las actividades del proyecto.

Con base en estos criterios, el área de influencia ambiental directa está circunscrita al espacio físico donde se desarrollarán las actividades y los impactos directos que generarían las actividades del proyecto. El espacio físico delimitado como área de influencia ambiental directa comprende aprox. 57.93 ha.

Área de influencia ambiental indirecta

El área de influencia ambiental indirecta del estudio está definida como el espacio físico en el que un componente ambiental es impactado indirectamente por las actividades del proyecto.

Los criterios para delimitar el área de influencia ambiental indirecta son:

- Impactos indirectos que podría generar el proyecto de ampliación.
- Características de los componentes ambientales y del proyecto.
- Accesibilidad al área del proyecto.
- Divisorias naturales.
- Dirección de los cursos de agua superficial.
- Cuerpos receptores de agua que podrían ser afectados por descargas que vienen del área del proyecto.

Bajo estos criterios se ha delimitado un área de influencia ambiental indirecta equivalente al distrito de Chongoyape, el cual tiene una extensión territorial de 712 km².

4.10.4. OBJETIVOS

Los estudios relacionados a los Impactos Ambientales contienen un conjunto de análisis de los impactos, que una o varias acciones pueden producir en las distintas partes del entorno a investigar. Este tipo de estudios, como ya se mencionó anteriormente propones distintas soluciones para anular, mitigar o compensar los efectos negativos producto de los procesos constructivos.

4.10.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental para establecer los lineamientos y orientar acciones para la construcción del proyecto de Diseño de Drenaje Pluvial y Pavimentación del centro poblado de Pampa Grande.

4.10.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del proyecto serán:

- Conocer las características ambientales más relevantes entre las actividades del proyecto.
- Identificar los factores que producirán los impactos ambientales.
- Recomendar las acciones de prevención, mitigación y reducción de los impactos negativos sobre el área de trabajo.

4.10.5. VENTAJAS

Uno de los objetivos de efectuar los estudios de impacto ambiental es inferir los posibles efectos futuros, que una acción realizada en el presente pueda ocasionar daños en el medio ambiente.

Lo cual nos permite adelantarnos a los problemas que podrían ocurrir como resultado de los trabajos en obra. Incluso se podría incurrir en conflictos sociales, ya sea por daños indirectos, como la contaminación del aire o agua, o daños directos como la expropiación de terrenos a terceros. Lo cual ocasionaría además de una pérdida

económica y retrasos en la ejecución de obra, problemas legales con los pobladores de la zona.

4.10.6. LÍNEA BASE DEL PROYECTO

Se debe considerar que el ambiente del Proyecto, se caracteriza básicamente como un ambiente físico (suelo, aire, agua, sedimentos, entre otros) en donde existe y se desarrolla una biodiversidad (flora y fauna), así como un ambiente socioeconómico con sus importancias culturales.

4.10.6.1. GEOLOGÍA

La mayor parte del territorio de la región Lambayeque corresponde a materiales recientes de edad cuaternaria, con una antigüedad menor a un millón de años. Hacia el sureste de la región, se exponen rocas sedimentarias metamórficas e ígneas con un rango geo cronológico comprendido entre el Pre-cambriano y el Pleistoceno Reciente.

Las unidades más antiguas integran un complejo metamórfico ígneo desarrollado durante el metamorfismo regional que formó el complejo del Marañón hacia el Este y la Formación Olmos en la Costa. Estas unidades constituyen el basamento metamórfico de la región.

Durante el Cretácico se depositaron las lutitas, areniscas y calizas de las formaciones Tinajones, Inca, Chulec, Pariatambo, Chimú y Pulluicana, manifestaciones de las transgresiones y regresiones marinas de hace 100 millones de años.

En el Terciario e inicios del Eoceno superior, esta cuenca emergería formando la cordillera de la costa representada en la actualidad por los cerros Amotapes y la isla de Lobos de Tierra. La actividad volcánica en este periodo fue intensa y está representada por andesitas y dacitas de las formaciones Llama, Porculla y Huambos. Cortando a la secuencia descrita se encuentran stocks y cuerpos batolíticos de rocas intrusivas y subvolcánicos de edad Cretáceo superior-Terciario inferior.

Durante el cuaternario, la región estuvo sujeta a movimientos eustáticos que dieron lugar a la depositación de materiales de origen aluvial, fluvial y eólico, y a la formación de geoformas características de la región.

4.10.6.2. SUELOS

El suelo del centro poblado de Pampa Grande es accidentado, interrumpido por algunos cerros, lomas y dunas. Su extensión territorial es de 78 hectáreas.

4.10.6.3. CLIMA Y TEMPERATURA

El clima es templado, porque se marcan las estaciones con climas suaves, pero con la presencia de lluvias abundantes entre los meses de diciembre a abril, meses donde ocurre la mayoría de desastres.

Para la caracterización del clima en el área de estudio se incide principalmente en el análisis de parámetros como: temperatura, humedad relativa, precipitación y vientos. Dichos factores se describen a continuación:

Temperatura

En el centro poblado de Pampa Grande en condiciones normales tiene una temperatura media anual de 23°C, presentando temperaturas que fluctúan en valores máximos de 34 °C y valores mínimos de 14 °C en todo el año. La temperatura es variable y esta influenciada por el fenómeno El Niño.

Precipitación

En el Centro Poblado de Pampa Grande sus máximas precipitaciones se producen sobre todo entre los meses de febrero y abril, alcanzando los valores máximos de 1677,5 mm de precipitaciones totales anuales y 85,7 mm de precipitación diaria; bastante alterado en años extraordinarios estando asociado a la presencia del fenómeno del Niño, en estos años las lluvias son muy intensas llegando hasta 290.7 mm diarios con fecha de registro 05-02-02.

4.10.6.4. HIDROLOGÍA

El centro poblado pertenece a la cuenca Chancay – Lambayeque la cual cuenta con una extensión de 5,309 km², de los cuales aproximadamente 1,400 km² son de la cuenca húmeda. Las descargas medidas en la estación indican una magnitud medio anual de 25.8 m³/s, habiendo durante el año épocas de venidas y sequia bastantes pronunciadas, concentrándose solo en 3 meses (Febrero a Abril) el 50% de la descarga anual.

Las descargas producidas se basan de las precipitaciones ocurridas en la cuenca húmeda y de la derivación del rio Chotano.

4.10.6.5. AMBIENTE BIOLÓGICO

En el distrito de Chongoyape se encuentran especies de plantas y animales como los escorpiones, cactus y algunas serpientes. La aridez del desierto contrastada por los ríos que bajan de la sierra. Y a pesar de su bajo caudal y régimen no regular, irrigan fértiles valles, teniendo a una fauna más variada.

Especies de árboles, como el algarrobo, el zapote, el sauce, el pájaro bobo y faique han logrado adaptarse a las difíciles condiciones de la sierra lambayecana formando extensos bosques.

Lastimosamente, la sobreexplotación humana los ha disminuido a una fracción de lo que eran.



Árboles en el centro poblado de Pampa Grande. Fuente: Propia

4.10.6.6. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

La mayor parte de la población se dedica a las labores agrícolas y al comercio, es decir tanto mujeres, hombres se dedican al trabajo mutuo en tanto que los niños de los centros asisten a escuelas y un porcentaje variado se encuentran trabajando en el campo, encontramos también profesionales que atienden en distintas instituciones de la zona.

La principal actividad económica es la agricultura, se siembra de caña de azúcar, maíz blanco, amarillo e híbrido, el fríjol, la alfalfa, y el arroz como principales cultivos. También tiene una pequeña ganadería extensiva, apicultura y otros. Con respecto al indicador de esperanza de vida al nacer, los pobladores del centro poblado de Pampa Grande podrían alcanzar una edad de 70 años.

Por otra parte, el indicador de escolaridad primaria refleja que el 68% de la población en edad escolar, comprendida en el grupo de edad de 5 a 12 años asiste a algún centro educativo; y de la misma manera con respecto al logro educativo alcanzado. Finalmente, el ingreso per cápita de las familias del centro poblado de Pampa Grande alcanza S/. 370 al mes, permitiéndoles tener acceso al consumo de bienes.



Sembrío de Caña de Azúcar en Pampa Grande. Fuente: Propia

4.10.7. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación de los impactos ambientales más probables del proyecto fueron dadas con el siguiente procedimiento:

- Identificación de las actividades del proyecto que causan impactos ambientales sobre los componentes ambientales en el área de influencia del proyecto.
- Identificación de los componentes ambientales a ser impactados (previa a las actividades preliminares del proyecto), dentro del área de influencia del proyecto.
- Evaluación de la importancia (sobre la base de los criterios de evaluación del tipo y magnitud del impacto) de cada impacto ambiental.
- Descripción de los principales impactos ambientales previsibles.

Entre las varias metodologías generales existentes, haremos uso del método de LEOPOLD.

4.10.7.1. METODO DE LEOPOLD

“El método se basa en una matriz con columnas mostrando diferentes actividades que se presentan en un proyecto y en las filas se presentan los factores ambientales capaces de ser afectados en el proyecto.” [35]

“Para el uso de la Matriz de Leopold, el primer paso se basa en la determinación de los impactos existentes, en donde se deben tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto.” [35]

“Después en cada acción, se toman todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.” [35]

“Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores numéricos, el primero indica la magnitud y el segundo la importancia del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.” [35]

Magnitud

“Valoración del impacto potencial provocada, el cual se coloca en la mitad superior izquierda. Tiene referencia a la intensidad y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, poniendo un signo “+” para los efectos positivos y “-“ para los negativos.” [35]

TABLA 4.65
CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2		Media
3		Alta
4	Media	Baja
5		Media
6		Alta
7	Alta	Baja
8		Media
9		Alta
10	Muy Alta	Alta

Fuente: [35]

Importancia

“Valor ponderal, que otorga el peso relativo del potencial, se pone en la mitad inferior derecha del cuadro. Tiene referencia a la relevancia del impacto, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica del 1 al 10 en orden creciente de importancia.” [35]

TABLA 4.66
CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA IMPORTANCIA

INTENSIDAD		
Calificación	Influencia	Duración
1	Puntual	Temporal
2		Media
3		Permanente
4	Local	Temporal
5		Media
6		Permanente
7	Regional	Temporal
8		Media
9		Permanente
10	Regional	Permanente

Fuente: [35]

**TABLA 4.67
MATRIZ DE LEOPOLD DEL PROYECTO**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MATRIZ DE IMPORTANCIA			FASE	PLANIFICACIÓN		CONSTRUCCION																
						ACCIONES GENERALES																
			FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	ACCIONES IMPACTANTES	Elaboración de Estudios Previos	Desvío a Rutas Alternativas	Construcciones e instalaciones provisionales	Limpieza del terreno	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	Trazo, nivel y replanteo	Demoliciones	Eliminación de demoliciones	Excavaciones y rellenos	Transporte de Materiales	Depósito de Materiales							
MEDIO FÍSICO	INERTE	AIRE			Calidad del aire	-3	2		-4	3	-4	3	-3	2	-2	2	-1	1	-3	2	-2	2
			Nivel de Ruido	-4	3	-3	2	-3	2	-4	3	-3	2	-1	2			-2	2			
		SUELOS	Erosion									-1	2	-2	2		-2	2	-2	2		
			Calidad del Suelo			-4	3	-3	2			-3	2	-2	2		-2	2			-3	2
			Permeabilidad											-4	3							
		AGUA	Calidad											-4	2							
	Aguas superficiales																					
	Aguas subterráneas												-4	2	-3	2						
	BIÓTICO	FLORA	Arbustos			-4	2						-1	2		-3	2					
			Plantas ornamentales			-5	3										-3	2				
	PERCEPT.	FAUNA	Animales		-2	2	-3	2	-2	2		-1	2								-2	2
		AREAS AMB.	Suelos Agrícolas			-3	3					-4	3									
		CALIDAD VISUAL	Paisaje			-4	3															
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	POBLACION	FACTOR ECONOMICO	Empleo	5	3	5	3	2	3	2	3	5	3		5	3					
				Agrícola																		
FACTOR SOCIAL		Calidad de vida																				
Magnitud (+/-)			5	-9	-21	-10	-8	-13	-15	-3	-6	-7	-7									
Importancia			3	7	21	12	6	16	20	2	12	6	6									
PROMEDIO			15	-22	-53	-22	-24	-28	-29	-6	-6	-14	-14									

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4.67
MATRIZ DE LEOPOLD DEL PROYECTO (CONTINUACIÓN)

CONSTRUCCION				OPERACIÓN				MANTENIMIENTO		MAGNITUD (+/-)	IMPORTANCIA	PROMEDIO
VIAS DE ACCESO (PISTAS Y VEREDAS)		DRENAJE PLUVIAL	OBRAS AMBIENTALES	Ocupacion Espacial	Tráfico vehicular	Generacion de Residuos	Tráfico peatonal	Mantenimiento del sistema vial	Limpieza del sistema de drenaje			
Preparacion y colocacion de concreto.	Compactacion y vibrado	Construccion de canaletas	Areas Verdes									
-2	2				-3	-2				-29	23	-65
-3	2	-3			-3			-3	-2	-35	28	-78
		-2								-9	10	-18
		-2				-3				-22	17	-48
		5								1	6	3
						-4		-3		-11	6	-22
		4				-2	-3		-2	-3	9	-2
		5		5						3	10	16
		-2	8			-2	-1			-5	15	-2
		-3	8				-2			-5	12	-7
			3		-2					-9	15	-15
						-2				-9	8	-25
			8	5		-3				6	11	21
5	2	3	3	3			3	3	4	47	39	141
										0	0	0
				8	4		4			16	9	48
0	-1	7	30	18	-4	-18	1	-3	0			-53
5	0	31	90	54	-4	-36	9	-3	4	-53		OK

Fuente: Elaboración Propia

4.10.8. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Con los resultados de la matriz de Leopold podemos evaluar los impactos ambientales generados con el presente proyecto, mediante el siguiente cuadro:

**TABLA 4.68
JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS**

MEDIDA DEL IMPACTO	RANGO	SIMBOLOGÍA
No significativo	[0 – 20,8]	
Bajo	< 20,8 – 60,0]	
Medio	< 60,0 – 162,8]	
Alto	< 162,8 – 516,8]	
Muy alto	< 516,8 – 960,0]	

**TABLA 4.69
RESULTADOS DE LA MATRIZ DE LEOPOLD**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MATRIZ DE IMPORTANCIA				FASE	PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO
FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS				ACCIONES IMPACTANTES		
MEDIO FÍSICO	INERTE	AIRE	Calidad del aire	-65	MEDIO	
			Nivel de Ruido	-78	MEDIO	
		SUELOS	Erosion	-18	NO SIGNIFICATIVO	
			Calidad del Suelo	-48	BAJO	
			Permeabilidad	3	NO SIGNIFICATIVO	
		AGUA	Calidad	-22	BAJO	
	Aguas superficiales		-2	NO SIGNIFICATIVO		
	Aguas subterrneas		16	NO SIGNIFICATIVO		
	BIÓTICO	FLORA	Arbustos	-2	NO SIGNIFICATIVO	
			Plantas ornamentales	-7	NO SIGNIFICATIVO	
	PERCEPT.	FAUNA	Animales	-15	NO SIGNIFICATIVO	
		AREAS AMB.	Suelos Agrícolas	-25	BAJO	
		CALIDAD VISUAL	Paisaje	21	BAJO	
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	POBLACION	FACTOR ECONOMICO	Empleo	141	MEDIO
Agrícola				0	NO SIGNIFICATIVO	
FACTOR SOCIAL			Calidad de vida	48	BAJO	

4.10.9. RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente proyecto encontramos impactos medios, bajos y no significativos:

4.10.9.1. IMPACTO MEDIO

- Calidad del aire (Negativo)
- Nivel de Ruido (Negativo)
- Empleo (Positivo)

4.10.9.2. IMPACTO BAJO

- Calidad del Suelo (Negativo)
- Calidad del Agua (Negativo)
- Suelos agrícolas (Negativo)
- Paisaje (Positivo)
- Calidad de Vida (Positivo)

4.10.9.3. IMPACTO NO SIGNIFICATIVO

- Erosión del suelo (Negativo)
- Permeabilidad del Suelo (Negativo)
- Aguas superficiales (Negativo)
- Aguas subterráneas (Positivo)
- Arbustos (Negativo)
- Plantas ornamentales (Negativo)
- Animales (Negativo)

4.10.10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.10.10.1. COMPONENTE AIRE

De acuerdo a la evaluación realizada para el componente aire, los potenciales impactos han sido calificados como de “medio” impacto. Respecto a los aspectos evaluados, las actividades constructivas propiciarán un incremento en la emisión de material particulado, emisiones gaseosas y ruido, ocasionado por las demoliciones para la conformación del terreno, movilización de equipos, construcción de estructuras de concreto, entre otros.

4.10.10.2. COMPONENTE SUELO

En cuanto a la evaluación realizada al componente suelo, se puede decir que los impactos como el riesgo de alterar la calidad del suelo, riesgo de erosión y permeabilidad, han sido calificados como “bajos” y “no significativos”, debido a que el proyecto se desarrollará en una zona ya impactada.

4.10.10.3. COMPONENTE AGUA

En cuanto al componente agua se ha considerado que el potencial impacto sería negativo “bajo” y “no significativo” en el caso de calidad de agua y aguas superficiales, debido al riesgo de alterar la calidad de agua superficial, y que podrían ocurrir debido a las actividades de construcción, operación y cierre del proyecto. En el caso de aguas subterráneas ha sido calificado como que el potencial impacto sería positivo “no significativo”.

4.10.10.4. COMPONENTE FLORA Y FAUNA

En cuanto a la evaluación realizada al componente flora y fauna, se puede decir que los impactos como arbustos, plantas ornamentales y animales, han sido calificados como negativos “no significativos”, debido a que el proyecto se desarrollará en una zona ya impactada.

4.10.10.5. COMPONENTE PERCEPTUAL

Debido a la percepción de la población sobre el presente proyecto, se ha calificado el riesgo de temores y expectativas de la población como un impacto negativo “bajo” en el caso de suelos agrícolas e impacto positivo “bajo” en el caso de paisaje.

4.10.10.6. COMPONENTE ECONÓMICO

El presente proyecto generará empleo, el impacto positivo es considerado como “medio”, debido a que los trabajadores necesarios para la realización del mismo.

4.10.11. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis y evaluación realizada de los aspectos derivados de la ejecución del proyecto, del diagnóstico ambiental, y de las características socio-económicas presentes en el área del proyecto; se puede concluir que el proceso constructivo de la obra provocara moderados impactos negativos, especialmente en las etapas iniciales de la etapa de construcción.

Los impactos generados por las obras pueden ser atenuados y controlados, siempre que se establezca un Plan de Majeo Ambiental que complemente las medidas de mitigación ambiental implantadas.

El Medio Ambiente natural de la zona de influencia, sufrirá impactos significativos dependiendo de las acciones de control que sean implementadas por el Contratista y monitoreadas por la Supervisión.

Un ejemplo de esto es el movimiento de tierras, cuya operación representara el esparcimiento en medio de partículas que afectaran en forma directa la vegetación presente en el área, aspecto que no obstante genera impactos moderados en relación a otros, tales como el empleo de equipos y maquinarias necesarios para el proceso constructivo.

En términos socio económicos, el proyecto originara impactos positivos con efectos de corto y largo plazo.

En el primero de los casos permitirán evitar la inversión en beneficio de la población local mediante la generación aunque en forma temporal de puestos de trabajo.

A corto y largo plazo los beneficios son de mayor importancia, porque permitirán:

> Mejorar la calidad de vida de los pobladores del centro poblado, del Distrito de Chongoyape en cuanto a sus condiciones higiénicas, permitiéndoles disminuir los riesgos de enfermedades infectocontagiosas.

- > Contribuir con el Desarrollo Urbano, y solución al problema de necesidad de un correcto y adecuado sistema de comunicación.
- > Alta rentabilidad del Proyecto, mediante un eficiente manejo de los recursos materiales y humanos.
- > Cumplir con el objetivo de la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande, de servir a la comunidad.

El objetivo de preservar el medio ambiente durante las diferentes etapas de ejecución de la obra, solo podrá ser realizado, si se establecen mecanismos que aseguren el compromiso del Contratista de cumplir con los términos y medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, debiendo contar para tal efecto con la participación de un Especialista en Seguridad y Medio Ambiente, quien establecerá los procedimientos a ser seguidos para mitigar los impactos generados por el proceso constructivo y establecer las condiciones de seguridad mínima para la seguridad de los trabajadores.

La Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande deberá evaluar la conveniencia de solicitar al Supervisor de Obra, la participación de un especialista en Medio Ambiente, con el objetivo de supervisar y monitorear los aspectos ambientales comprometidos con el proyecto, de conformidad a lo dispuesto en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, de lo dispuesto en el marco normativo del proyecto.

Se recomienda que el Plan de Manejo Ambiental, contemple además la difusión mediante una audiencia pública y distribución de material informativo. De los alcances y procedimientos establecidos para la preservación del medio ambiente local, pudiendo incluso incentivar en los pobladores el deseo de aprovechar sus recursos naturales de manera sustentable mediante la promoción del denominado eco-negocio, que aparte de estimular en estos el afán de conservar su entorno natural, les generarías un ingreso económico.

4.10.12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la ejecución del proyecto se deberá incorporar un Plan de Manejo Ambiental que se basará en la elaboración estructurada de una serie de medidas pendientes a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos realizados en el entorno debido a la concertación de un proyecto.

4.10.12.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Etapas de Construcción

- Planificar hacia qué zonas se realizarán los desvíos vehiculares con la finalidad de no generar congestión en la ciudad.
- Eliminar el material excedente inmediatamente después de ser extraído, de esta manera se evita los malos olores y se mejora la apreciación visual de la zona.
- Se implementará un programa de humedecimiento de las áreas destinadas al tránsito de vehículos durante la etapa de construcción.
- Se exigirá a todos los transportistas de materiales de construcción que sus unidades vehiculares cuenten con una lona o manta que cubra la tolva donde se encuentra el material de construcción.
- Se manejarán los residuos de acuerdo a Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento.
- Para evitar la contaminación de suelos, se habilitará un área específica para el almacenamiento temporal de residuos sólidos.
- Para disposición de efluentes domésticos, se contratará los servicios de una empresa para que proporcione baños químicos y se encargue del mantenimiento y disposición final de los líquidos, en lugares autorizados.
- Limitar actividad sólo al área del proyecto, restringir el acceso a personas no autorizadas al área del proyecto.

- Para riesgo de afectación a la salud de trabajadores, se proporcionará y exigirá el uso obligatorio de los equipos de protección personal (EPP) (guantes, cascos, zapatos con punta de acero, lentes de seguridad, protectores auditivos, protectores faciales, etc.).
- Para evitar riesgo de accidentes, se señalizarán las zonas donde se esté realizando actividades de riesgo.
- Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.
- Implementar y aplicar el plan de emergencia.

Etapas de Operación

Se aplicará el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo estipulado en el D.S. N° 005-2012-TR, para asegurar el bienestar del personal operario. El Reglamento deberá contener:

- Identificación de peligros y evaluación de riesgos.
 - Señalización de áreas consideradas peligrosas.
 - Señalización de uso de equipos de protección personal.
 - Cronograma de capacitación.
- Para el manejo de residuos sólidos, se seguirán los criterios establecidos en los documentos exigidos en la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento (Plan de Manejo de Residuos Sólidos, y Anexos 1).
 - Se acondicionarán los ambientes de trabajo con los equipos necesarios de seguridad (extintores, señalizaciones, gabinete contra incendio) para el desarrollo de las actividades industriales.
 - Para riesgo de afectación a la salud de trabajadores, se proporcionará y exigirá el uso obligatorio de los equipos de protección personal (EPP) (guantes, cascos, zapatos con punta de acero, lentes de seguridad, protectores auditivos, protectores faciales, etc.).
 - Se implementará y aplicará el plan general de emergencia

4.10.12.2. MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y/O MITIGACIÓN

Etapas de Construcción

- Utilizar equipos y maquinarias que se encuentren en buen estado, tengan continuo mantenimiento para que la generación de ruido sean las mínimas para disminuir la contaminación atmosférica y no dañar la calidad del aire.
- Para casos de accidentes, se contará con un botiquín de primeros auxilios, así como con facilidades para trasladar al accidentado al centro de salud más cercano.
- Los residuos deberán ser dispuestos en lugares autorizados por la Municipalidad.

Etapas de Operación

- Para casos de accidentes por manipulación de materias primas, productos y equipos, se contará con personal paramédico (enfermero) para la atención de primeros auxilios, y la relación de centros de salud para el traslado inmediato del accidentado.

V. CONCLUSIONES

- La ausencia de drenaje pluvial en las calles de la zona, trae como consecuencia que en varias áreas de la ciudad se concentren las aguas de lluvia. Por lo tanto, concluimos que la ausencia de planificación y un sistema de drenaje pluvial provoca un ineficiente drenaje superficial de las aguas pluviales.
- Se diseñó con un tiempo de concentración de 66.85 min, el cual buscamos en la curva IDF obtenida, teniendo como resultado una intensidad de precipitación máxima horaria de 22.55 mm/h.
- El área a pavimentar de vías es de 9.8 Ha. y de veredas de concreto es 1.21 Ha. La pendiente longitudinal está afectada por la topografía.
- El pavimento a emplear es un pavimento rígido, determinado por el método AASHTO 1993, teniendo los siguientes espesores: Sub-base Granular de 15cm, espesor de losa de 6" = 15cm.
- El sistema de drenaje pluvial lo conforman 26,970 metros lineales de canaletas de dimensiones entre 0.20 a 0.30 de ancho efectivo hidráulico y 0.10 a 0.40 de altura.
- El estudio topográfico nos da como conclusión que el centro poblado Pampa Grande tiene una topografía ondulada, las cuales varían con una cota mínima de 138.732 msnm y la cota máxima es 147.163 msnm.
- El estudio de tránsito nos da un ESAL de 50367 pero se adoptará un ESAL mínimo el cual es 100 000, siendo este una zona de bajo tránsito.
- El estudio de mecánica de suelos nos da como resultado un suelo en su gran mayoría arcilloso, en la cual no se encuentra el nivel freático.
- El plazo de ejecución es de 250 días.
- El costo de ejecución del proyecto es de S/. 28, 224,090.59
- En el estudio de impacto ambiental, se concluye que el proceso constructivo de la obra provocará moderados impactos negativos pero que pueden ser atenuados y controlados siempre que se cumpla el plan de manejo ambiental.
- Si la extensión territorial de Pampa Grande es de 78 Ha. y el costo total de obra es S/. 28, 224,090.59, entonces el indicador es S/. 361,847.32 x Ha. o \$108,014.12 x Ha.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un constante mantenimiento del drenaje pluvial que consistirá en la limpieza semestral de las canaletas de los sedimentos para evitar problemas como obstrucciones de drenaje en los sistemas.
- Se recomienda contar con una supervisión de obra estricta a los contratistas para garantizar la correcta ejecución de obra, de acuerdo al diseño y especificaciones técnicas.
- Se recomienda cumplir con todos los planes de manejo ambiental, a fin de evitar daños en el medio ambiente.
- Se recomienda que el Plan de Manejo Ambiental, contemple además la difusión mediante una audiencia pública y distribución de material informativo de los alcances y procedimientos establecidos para la preservación del medio ambiente local, pudiendo incluso incentivar en los pobladores el deseo de aprovechar sus recursos naturales de manera sustentable mediante la promoción del denominado eco-negocio, que aparte de estimular en estos el afán de conservar su entorno natural, les generaría un ingreso económico.

VII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, *Prevención y recuperación de crisis*, Lima, 2016.
- [2] SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, «El fenómeno EL NIÑO en el Perú,» Digital Print Servie EIRL, Lima, 2015.
- [3] C. A. Lopez, «DISEÑO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CP. SAN NICOLAS - DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGION DE LAMBAYEQUE,» CHICLAYO, 2014.
- [4] H. Avila, *Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio*, Barranquilla: Universidad del Norte, 2015.
- [5] INGEMMET, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico., «EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL NIÑO COSTERO 2017 EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE-CAJAMARCA,» Lima, 2017.
- [6] INDECI, Instituto Nacional de Defensa Civil, *PLAN DE PREVENCIÓN ANTE DESASTRES*, Lima, 2014.
- [7] MINAM, Ministerio del Ambiente, *CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA CUENCA CHANCA Y - LAMBAYEQUE*, Lima, 2016.
- [8] SINPAD, El Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres, *Estado Situacional de la Emergencia*, 2017.
- [9] RPP, Noticias, *Chiclayo: lluvias en distrito dejan 400 familias incomunicadas*, Chiclayo, 2017.
- [10] G. Martinez, *SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE COMO ALTERNATIVA DE CONTROL Y REGULACIÓN DE LAS AGUAS LLUVIAS EN LA CIUDAD DE PALMIRA*, 2015.
- [11] P. Rojas, *EVALUACIÓN, DISEÑO Y MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE JULIACA CON LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE SWMM*, 2016.
- [12] E. Yañez, *EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA - CAJAMARCA*, 2014.
- [13] M. Acosta, *DISEÑO A NIVEL DE INGENIERÍA Y SU IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE CORONACIÓN EN LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES DE LA LOCALIDAD DE LEVANTO - CHACHAPOYAS*, 2014.

- [14] S. Mendez, *DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA URBANIZACIÓN SAN EMILIO*, 2011.
- [15] S. Gomez, *DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD*, 2014.
- [16] A. Figueroa, *DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA CAPACHICALLACHÓN (KM 3 A KM 4)*, 2017.
- [17] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano,» Lima.
- [18] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA E.050 Suelos y Cimentaciones,» Lima.
- [19] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA E0.60 Concreto Armado,» Lima.
- [20] ANA, Autoridad Nacional del Agua, «Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial,» Lima, 2016.
- [21] MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos),» 2013.
- [22] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA CE0.10 Pavimentos Urbanos,» Lima.
- [23] OEFA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, «Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental,» Lima.
- [24] MINAM, Ministerio del Ambiente, «Ley General del Ambiente,» Lima.
- [25] ANA, Autoridad Nacional del Agua, «Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338),» Lima.
- [26] RNE, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» RNE, Lima, 2016.
- [27] MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,» Lima, 2014.
- [28] Universidad Politécnica de Valencia, «Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento,» Valencia.
- [29] ICG, Instituto de la Construcción y Gerencial, «Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas,» Lima, 2005.
- [30] MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG,» Lima, 2018.

- [31] UPTC, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, «Estructuras de Contención,» Bogotá, 2007.
- [32] J. Puelles, «Estudio hidráulico e hidrológico de la Cuenca Alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano Las Mercedes Alto Perú, distrito de la Oroya,» Junín, 2017.
- [33] Universidad de La Laguna, «Osl,» 30 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://osl.ull.es>.
- [34] Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, «Langleruben,» 10 Junio 2010. [En línea]. Available: <https://langleruben.wordpress.com>.
- [35] V. Conesa, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, México: Ediciones Mundi-Prensa, 2010.
- [36] MINAGRI, Ministerio de Agricultura, *Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, Lima, 2009.
- [37] PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, «Captación y aprovechamiento de agua de lluvia en América Latina,» Santiago, 2016.

ANEXOS

ANEXOS N° 01: DOCUMENTOS

DOCUMENTO N°1.1: Solicitud de constancia de la no existencia del proyecto.



“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”



Chiclayo, 01 de Noviembre 2017

SEÑOR: MARVIN PAUL GUERRERO AGUINAGA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE

ASUNTO: Solicitamos Constancia

REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017”

De nuestra consideración:

Es grato dirigirnos a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la “Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo” de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque hemos decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado **“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017”** motivo por el cual solicito a usted una **CONSTANCIA** que indique que el mencionado proyecto no se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande.

Por lo expuesto a usted, ruego a usted acceder a nuestra solicitud por el motivo antes mencionado.

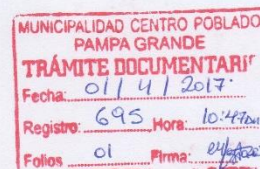
Atentamente,

Jeiner Anibal Delgado Rojas

DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Ballena

DNI N° 73336947



DOCUMENTO N°1.2: Solicitud de autorización de acceso a información y permisos para estudios.



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



Chiclayo, 01 de Noviembre 2017

SEÑOR: MARVIN PAUL GUERRERO AGUINAGA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE

ASUNTO: Solicitamos Constancia de Autorización de acceso a la información y permiso para poder realizar diversos estudios como topográficos, suelos e hidrológicos del Centro Poblado de Pampa Grande

REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017"

De nuestra consideración:

Es grato dirigimos a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque hemos decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado **"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017"** motivo por el cual solicito a usted una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a la información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar diversos estudios como topográficos, suelos e hidrológicos en la zona donde se desarrollara el proyecto.

Por lo expuesto a usted, ruego a usted acceder a nuestra solicitud por el motivo antes mencionado.

Atentamente,

Jeiner Anibal Delgado Rojas

DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Bailena

DNI N° 73336947



DOCUMENTO N°1.3: Solicitud de factibilidad académica.



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



Chiclayo, 01 de Noviembre 2017

SEÑOR: MARVIN PAUL GUERRERO AGUINAGA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE

ASUNTO: Solicitamos Documento de Factibilidad
REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017"

De nuestra consideración:

Es grato dirigirnos a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque hemos decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "**Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017**" motivo por el cual solicito a usted un **DOCUMENTO DE FACTIBILIDAD ACADEMICA** del proyecto en mención, la cual necesitamos para poder cumplir con un requisito indispensable para la presentación de nuestro Proyecto de Tesis.

Por lo expuesto a usted, ruego a usted acceder a nuestra solicitud por el motivo antes mencionado.

Atentamente,

Jeiner Anibal Delgado Rojas

DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Ballena

DNI N° 73336947



DOCUMENTO N°1.4: Solicitud de Información del centro poblado de Pampa Grande a EPSEL para desarrollar nuestro proyecto.



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Chiclayo, 25 de Octubre del 2017

SEÑOR:

ING. EDUARDO VASQUEZ FIGUEROA
Gerente de Proyectos y Obras de EPSEL S.A.



ASUNTO: Solicitamos Informacion

REFERENCIA:

Proyecto de Tesis denominado: "Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape"

De nuestra consideración:

JEINER ANIBAL DELGADO ROJAS y **DIEGO ARMANDO GONZALES BALLENA**, estudiantes de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, nos presentamos ante su despacho para manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque hemos decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE" motivo por el cual solicito a usted **INFORMACION** del Centro Poblado del proyecto en mención, la cual necesitamos para poder cumplir con un requisito indispensable para la presentación de nuestro Proyecto de Tesis.

Agradecemos anticipadamente la atención que nos brinda al presente, hacemos uso de la ocasión para manifestarle las muestras de nuestra consideración.

Atentamente,

Jeiner Anibal Delgado Rojas

DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Ballena

DNI N° 73336947

DOCUMENTO N°1.5: Solicitud del estado operacional de las redes de agua potable y alcantarillado del C.P. PAMPA GRANDE.



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Chiclayo, 07 de Noviembre del 2017

SEÑOR:

ING. GUSTAVO CASTELLANOS CUSTODIO

Gerencia Operacional de EPSEL S.A.

ASUNTO: Solicito Información del Estado Situacional Operativo de las Redes de Agua Potable y Alcantarillado de C.P. Pampa Grande

REFERENCIA:

Proyecto de Tesis denominado: "Diseño de la Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape"

De nuestra consideración:

JEINER ANIBAL DELGADO ROJAS y DIEGO ARMANDO GONZALES BALLENA, estudiantes de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, nos presentamos ante su despacho para manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque hemos decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE" motivo por el cual solicito a usted **INFORMACION DEL ESTADO SITUACIONAL OPERATIVO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO** del Centro Poblado del proyecto en mención, la cual necesitamos para poder cumplir con un requisito indispensable para la presentación de nuestro Proyecto de Tesis.

Agradecemos anticipadamente la atención que nos brinda al presente, hacemos uso de la ocasión para manifestarle las muestras de nuestra consideración.

Atentamente,

Jeiner Anibal Delgado Rojas




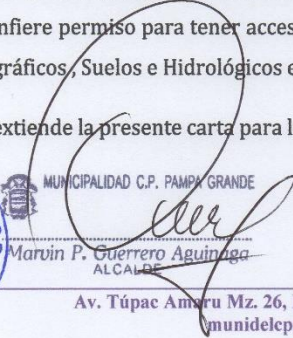
DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Ballena



DNI N° 73336947



DOCUMENTO N°1.6: Constancia de la no existencia del proyecto y la autorización para estudios emitida por la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande

	Municipalidad Centro Poblado PAMPA GRANDE	
CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A		
“Año del Buen Servicio al Ciudadano”		
Pampa Grande 07 de Noviembre del 2017		
CARTA N° 165-2017-MCP-PG/A		
SEÑORES	: Jeiner Aníbal Delgado Rojas y Diego Armando Gonzales Ballena Estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental Universidad Santo Toribio de Mogrovejo - Chiclayo	
ASUNTO	: Respuesta a solicitud con Registro N° Fecha 01-11-2017	
Referencia	: Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Chiclayo, 2017”	
De mi especial consideración:		
Con el especial agrado me dirijo a ustedes para expresarle mi cordial saludo a nombre de la comunidad que me honro en representar; al mismo tiempo a través de este medio, en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande, Manifiestarle que no existe ningún Proyecto, ni estudio de “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017” ; por lo mismo a la solicitud expedida, se le otorga AUTORIZACIÓN , para desarrollar su Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017”; se les confiere permiso para tener acceso a la información y realizar diversos estudios como Topográficos, Suelos e Hidrológicos en este Centro Poblado de Pampa Grande.		
Se le extiende la presente carta para los fines que el interesado estime convenientes.		
	 MUNICIPALIDAD C.P. PAMPA GRANDE Marvín P. Guerrero Aguirre ALCALDE	Atentamente.
Av. Túpac Amaru Mz. 26, Lt. 04 – Costado Comisaría – Pampa Grande munideleppampagrande@hotmail.com		

DOCUMENTO N°1.7: Documento de Factibilidad otorgado por la municipalidad del C.P. PAMPA GRANDE.

	Municipalidad Centro Poblado PAMPA GRANDE CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A	
“Año del Buen Servicio al Ciudadano”		
GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”		
Pampa Grande 07 de Noviembre del 2017		
CARTA N° 164-2017-MCP-PG/A		
SEÑORES	: Jeiner Aníbal Delgado Rojas y Diego Armando Gonzales Ballena Estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental Universidad Santo Toribio de Mogrovejo – Chiclayo	
ASUNTO	: FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	
Referencia	: Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2017”	
De mi especial consideración:		
Con el especial agrado me dirijo a ustedes para expresarles mi cordial saludo a nombre de la comunidad que me honro en representar; al mismo tiempo a través de este medio, en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande, para poner en su consideración el resultado de la Evaluación de la FACTIBILIDAD del proyecto, por el cual determinamos que es FACTIBLE continuar con la elaboración de su proyecto de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”		
1. ANTECEDENTES:		
1.1. DEL PROYECTO		
NOMBRE DEL PROYECTO: “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA		
<hr/> Av. Túpac Amaru Mz. 26, Lt. 04 – Costado Comisaría – Pampa Grande munidecpcpampagrande@hotmail.com		



Municipalidad Centro Poblado PAMPA GRANDE

CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”.

1.2. UBICACIÓN

DEPARTAMENTO : Lambayeque

DISTRITO : Chongoyape

LOCALIDAD : C.P. Pampa Grande

2. DEL PROYECTO:

2.1 Diagnóstico de la Situación Actual

El C.P. Pampa Grande, con más de 27 años de antigüedad, cuenta con varios caseríos y desde el año 1997 cuenta con sistema de agua potable y alcantarillado, y con solo 2 avenidas con pavimentación.

La población de la localidad de Pampa Grande, no cuenta con un sistema de drenaje pluvial por el cual en tiempos de lluvias los cuales serían principalmente en los meses de enero a marzo el centro poblado tiene problemas de estancamientos de aguas y la falta de pavimentos empeora la situación por la cual afecta la tranquilidad de ella y problemas para la transitabilidad vehicular.

2.2 Objetivo Del Proyecto

Realizar la pavimentación y un sistema de drenaje pluvial.

3. DE LA FACTIBILIDAD:

3.1 Social

Cada uno de los miembros de la Población, de la Municipalidad, está dispuestos a la contribución y desarrollo de este proyecto de tesis.



Municipalidad Centro Poblado PAMPA GRANDE

CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

3.2 Técnica

Existen los materiales e insumos como el recurso humano, para lograr los objetivos, de carácter técnica.

3.3 Ambiental

Proponen una evaluación de impacto ambiental.

3.4 Documentaria

Al cierre de este presente documento, y a la aprobación y desarrollo del proyecto de tesis “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE” nosotros facilitaremos los documentos necesarios para los fines de este proyecto y los permisos para el uso de las áreas necesarias.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El problema que se ha identificado es: “PROBLEMAS QUE AFECTAN A LA POBLACION Y A LA INFRAESTRUCTURA DEL C.P CUANDO SE PRESENTAN LAS LLUVIAS”.

Se recomienda la ejecución del proyecto, considerando que se cumpla con los criterios de viabilidad económica, técnica, social, ambiental y de sostenibilidad.

El proyecto de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017” es una necesidad sentida por la población, por lo cual la municipalidad apoyara para el desarrollo de esta.

Sin otro particular, es todo lo que informo para su conocimiento y fines

Atentamente MUNICIPALIDAD C.P. PAMPA GRANDE



Marvin P. Guerrero Aguinaga
ALCALDE



Av. Túpac Amaru Mz. 26, Lt. 04 – Costado Comisaría – Pampa Grande
munidelcoppampagrande@hotmail.com

DOCUMENTO N°1.8: Documento del estado situacional de las redes de agua potable y alcantarillado del C.P. Pampa Grande.

**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE,
SANEAMIENTO DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE**

El Centro Poblado de Pampa Grande se encuentra ubicado distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, en la cuenca del río Chancay. Pampa Grande está a 45 km al Este de Chiclayo. A 16 km al Sureste de Chongoyape. Por el Sur colinda con Pacherez. Al Norte con Chongoyape, Al este con Oyotun y al Oeste con el distrito de Patapo.

AGUA POTABLE

Actualmente este sistema de abastecimiento de agua del área urbana del C.P de pampa grande está conformado por un pozo tubular y una estación de bombeo la cual conduce el agua hasta el Tanque de 300 m3 la cual distribuye por un sistema de gravedad a la población

La Entidad Prestadora de Servicio EPSEL S.A. cuenta con una oficina en el C.P., la cual se encarga de realizar la administración, operación, mantenimiento y cobros sobre el servicio de agua.

El sistema está operando intermitente, ya que solo se presta el servicio de 12 a 13 horas al día, para el área urbana del C.P. El sistema cuenta con medidores de caudal domiciliar.

El Sistema hasta la fecha viene funcionando con normalidad y efectividad.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El área urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, si cuenta con servicio de desagüe, el cual fue construido en el año 1997, el cual tiene como destino final a 4 lagunas de oxidación. Las tuberías están constituidas de tuberías de 8 pulgadas de concreto haciendo un total de 10.82 km de tubería para toda el área urbana del C.P.

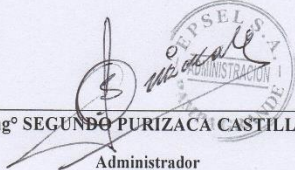
El sistema de Alcantarillado hasta la fecha funciona con normalidad y efectividad sin ningún problema de colapso en buzones ni se han presentado rotura de tuberías, este presente año en los meses de febrero y marzo para el fenómeno del niño costero se tuvieron problemas de destape de buzones por personas ajenas a la empresa, lo cual se tuvo como consecuencia el ingreso de tierra y residuos sólidos ocasionando un problema para 2 buzones que se encuentran fuera del área urbana las cuales se están dirigiendo a las lagunas de oxidación.

CONCLUSIONES

En el Sistema de Agua Potable se puede observar que actualmente no se presenta ningún problema de agua y todo viene funcionando con normalidad.

En el Sistema de Alcantarillado se puede observar que fuera de este percance que se tuvo con el destape de buzones que es un problema que se pudo solucionar todo viene funcionando con normalidad y efectividad.

ATENTAMENTE


Ing° SEGUNDO PURIZACA CASTILLO
Administrador

DOCUMENTO N°1.9: Constancia de la población existente en la Centro Poblado de Pampa Grande emitido por la Municipalidad.



**Municipalidad Centro Poblado
PAMPA GRANDE**

CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A



Pampa Grande, 02 de Mayo del 2017

CARTA N° 024 - 2017-MCP-PG/A

Sres.: Jeiner Aníbal Delgado Rojas y Diego Armando Gonzales Ballena
Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil Ambiental - Universidad Católica
"Santo Toribio de Mogrovejo" - Chiclayo

Asunto: De conocimiento

Referencia: Proyecto de Tesis denominado: "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable, Red de Alcantarillado y Diseño del Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Pampa Grande"-Distrito de Chongoyape-Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

De mi mayor consideración:

Con especial agrado me dirijo a ustedes para expresarle mi cordial saludo a nombre de la Comuna que me honro en representar; al mismo tiempo a través de este medio, en mi calidad de Regidor (Alcalde Encargado con Resolución N° 010-2017-MCPPG/A, de fecha 28 de abril), en representación del Alcalde de la Municipalidad del Centro Poblado de Pampa Grande, manifestarle que nuestro Centro Poblado está abarcando un aproximado de 10,000 habitantes, solo en nuestro Pueblo, no tomando en cuenta sus anexos.

Es cuanto puedo informar; reciban Ustedes las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD C.P. PAMPA GRANDE

Regidor Ramiro Alarcón Riquelme
Área: Cultura Medio Ambiental y Areas Verdes

AV. TUPAC AMARU S/N (AL COSTADO DE LA COMISARIA DE LA PNP) - PAMPA GRANDE

DOCUMENTO N°1.10: Declaración Jurada



“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

DECLARACION JURADA

Yo, **JEINER ANIBAL DELGADO ROJAS**, identificado con **DNI N°77500261**, código universitario 121AD35811, con domicilio en la calle Tahuantinsuyo N° 990 – Urb. San Lorenzo – Provincia de Chiclayo y **DIEGO ARMANDO GONZALES BALLENA**, identificado con **DNI N°73336947**, código universitario 121TD34764, con domicilio en la calle Túpac Amaru N°371 – Distrito de Monsefu – Provincia de Chiclayo, alumnos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaráramos bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis denominado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE”**, no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, sometiéndonos a las sanciones que tiene la Universidad por el cual se firma el presente documento en señal de veracidad.

EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 108 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049



Chiclayo, octubre del 2017



Jeiner Anibal Delgado Rojas

DNI N° 77500261

Diego Armando Gonzales Ballena

DNI N° 73336947

CERTIFICO: QUE LAS FIRMAS QUE ANTECEDEN CORRESPONDEN
A: Delgado Rojas Jeiner Anibal
Gonzales Ballena Diego Armando

IDENTIFICADOS (AL) DNI N° 77500261 Y
DNI N° 73336947

EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 108 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049

CHICLAYO



Antonio Vera Mendez
NOTARIO DE CHICLAYO

DOCUMENTO N°1.11: Carta emitida por la Municipalidad expresando la necesidad del proyecto.



**Municipalidad Centro Poblado
PAMPA GRANDE**

CREADA EL 18 DE MARZO DE 1991 - RM.627-91 MPCH/A



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Pampa Grande 24 de octubre del 2017.

CARTA N° 161-2017-MCP-PG/A

SEÑOR : ING. ANIBAL DIAZ ORREGO
Director de Escuela de Ing. Civil Ambiental
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

ASUNTO : NECESIDAD DE PROYECTO COMO APOYO SOCIAL

Referencia : Proyecto de Tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape”

De mi especial consideración:

Me es grato dirigirme a Usted, para expresarle, nuestro cordial saludo en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad del Centro Poblado Pampa Grande; Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, y asimismo a través de este medio, hacer de su conocimiento que el **Proyecto de tesis denominado: “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación para el Área Urbana del Centro Poblado de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape”**. Es de necesidad de la Municipalidad del Centro Poblado Pampa Grande, para el servicio a la comunidad y que viene considerándose, desde hace mucho tiempo y que además cabe señalar que no se encuentra ejecutada ni cuenta con el expediente técnico hasta la fecha de redacción de este documento.

Sin otro particular, me despido de usted, no sin antes reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente.





MUNICIPALIDAD C.P. PAMPA GRANDE

Marvin P. Guerrero Aguinaga
ALCALDE

Av. Túpac Amaru Mz. 26, Lt. 04 – Costado Comisaria – Pampa Grande
Cel: 979448247

DOCUMENTO N°1.12: Documento de enfermedades recurrentes en el centro poblado entregado por el jefe del centro de salud.

RECTOR FAMILIAR		GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE		CHONGUYAPE	
GERENCIA DE SALUD LAMBAYEQUE		Red de Servicios de Salud Chiclayo		MICRORED CHONGUYAPE	
		"Centro de Salud Pampa Grande"			
"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"					
Pampa Grande, 03 de Mayo del 2017					
OFICIO N° 62-17 C.S. P.G					
A	:				
DE	:	DR. EDGAR DANIEL SOLIS JIMENEZ Médico Jefe del Centro de Salud Pampa Grande			
ASUNTO	:	ENVIO DE ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN EL CENTRO DE SALUD PAMPAGRANDE			
<p>Me es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez hacerle llegar el reporte de las enfermedades más comunes de Enero a Abril-2017 con las que acuden los pacientes a diario al centro de salud Pampa Grande.</p> <p>Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes reiterarle las muestras de mi especial estima y consideración.</p>					
Atentamente					
				 Dr. Edgar Daniel Solis Jimenez Médico Cirujano C.M.P. 55431 R.N.E. 29417	
<i>Salud Nueva Actitud</i>					
DIRECCIÓN: LA GLORIA N° 143, URB. LOS LIBERTADORES- CHICLAYO www.regionlambayeque.gob.pe					

ENFERMEDADES MAS COMUNES EN EL CENTRO DE SALUD PAMPAGRANDE

2017 ENERO-ABRIL	IRAS	EDAS	DERMATITIS	ITU	PARASITOSIS
TOTAL	512	95	98	90	39

DR. EDGAR DANIEL SOLIS JIMENEZ
Medico Jefe del Centro de Salud Pampa Grande

ASUNTO: ENVIO DE ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN EL CENTRO DE SALUD PAMPAGRANDE

Me es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez hacerle llegar el reporte de las enfermedades más comunes de Enero a Abril 2017 con lo que acuden los pacientes a dicho centro de salud Pampa Grande.

Sin más particular, me despido con especial calidez y reconocimiento.

Atentamente,



Edgar Daniel Solis Jimenez
MEDICO CIRUJANO
CHP: 55431 RNE: 29417

Salud
Nuestra
Actitud

**DOCUMENTO N°1.13: PROFORMA DE PRECIOS DE MATERIALES
PUESTOS EN OBRA**



**Agregados en general, Maquinaria e Innovación
al Servicio de la Construcción.**

De: Gianelly Goretty León Riojas.

Ruc: 10764574716

Dirección: Calle Las Acacias #386 - Urb. Santa Victoria -
Chiclayo - Lambayeque.

Entel: 983940006 Movistar: 923625116

Email: building.team23@gmail.com

PROYECTO:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017".

ATENCIÓN:

Bach. Diego Armando Gonzales Ballena.

Bach. Jeiner Anibal Delgado Rojas.

Es grato saludarlo y a la vez remitirle la proforma solicitada. Aprovechamos la oportunidad para hacer de su conocimiento la amplia experiencia de nuestra empresa, la misma que cuenta con varios años de sólida experiencia en el rubro de materiales de construcción y alquiler de maquinaria pesada.

PROFORMA

ITEM	MATERIAL	UNID.	PRECIO UNIT.	PROCEDENCIA
1	AFIRMADO	m3	S/52.00	Cantera Tres Tomas - Ferreñafe
2	ARENA GRUESA	m3	S/62.00	Cantera la Victoria - Pátapo
3	ARENA FINA	m3	S/60.00	Cantera Lambayeque
4	PIEDRA CHANCADA DE ½"	m3	S/75.00	Cantera Tres Tomas - Ferreñafe
5	PIEDRA OVER 2"- 4"	m3	S/28.50	Cantera la Victoria - Pátapo

Nota:

- Los precios no incluyen IGV.

BUILDING TEAM
Agregados en General, Maquinaria
e Innovación al Servicio de la Construcción
Gianelly Goretty León Riojas
Gianelly Goretty León Riojas
GERENTE GENERAL

**DOCUMENTO N°1.14: CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DE RECEPTOR
GPS**



IMPORTACIONES, REPRESENTACIONES, VENTAS Y MANTENIMIENTO
DE SISTEMAS, EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS.

AV. ALBERTO ALEXANDER N° 2201 - LINCE - LIMA - PERU
CENTRAL TELEFONICA: 205-3000 FAX: 472-2252
E-mail: gerencia@isetek.com.pe
http://www.isetek.com.pe

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 16 - 09292

CLIENTE: HENRY RAFAEL ALVITES LOPEZ

EQUIPO: Receptor GPS
MARCA: Trimble
MODELO: R8S
SERIE: 5508R00482

FECHA DE MANTENIMIENTO: 10-Jun - 2017

FECHA DE VENCIMIENTO: 09-Jun -2018

ISETEK S.A. Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.

Precisión Levantamiento GPS Post Proceso (Estática de Alta Precisión)

HORIZONTAL	3 mm + 0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm + 0.4 ppm RMS

CERTIFICADO POR  ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY Gerente de Servicio Técnico	SELLO DE GARANTIA 	FECHA DE EMISION Junio 10, 2017
---	---	---

ANEXOS N° 02: PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 2.1. Estación del Receptor Estático



Fotografía 2.2. Estación Geodésica



Fotografía 2.3. Toma de puntos



Fotografía 2.4. Toma de puntos



Fotografía 2.5. Toma de puntos



Fotografía 2.6. Toma de puntos



Fotografía 2.7. Toma de puntos



Fotografía 2.8. Toma de puntos



Fotografía 2.11. Calicata #8



Fotografía 2.12. Calicata #3 extracción de Muestra Inalterada



Fotografía 2.13. Calicata #2



Fotografía 2.14. Realizando el ensayo de Humedad



Fotografía 2.15. Realizando el ensayo de Límites



Fotografía 2.16. Realizando el ensayo de Proctor



Fotografía 2.17. Levantamiento con nivel



Fotografía 2.18. Levantamiento con nivel



Fotografía 2.19. Levantamiento con nivel



Fotografía 2.20. Levantamiento con nivel



Fotografía 2.21. Levantamiento con nivel



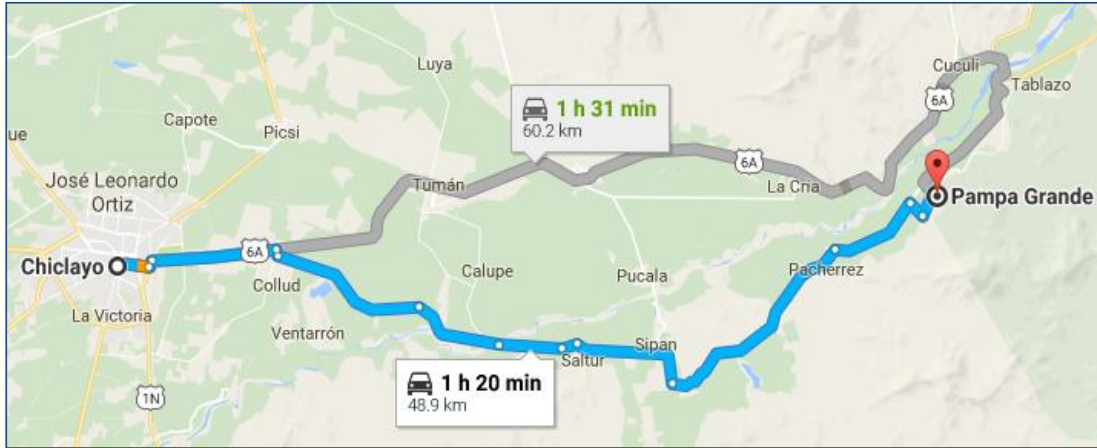
Fotografía 2.22. Levantamiento con nivel



ANEXOS N° 03: FLETE

DISTANCIAS PARA CALCULO DE FLETE

DISTANCIA DE RECORRIDO					
RUTA		DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
SALIDA	LLEGADA				
Chiclayo	Pampa Grande	48.9 Km	1 Hr 20 min	Asfaltada	Vehiculo Motorizado



TRAMO : CHICLAYO - PAMPA GRANDE

DISTANCIA **48.90 KM**

CALCULO DE FLETE (PESO)

PROYECTO	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017.				
UBICACIÓN	Centro Poblado Pampa Grande				
ELABORADO POR	Jeiner Anibal Delgado Rojas - Diego Armando Gonzales Ballena				
DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PESO UNIT.	TOTAL KG	
MATERIALES					
ACERO DE REFUERZO FY=4200	KG	393,187.55	1.00	393,187.55	
ADITIVO CURADOR	GLN	4,574.55	4.00	18,298.20	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADO	GLN	6,522.04	4.00	26,088.16	
ALAMBRE NEGRO # 8	KG	37,303.31	1.00	37,303.31	
ASFALTO LIQUIDO RC-250	GLN	11,934.51	4.00	47,738.04	
BARRETO DE 7/8"	UND	0.93	1.00	0.93	
BROCHA	UND	30.91	0.50	15.46	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS	187,799.86	42.50	7,981,494.05	
CINTA TEFLON	UND	111.02	0.10	11.10	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 3"	KG	10,873.73	1.00	10,873.73	
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 4"	KG	3,854.09	1.00	3,854.09	
CODO PVC SAP 1/2"	UND	854.00	0.10	85.40	
DADO DE CONCRETO SIMPLE	UND	427.00	1.00	427.00	
FICUS	UND	260.00	10.00	2,600.00	
GAVION TIPO CAJA	BOL	8,952.00	3.00	26,856.00	
GAVION TIPO COLCHON	BOL	537.12	3.00	1,611.36	
GIGANTOGRAFIA	PZA	1.00	10.00	10.00	
GRASS	M2	8,467.00	5.00	42,335.00	
MADERA TORNILLO	PIE2	246,586.62	2.00	493,173.24	
PEGAMENTO CPVC	GLN	110.81	4.00	443.24	
Pintura para trafico blanca	GLN	30.91	5.00	154.55	
SUMIDERO DE CONCRETO B=0.3	UND	6,639.00	10.00	66,390.00	
SUMIDERO DE CONCRETO B=0.4	UND	4,435.00	10.00	44,350.00	
TECNOPOR DE 1"X4X8	PLN	5,569.44	0.10	556.94	
TRIPLAY	UND	14.36	5.00	71.80	
TRIPLAY LUPUNA	PIE2	5,345.78	2.00	10,691.56	
TUBERIA PVC SAP 1/2"	UND	1,699.46	3.00	5,098.38	
TUBO CACHIMBA PVC SAL 6"	UND	427.00	3.00	1,281.00	
TUBO PVC SAL DESAGUE 6"	M	1,281.00	3.00	3,843.00	
UNION PVC SAP SIMPLE PRESION 1/2"	UND	854.00	0.10	85.40	
Xilol	GLN	30.91	5.00	154.55	
YESO	KG	100,989.88	1.00	100,989.88	
TOTAL =				9,320,072.92	

TRAMO		CHICLAYO - PAMPA GRANDE
DISTANCIA		48.90 KM

CALCULO COSTO FLETE IDA Y VUELTA						
VEHICULO					CAMION	
MODELO						
CAPACIDAD					9.50 Tn	
POTENCIA					330.00 Hp	
VELOCIDAD CON CARGA					40.00 Km/Hr.	
VELOCIDAD SIN CARGA					80.00 Km/Hr.	
TIEMPO DE PARA EN CARGAR Y DESCARGAR					2.00 Hora	
VELOCIDAD CON CARGA		48.90	KM	35.00	Km/Hr.	1.40
VELOCIDAD SIN CARGA		48.90	KM	60.00	Km/Hr.	0.82
TIEMPO DE PARA EN CARGAR Y DESCARGAR				2.00		2.00
TIEMPO TOTAL						4.21
COSTO POR HORA DEL ALQUILER DEL VEHICULO					S/.	40.00
COSTO POR VIAJE		S/.	4.21	X	40.00	168.49
COSTO DE FLETE / KG.		168.49	/	9,500.00	= S/.- Kg.	0.02
COSTO FLETE POR TONELADA					= S/. por Tn.	20.00
COSTO TOTAL DE FLETE RURAL IDA Y VUELTA=					S/.	186,401.46

OBSERVACION: Los materiales como Ladrillos, Agregados serán Puestos en Obra.

ANEXOS N° 04: ANÁLISIS ECONÓMICO

Se evaluará el diseño más económico para el proyecto planteado en el centro poblado de Pampa Grande, teniendo en cuenta las alternativas mostradas, que son pavimentación flexible y pavimentación rígida, de acuerdo al análisis de precios unitarios de las partidas que involucran la construcción de ambas estructuras y el mantenimiento.

En nuestro caso en particular podemos afirmar que el pavimento rígido es el más adecuado para la localidad por tener un mejor comportamiento con el flujo del agua y por ofrecer un mejor comportamiento a las deformaciones, siendo este un factor muy determinante para la elección del tipo de pavimento a aplicarse en este caso.

A pesar de ser el pavimento flexible la opción más económica, se debe realizar una evaluación no solo en la etapa constructiva sino también en la etapa de mantenimiento en todo el periodo de vida del pavimento para así poder realizar la elección de la alternativa más rentable en el tiempo.

MANTENIMIENTO Y ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

El análisis ha sido realizado haciendo uso del software de gestión vial HDM-4 (Highway Development Management), programa desarrollado como parte de un esfuerzo del Banco Mundial, el Banco Asiático de Desarrollo.

El HDM-4 es un software de simulación desarrollado con la finalidad de predecir el comportamiento de los pavimentos durante su periodo de vida y el consecuente gasto que se tendría que realizar para su conservación.

De acuerdo a los resultados del análisis realizado en HDM-4, tomando en cuenta 1 kilómetro de vía, se tiene la siguiente tabla que resume las actividades necesarias para cumplir con los niveles de servicio establecidos:

Resumen de actividades de mantenimiento: Pavimento Flexible

Año	Descripción	Metrado
1	Construcción	-
2	No hay intervención	-
3	No hay intervención	-
4	Sellado asfáltico	7,200 m ²
5	No hay intervención	-
6	No hay intervención	-
7	Sellado asfáltico	7,200 m ²
8	No hay intervención	-
9	No hay intervención	-
10	Sellado asfáltico	7,200 m ²
11	Fresado y Recapeo 1”	7,200 m ²
12	No hay intervención	-
13	No hay intervención	-
14	Sellado asfáltico	7,200 m ²
15	No hay intervención	-

Fuente: HDM4

Resumen de actividades de mantenimiento: Pavimento Rígido

Año	Descripción	Metrado
1	Construcción	-
2	No hay intervención	-
3	No hay intervención	-
4	No hay intervención	-
5	No hay intervención	-
6	Resellado Juntas	1,600 m
7	No hay intervención	-
8	No hay intervención	-
9	No hay intervención	-
10	No hay intervención	-
11	Resellado Juntas	1,600 m
12	No hay intervención	-
13	No hay intervención	-
14	No hay intervención	-
15	Reemplazo Losas	400.24 m2

Fuente: HDM4

Una vez definidas las partidas de mantenimiento, se procede a calcular los costos de mantenimiento para ambas alternativas durante los 15 años del período de vida del pavimento:

Tabla 100 – Costos (S/.) de mantenimiento por alternativas

Año	Pav. Flexible	Pav. Rígido
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	35,932	0
5	0	0
6	0	14305
7	35,932	0
8	0	0
9	0	0
10	35,932	0
11	204314	14305
12	0	0
13	0	0
14	35,932	0
15	0	46,465

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el costo del mantenimiento del pavimento flexible es de S/. 348,040, mientras que el costo del mantenimiento del pavimento rígido es de S/. 75,476 (21.7% del costo del mantenimiento del pavimento flexible).

Valor Presente Neto Acumulado (S/.) del pavimento flexible

Año	Costo (S/.)	VPN (S/.)	VPN Acumulado (S/.)
1	1303,703	1303,703	1203,703
2	0	0	1203,703
3	0	0	1203,703
4	35,932	26,996	1230,698
5	0	0	1230,698
6	0	0	1230,698
7	35,932	20382	1250,981
8	0	0	1250,981
9	0	0	1250,981
10	35,932	15338	1266,219
11	204314	78,772	1344,991
12	0	0	1344,991
13	0	0	1344,991
14	35,932	10,408	1355,399
15	0	0	1355,399

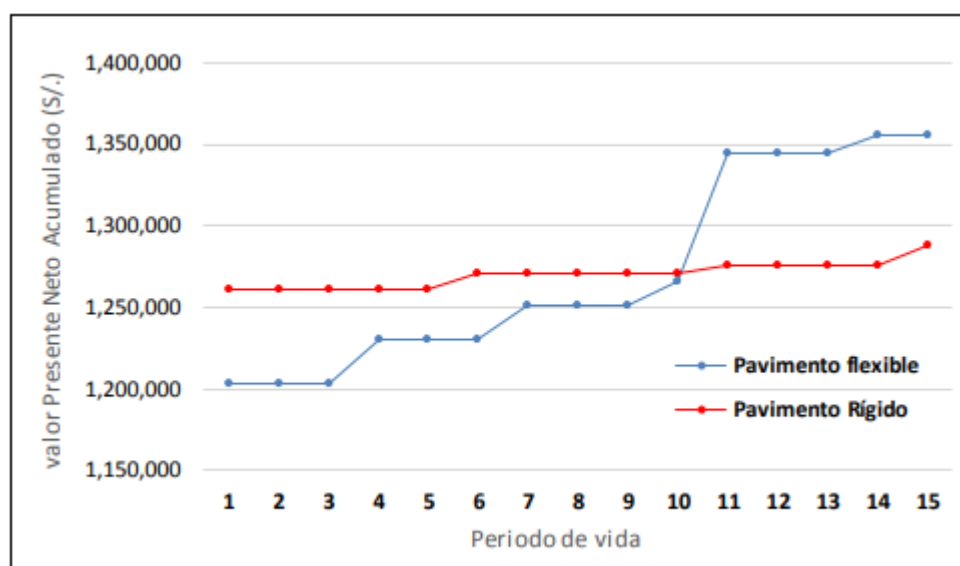
Valor Presente Neto Acumulado (S/.) del pavimento rígido

Año	Costo (S/.)	VPN (S/.)	VPN Acumulado (S/.)
1	1361328	1361328	1261,528
2	0	0	1261,528
3	0	0	1261,528
4	0	0	1261,528
5	0	0	1261,528
6	14305	9,007	1270,535
7	0	0	1270,535
8	0	0	1270,535
9	0	0	1270,535
10	0	0	1270,535
11	14305	5392	1276,128
12	0	0	1276,128
13	0	0	1276,128
14	0	0	1276,128
15	46,465	12336	1288,363

En la primera tabla se observa que el costo capitalizado del pavimento flexible es de S/. 1,355,399.00 Siendo el costo constructivo de este de S/. 1, 203,703, el costo de mantenimiento representaría el 12.60 % del costo constructivo.

En la segunda tabla se observa que el costo capitalizado del pavimento rígido es de S/. 1,288,363.00 Siendo el costo constructivo de este de S/. 1, 261,528, el costo de mantenimiento representaría el 2.13 % del costo constructivo.

Valor Presente Neto Acumulado (S/.) Pavimento Flexible vs Pavimento Rígido



Se puede concluir que la alternativa más rentable es la del pavimento rígido, por presentar un costo capitalizado 4.9% menor con respecto al costo del pavimento flexible. Adicionalmente se puede observar en la imagen que el pavimento rígido pasa a tener una mayor rentabilidad cuando supera el décimo año de su periodo de vida.

RESULTADOS DEL PROGRAMA HDM4

Tipo rodadura: Bituminosa					
Longitud: 1.00 km			Ancho: 7.20 m		
Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2018	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2019	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2020	Sellado Asfáltico	SA	0.0	0.0	7,200.00 sq. m
2021	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2022	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2023	Sellado Asfáltico	SA	0.0	0.0	7,200.00 sq. m
2024	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2025	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2026	Sellado Asfáltico	SA	0.0	0.0	7,200.00 sq. m
2027	Fresado y Recapeo 1"	FR1"	0.0	0.0	7,200.00 sq. m
2028	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2029	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
2030	Sellado Asfáltico	SA	0.0	0.0	7,200.00 sq. m
2031	Sellado de Fisuras	SF	0.0	0.0	0.00 sq. m
Coste total para el tramo:			0.0	0.0	

Tipo rodadura: Hormigón					
Longitud: 1.00 km			Ancho: 7.20 m		
Año	Descripción	Código	Coste económico	Coste financiero	Cantidad de trabajo
2022	Resellado Juntas	RJ	0.0	0.0	1,600.00 m
2027	Resellado Juntas	RJ	0.0	0.0	1,600.00 m
2031	Reemplazo Losas	RL	0.0	0.0	400.24 sq. m
Coste total para el tramo:			0.0	0.0	

ANEXOS N° 05: COSTO DE MOVILIZACION DE EQUIPO

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO

PROYECTO : "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"

1.0 EQUIPO TRANSPORTADO

CANTIDAD	DESCRIPCION DE MAQUINARIA	PESO X EQUIP (TN)	PESO X TOTAL (TN)	OBSERVACION
1	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	16.580	16.58	
1	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	11.500	11.50	
1	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS	11.500	11.50	
1	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	11.100	11.10	
1	TRACTOR DE ORUGAS 190-240HP (D7-G)	20.000	20.00	
4	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	0.050	0.20	
4	MEZCLADORA DE CONCRETO 9 - 11P3	1.500	6.00	
5	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	0.100	0.50	
1	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	2.000	2.00	
TOTAL			79.38	

CANTIDAD	DESCRIPCION DE MAQUINARIA	N° DE VIAJES
1	PLATAFORMA T3S3 (CAMA BAJA 25 TN)	4

EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMION PLATAFORMA

PLATAFORMA T3S3 / 25TN	KM	KM/HR	TOTAL HORAS	DESCRIPCION
CHICLAYO - PAMPA GRANDE	48.9	25	1.96	
PAMPA GRANDE - CHICLAYO VUELTA	48.9	25	1.96	
		VIAJE COMP	3.91	TOTAL HORAS

ALQUILER HORARIO DE PLATAFORMA

300.00 S/. HM

COSTO = N° (Ida y Vuelta)xCosto Horario

4,694.40

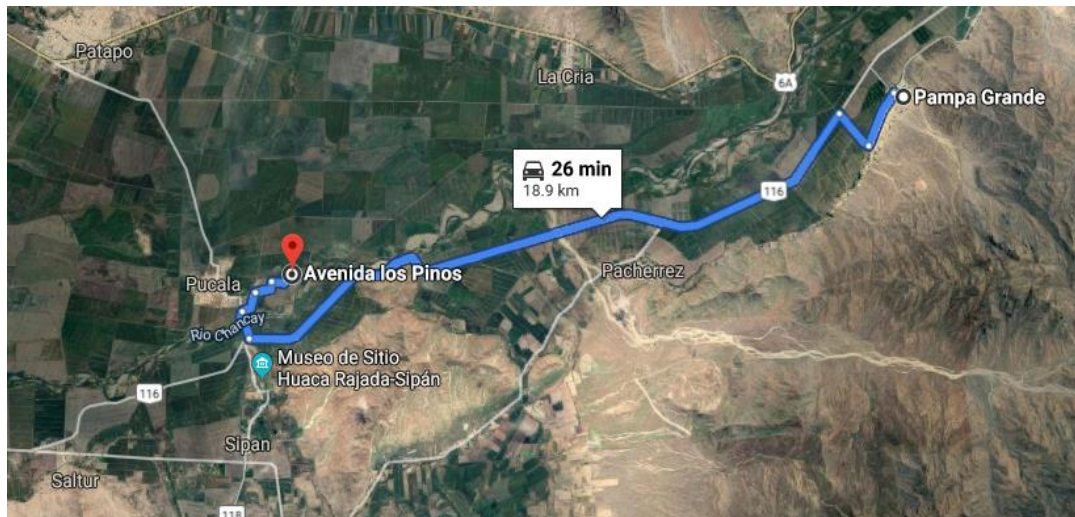
2.0 EQUIPO AUTO TRANSPORTADO

UNIDAD	VEHICULO	COSTO EN SOLES			
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ/HORA	SUBTOTAL
		IDA 48.9 KM/H	VUELTA 48.9 KM/H		
1	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,200 GAL.	1.09	1.09	100.00	217.33
4	CAMION VOLQUETE 10 M3	1.09	1.09	235.00	2,042.93
					2,260.27

EQUIPO TRANSPORTADO	4,694.40
EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	2,260.27
	6,954.67

ANEXOS N° 06: RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL

DISTANCIA PARA CALCULO DE RENDIMIENTO DE ELIMINACION DE MATERIAL



TRAMO : PAMPA GRANDE - BOTADERO (PUCALA)

DISTANCIA 18.90 KM

CALCULO DE RENDIMIENTO DE ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

PROYECTO : "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION PARA EL AREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"

ELABORADO : JEINER ANIBAL DELGADO ROJAS - DIEGO ARMANDO GONZALES BALLENA

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO PAMPAGRANDE

CALCULO DE RENDIMIENTO

Distancia Media d= 18.90 Km

Volumen del Volquete = 40.00 m³ 4 Unidades

Tramo	Velocidad Cargado Km/h	Velocidad Descargado Km/h
Tramo	35.00	45.00

Tiempo de Carga:

Cargador Frontal 125-155 HP 10.00 Min
3.00 Yd³

Tiempo de descarga (Volquete) 5.00 Min

Tiempo Recorrido Cargado (60d/V) 1.71 d

Tiempo Recorrido Descargado(60d/V) 1.33 d

CICLO = (15.00 + 3.05 d) Minutos

Ciclo = 72.60 Minutos

Porcentaje de Eficiencia 90.00 %

Tiempo Util = 8h/d x 60 min/h x Eficien. = 432.00 min/d

N° de Viajes = $\frac{432 \text{ min/d}}{\text{Ciclo}}$

Rendimiento por Volquete = N° de Viajes x m³ del Volquete (considerando una unidad)

N° Viajes = 6.00 Viajes

Rendimiento por Volquete = 240.00 m³/dia

Rendimiento Total Diario 240.00 m³/dia

Factor de esponjamiento = 1.20

Rendimiento Efectivo Diario = 200.00 m³/dia