

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL
CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, 2017**

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

AUTOR

HECTOR EMANUEL DAVILA GAMONAL

ASESOR

JUAN IGNACIO LUNA MERA

<https://orcid.org/0000-0003-0245-3137>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL
CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO
DE LAMBAYEQUE, 2017**

PRESENTADA POR:

HECTOR EMANUEL DAVILA GAMONAL

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Héctor Augusto Gamarra Uceda

PRESIDENTE

Joaquín Hernán Rojas Oblitas

SECRETARIO

Juan Ignacio Luna Mera

VOCAL

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios, por haberme bendecido de salud, por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino, por siempre darme fuerzas y valor para lograr este gran sueño y no caer en el intento.

A mis padres, quienes con su amor, sacrificio, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir uno de mis grandes sueños, gracias por inculcar en mí, la valentía y perseverancia para siempre superar las adversidades que se presentan en la vida.

A mis hermanos y demás familiares, gracias por los buenos deseos y consejos durante el proceso de mi formación profesional.

.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, por acompañarme a lo largo de mi vida, y haberme dado paciencia, sabiduría y perseverancia para culminar con éxito una de mis grandes metas en la vida.

Agradecer a mis padres: Jesús Dávila y Nelly Gamonal, por ser los principales artífices de este gran sueño, por siempre confiar y creer ciegamente en mí, por los valores, principios y consejos que me han inculcado desde niño y llevado a ser la persona de bien que hoy en día soy.

Gracias, al Ingeniero Juan Luna, por haber compartido sus conocimientos y experiencias durante el desarrollar de esta tesis.

ÍNDICE

RESUMEN.....	24
ABSTRACT	25
I. INTRODUCCIÓN	26
II. MARCO TEÓRICO	30
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	30
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	33
III. METODOLOGÍA.....	36
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	36
3.2 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.....	36
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.3.1 TÉCNICAS	37
3.3.2 INSTRUMENTOS	37
3.4 PLAN DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	39
3.5 PROCEDIMIENTOS	40
3.5.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	40
3.5.1.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	41
3.5.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	42
3.5.2.1 RECORRIDO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO.....	42
3.5.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	43
3.5.2.3 PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	43
3.5.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	44
3.5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROYECTO.....	45
3.5.3.1.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN	45
3.5.3.1.2 MUESTREO DISTURBADO.....	45
3.5.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO	45
3.5.4.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS	46
3.5.5 DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS	46
3.5.6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	47
3.5.6.1 ANTECEDENTES	47
3.5.7 DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS	48
3.5.7.1 UBICACIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS.....	49

3.5.7.2	EVACUACIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES	50
3.6	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	52
4.1.1	VOLUMEN VEHICULAR.....	52
4.1.2	ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)	52
4.1.3	ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)	53
4.1.4	FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL	53
4.1.5	ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA).....	54
4.1.6	DEMANDA PROYECTADA.....	54
4.1.6.1	DEMANDA ACTUAL (TO)	54
4.1.6.2	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PBI.....	55
4.1.6.3	TIEMPO DE PROYECCIÓN DE PROYECTO (N).....	55
4.1.6.4	DEMANDA PROYECTADA (TN)	55
4.1.6.4.1	PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	56
4.1.6.4.2	PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN CON PROYECTO.....	56
4.2	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	57
4.2.1	PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	57
4.2.2	COORDENADAS DE BMS	58
4.3	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.	59
4.3.1	REGISTRO DE EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO	59
4.3.2	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	59
4.3.3	RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO.....	61
4.3.3.1	PROPIEDADES FÍSICAS.....	61
4.3.3.2	PROPIEDADES MECÁNICAS.....	62
4.3.3.3	CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.....	62
4.3.4	SECTORIZACIÓN	63
4.4	ESTUDIO HIDROLÓGICO	64
4.4.1	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H (MM).....	64
4.4.2	CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA	66
4.4.2.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO (MÉTODO DE GUMBEL)	66
4.4.2.2	PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS	67

4.4.2.3 PERIODO DE RETORNO (TR).....	67
4.4.2.4 PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS	68
4.4.2.4.1 COEFICIENTE DE DURACIÓN	68
4.4.2.5 INTENSIDAD	70
4.4.2.5.1 INTENSIDAD MÁXIMA (MM/HR) – MÉTODO DE INTENSIDAD UNITARIA	70
4.4.2.5.1.1 PRECIPITACIONES MÁXIMAS POR EL MÉTODO DE FREDERICH BELL	70
4.4.2.5.1.2 YAUCE TERIOS P6010.....	70
4.4.2.5.1.3 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 1 HORA (PtTR).....	71
4.4.2.5.1.4 INTENSIDADES MÁXIMAS IU – TR _T – MÉTODO DE INTENSIDADE UNITARIA	71
4.4.2.6 CURVAS IDF.....	72
4.4.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	72
4.4.3.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN – KIRPICH.....	73
4.4.3.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN – CALIFORNIA CILVERTS PRACTICE.....	73
4.4.4 INTENSIDADES DE DISEÑO	74
4.5 DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL	74
4.5.1 CAUDALES DE ESCURRIMIENTO - MÉTODO RACIONAL.....	74
4.5.1.1 COEFCIENTE DE ESCORRENTÍA	75
4.5.1.2 CALCULO DE ESCURRIMIENTO CIRCUNDANTE POR VÍAS Y AVENIDAS	76
4.5.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD VIAL	85
4.5.3 REQUERIMIENTO DE CUNETAS.....	96
4.6 DISEÑO DE CUNETAS	102
4.6.1 CAUDALES DE DISEÑO	102
4.6.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS	112
4.6.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUNETAS	115
4.7 DISEÑO DEL PAVIMENTO	118
4.7.1 PAVIMENTO FLEXIBLE - MÉTODO AASHTO 93.....	118
4.7.1.1 CÁLCULO DEL FACTOR CAMIÓN	118
4.7.1.2 CÁLCULO DEL ESAL (W18).....	121
4.7.1.3 DETERMINAR EL VALOR DE CBR.....	121

4.7.1.4	MÓDULO DE RESILIENCIA (MR).....	122
4.7.1.5	CONFIABILIDAD (%R).....	123
4.7.1.6	COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)	124
4.7.1.7	DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (SO).....	124
4.7.1.8	SERVICIABILIDAD (Δ PSI).....	125
4.7.1.8.1	SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) – SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS	125
4.7.1.8.2	SERVICIABILIDAD FINAL (PT) – SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS	125
4.7.1.8.3	SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) – SEGÚN EL GUÍA AASHTO.....	126
4.7.1.8.4	SERVICIABILIDAD FINAL (PT) – SE SEGÚN EL GUÍA AASHTO	126
4.7.1.8.5	SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) – SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS	126
4.7.1.8.6	SERVICIABILIDAD FINAL (PT) – SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS	126
4.7.1.9	COEFICIENTE DE DRENAJE (MI).....	127
4.7.1.9.1	SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS.....	127
4.7.1.9.2	SEGÚN LA GUÍA AASHTO.....	127
4.7.1.9.3	SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS.....	128
4.7.1.10	CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE Y DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL.....	128
4.7.1.10.1	CAPA – SUB RASANTE.....	128
4.7.1.10.2	CAPA – SUB BASE.....	129
4.7.1.10.3	CAPA – BASE	129
4.7.1.10.4	CARPETA ASFÁLTICA.....	130
4.7.1.11	CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	130
4.7.1.11.1	CAPA – SUB BASE.....	130
4.7.1.11.2	CAPA – BASE	131
4.7.1.11.3	CARPETA ASFÁLTICA.....	132
4.7.1.12	CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	132
4.7.1.12.1	SEGÚN MÉTODO AASHTO 93.....	132

4.7.1.12.2 SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.....	133
4.7.1.12.3 SEGÚN RNE CE010 PAVIMENTOS URBANOS	133
4.7.1.13 ESPESOR DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEFINITIVO	133
4.7.2 PAVIMENTO RÍGIDO - MÉTODO AASHTO 93.....	134
4.7.2.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)	134
4.7.2.2 CBR DE DISEÑO.....	134
4.7.2.3 CONFIABILIDAD (%R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Z _R)	135
4.7.2.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S _o).....	135
4.7.2.5 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (ΔPSI).....	136
4.7.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE (C _d)	137
4.7.2.7 RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR) Y MÓDULO DE ELASTICIDAD (E _c).....	138
4.7.2.8 MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO	139
4.7.2.9 ESPESOR DE LA SUB RASANTE GRANULAR	140
4.7.2.10 TRANSFERENCIA DE CARGAS (J).....	141
4.7.2.11 MONOGRAMA PARA DETERMINAR LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO RÍGIDO	141
4.7.2.12 ESPESORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	142
4.7.3 PAVIMENTO INTERTRABADO – CE. 010 “PAVIMENTOS URBANOS”	143
4.7.3.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)	143
4.7.3.2 CBR DE DISEÑO.....	143
4.7.3.3 MÓDULO DE RESILENCIA (MR).....	144
4.7.3.4 CONFIABILIDAD (%R).....	144
4.7.3.5 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)	145
4.7.3.6 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S _o)	145
4.7.3.7 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (ΔPSI).....	146
4.7.3.8 COEFICIENTE DE DRENAJE (m _I).....	148
4.7.3.9 CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS.	149
4.7.3.9.1 BLOQUE DE ADOQUÍN	149
4.7.3.9.2 CAMA DE ARENA	149
4.7.3.9.3 CAPA BASE	150

4.7.3.10	CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.	151
4.7.3.11	ESPEORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO INTERTRBADO	152
4.7.3.11.1	SEGÚN CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS	152
4.7.3.11.2	SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.....	152
4.7.3.12	ESPEOR DE PAVIMENTO INTERTRABADO DEFINITIVO	152
4.7.4	ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS PAVIMENTOS	153
4.7.4.1	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO EN BASE AL TIPO DE PAVIMENTO.....	153
4.7.4.2	ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO EN BASE AL TIPO DE PAVIMENTO	155
4.8	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS	156
4.8.1	DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE REJAS	156
4.8.1.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS REJAS	156
4.8.1.2	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA ESTA LIMPIA.	157
4.8.1.3	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA QUEDA 50 % SUCIA.	158
4.8.1.4	CANAL DE MÁXIMA EFICIENCIA.....	158
4.8.1.5	DIMENSIONES DE LAS REJAS	160
4.8.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE REJAS	162
4.8.2.1	DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE REJAS	162
4.8.2.1.1	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.).....	164
4.8.2.1.2	REQUERIMIENTO POR CORTANTE	164
4.8.2.2	DISEÑO DE MUROS DE LA CÁMARA DE REJAS	165
4.8.2.2.1	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.).....	167
4.8.2.2.2	REQUERIMIENTO POR CORTANTE	168
4.8.3	DISEÑO HIDRÁULICO DEL SEDIMENTADOR.....	169
4.8.3.1	CARACTERÍSTICAS DEL SEDIMENTADOR.....	169
4.8.3.2	DIMENSIONES DEL SEDIMENTADOR	173
4.8.3.3	ALTURA EN LA TOLVA DE LOS LODOS (H1 = Hmáx.).....	176
4.8.3.4	ALTURA DEL AGUA EN EL VERTEDERO DE SALIDA (H2 = Hvs)	176
4.8.3.5	DISEÑO DE LA PANTALLA DIFUSORA.....	177
4.8.4	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SEDIMENTADOR.....	180

4.8.4.1	DISEÑO DE LOSA MACIZA DEL SEDIMENTADOR.....	180
4.8.4.1.1	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.).....	182
4.8.4.1.2	REQUERIMIENTO POR CORTANTE	182
4.8.4.2	DISEÑO DE MUROS DEL SEDIMENTADOR.....	183
4.8.4.2.1	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.).....	186
4.8.4.2.2	REQUERIMIENTO POR CORTANTE	186
4.8.5	DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE BOMBEO.....	188
4.8.5.1	CALCULO DE HIDROGRÁMA SINTÉTICO.....	188
4.8.5.2	VOLUMEN ACUMULADO DE ESCURRIMIENTO	190
4.8.5.3	CAUDAL DE BOMBEO (Q _B)	191
4.8.5.4	VOLUMEN A EVACUAR CON RELACIÓN AL TIEMPO.....	192
4.8.5.5	VOLUMEN ACUMULADO EN LA CÁMARA DE BOMBEO	193
4.8.5.6	VARIACIÓN DE VOLUMENES	194
4.8.5.7	CARGA DINÁMICA O ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL	195
4.8.5.7.1	CARGA DE SUCCIÓN (H _s)	195
4.8.5.7.1.1	SUMERGENCIA MÍNIMA (ΔH)	197
4.8.5.7.1.2	ALTURA DE SUCCIÓN (H _s)	200
4.8.5.7.1.3	PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN (H _{F1} + H _{F2}).....	201
4.8.5.7.1.3.1	PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN SUCCIÓN (H _{F1}).....	201
4.8.5.7.1.3.2	PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (H _{F2})	202
4.8.5.7.2	CARGA DE IMPULSIÓN (H _i).....	204
4.8.5.7.2.1	ALTURA DE IMPULSIÓN (H _i).....	204
4.8.5.7.2.2	PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN (H _{F1} + H _{F2}).....	205
4.8.5.7.2.2.1	PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN IMPULSIÓN (H _{F1} = H _{FA} + H _{FB}) ...	205
4.8.5.7.2.2.2	PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (H _{F2})	207
4.8.5.8	EQUIPO DE BOMBEO.....	209
4.8.5.8.1	POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO	209
4.8.5.8.2	NÚMERO DE UNIDADES DE BOMBEO	210
4.8.6	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE BOMBEO	210
4.8.6.1	GEOMETRÍA DE LA CÁMARA DE BOMBEO	211
4.8.6.2	GENERALIDADES DE LA CÁMARA DE BOMBEO	212
4.8.6.2.1	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	212

4.8.6.2.2	CARGAS ASIGNADAS	212
4.8.6.2.3	COMBINACIONES DE CARGA.....	213
4.8.6.3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CÁMARA DE BOMBEO	214
4.8.6.4	CÁLCULO DE LAS PRESIONES DE SUELO	215
4.8.6.5	INSERCIÓN DE PRESIONES DEL SUELO Y AGUA EN SAP 2000	216
4.8.6.6	VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DEL SUELO	219
4.8.6.7	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE BOMBEO	219
4.8.6.7.1	DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE BOMBEO.....	219
4.8.6.7.1.1	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)	221
4.8.6.7.1.2	REQUERIMIENTO POR CORTANTE.....	222
4.8.6.7.2	DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE LA CÁMARA DE BOMBEO	223
4.8.6.7.2.1	VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN AL VUELCO	224
4.8.6.7.2.2	VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR DESLIZAMIENTO....	225
4.8.6.7.2.3	VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR PRESIONES DEL SUELO	226
4.8.6.7.2.4	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN.....	227
4.8.6.7.2.5	VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)	230
4.8.6.7.2.6	REQUERIMIENTO POR CORTANTE.....	230
4.8.7	CASETA DE BOMBEO	232
4.8.7.1	ZAPATAS	232
4.8.7.2	VIGAS DE CIMENTACIÓN	232
4.8.7.3	VIGAS DE TECHO	233
4.8.7.4	COLUMNAS	234
4.8.7.5	LOSA ALIGERADA.....	234
4.8.7.6	MUROS DE ALBAÑILERIA	234
4.9	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	235
4.9.1	ACCIONES DEL PROYECTO	235
4.9.1.1	ETAPA PRELIMINAR	235
4.9.1.2	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	235
4.9.1.3	ETAPA DE OPERACIÓN.....	236
4.9.1.4	ETAPA DE ABANDONO DE OBRA.....	236
4.9.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..	237
4.9.2.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	237

4.9.2.2	MÉTODO DE LEOPOLD	237
4.9.2.3	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	241
4.9.2.4	RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES	242
4.9.2.4.1	IMPACTO NO SIGNIFICATIVO	242
4.9.2.4.2	IMPACTO BAJO	242
4.9.2.4.3	IMPACTO MEDIO	242
4.9.2.4.4	IMPACTO ALTO	242
4.9.2.5	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	242
4.9.2.5.1	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	243
4.9.2.5.2	MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y MITIGACIÓN	244
V.	CONCLUSIONES	245
VI.	RECOMENDACIONES.....	247
VII.	BIBLIOGRAFÍA	249
VIII.	ANEXOS.....	254
	ANEXO N°01 DOCUMENTACIÓN	254
	ANEXO N°02 : CUADROS DE REGISTRO POST FENÓMENO EL NIÑO COSTERO	263
	ANEXO N°03: FOTOGRAFÍAS.....	266
	ANEXO N°04: FOTOGRAFÍAS DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR EL FENÓMENO EL NIÑO COSTERO	278
	ANEXO N°05: FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE TÚCUME	282
	ANEXO N°06: FOTOGRAFÍAS DE REALIZACIÓN DE CALICATAS	287
	ANEXO N°07: FOTOGRAFÍAS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS	288
	ANEXO N°08: INFORME N°01: ESTUDIO DE TRÁFICO.....	292
	ANEXO N°09: INFORME N°02: ESTUDIO DE MÉCANICA DE SUELOS.....	305
	ANEXO N°10: INFORME N°03: ESTUDIO TOPOGRÁFICO	322
	ANEXO N°11: INFORME N°04: ESTUDIO HIDROLÓGICO	380
	ANEXO N°12: INFORME N°05: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS	443
	ANEXO N°13: INFORME N°06: DISEÑO DEL SEDIMENTADOR Y CÁMARA DE REJAS.....	526

ANEXO N°14: INFORME N°07: DISEÑO DE LA CÁMARA DE BOMBEO Y CASETA DE BOMBEO	564
ANEXO N°15: INFORME N°08: ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA).....	609
ANEXO N°16: PLANOS DEL PROYECTO	632

LISTA DE TABLAS

Tabla N°01 Población Por Sexo.....	37
Tabla N°02 Matriz De Consistencia.....	51
Tabla N°03 Conteo Vehicular Por Clase De Vehículo Y Por Día (A/S).....	52
Tabla N°04 Conteo de Tráfico Durante Siete Días	52
Tabla N°05 Índice Medio Diario Semanal	53
Tabla N°06 Factor De Corrección Estacional	53
Tabla N°07 Índice Medio Diario Anual (IMDA).....	54
Tabla N°08 Tráfico Actual Por Tipo de Vehículo	54
Tabla N°09 Tasa de Crecimiento Poblacional	55
Tabla N°10 Proyección De Tráfico – Situación Sin Proyecto	56
Tabla N°11 Proyección De Tráfico – Situación Con Proyecto	56
Tabla N°12 Puntos de Levantamiento Topográfico – Túcume.....	57
Tabla N°13 Coordenadas de BMs	58
Tabla N°14 Profundidad de Exploración de Calicatas.....	59
Tabla N°15 Registro de Excavaciones de las Calicatas	60
Tabla N°16 Resumen De Ensayos De Suelos - Propiedades Físicas	61
Tabla N°17 Resumen De Ensayos De Suelos - Propiedades Físicas	62
Tabla N°18 Resumen De Ensayo De Suelos - Propiedades Mecánicas.....	62
Tabla N°19 Valores de CBR	63
Tabla N°20 Calidad De Sub-rasante	63
Tabla N°21 Precipitaciones Máximas En 24h	65
Tabla N°22 Distribución de Probabilidades Pluviométricas mediante Gumbel.	66
Tabla N°23 Precipitación Diarias Máximas Probables Para Distintas Frecuencias.....	67
Tabla N°24 Tiempo De Retorno – Vida Útil	67
Tabla N° 25 Valores Recomendados De Riesgo Admisible De Obras De Drenaje.	69
Tabla N°26 Precipitación Máxima Por El Método De Dick Peschke.....	69
Tabla N°27 Precipitación Máxima En 1 Hora	70
Tabla N°28 Precipitación Máxima en 1 hora	71
Tabla N°29 Intensidades Máximas	72
Tabla N°30 Tiempo de Concentración - Kirpich	73
Tabla N°31 Tiempo de Concentración – Califronia Cilverts Practice	74
Tabla N°32 Intensidades De Diseño Por Cuenca.....	74

Tabla N°33 Caudales Circundantes De Las Vías Y Avenidas.....	77
Tabla N°34 Caudales Circundantes De calle a Cámara de Bombeo.....	85
Tabla N°35 Capacidad Vial De Calles Y Avenidas.....	86
Tabla N°36 Capacidad Vial de Calle a Cámara de Bombeo.....	95
Tabla N°37 Comparación Entre El Método Racional Y Capacidad Vial	96
Tabla N°38 Comparación Entre Capacidad Vial Y El Método Racional (De Calle a Cámara de Bombeo).....	102
Tabla N°39 Cálculo De Caudales De Diseño Para Cunetas.....	103
Tabla N°40 Cálculo de Secciones de Cunetas - Hcanales	112
Tabla N°41 Secciones de Cunetas.....	114
Tabla N°42 Cálculo Estructural de Cunetas.....	115
Tabla N°43 Cálculo Del Factor Camión – B3-1	118
Tabla N°44 Cálculo Del Factor Camión - C2	118
Tabla N°45 Cálculo Del Factor Camión - C3	119
Tabla N°46 Cálculo del Factor Camión - T2S1 o 2S1	119
Tabla N°47 Cálculo Del Factor Camión - T2s2 O 2s2	120
Tabla N°48 Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE)	121
Tabla N°49 Resumen De Valores De CBR.....	121
Tabla N°50 Módulo de Resiliencia (MR)	122
Tabla N°51 Número Estructural – Capa Sub - Base	130
Tabla N°52 Número Estructural – Capa Base.....	131
Tabla N°53 Número Estructural – Carpeta Asfáltica.....	132
Tabla N°54 Espesores De Pavimento Flexible	133
Tabla N°055 Número de Ejes Equivalentes (ESAL)	134
Tabla N°056 CBR de Diseño	134
Tabla N°057 Confiabilidad (R)y Desviación Estándar (Zr).....	135
Tabla N°058 Desviación Estándar Combinada (So).....	135
Tabla N°059 Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras.....	136
Tabla N°060 Serviciabilidad (Δ psi) – Guía Aashto	136
Tabla N°061 Serviciabilidad (Δ psi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos	137
Tabla N°062 Coeficiente de Drenaje (Cd) – Manual de Carreteras.....	137
Tabla N°063 Coeficiente de Drenaje (Cd) – Guía Aashto	137
Tabla N°064 Coeficiente de Drenaje (Cd) – CE 010 de Pavimentos Urbanos.....	138
Tabla N°065 Resistencia a la Flexotracción (MR) y Módulo de Elasticidad (Ec)	138

Tabla N°066 Módulo de Reacción de la Sub Rasante (K).....	140
Tabla N°067 Transferencia de Carga (J).....	141
Tabla N°068 Espesores de las Capas de Pavimento Rígido.....	142
Tabla N°069 Número de Ejes Equivalentes (ESAL)	143
Tabla N°070 CBR de Diseño	143
Tabla N°071 Módulo de Resiliencia (MR)	144
Tabla N°072 Confiabilidad (%R).....	144
Tabla N°073 Coeficiente de Desviación Estándar Normal (Zr)	145
Tabla N°074 Desviación Estándar Combinada (So).....	145
Tabla N°075 Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras.....	146
Tabla N°076 Serviciabilidad (Δ psi) – Guía Aashto	147
Tabla N°077 Serviciabilidad (Δ psi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos	147
Tabla N°078 Coeficiente de Drenaje (mi) – Manual de Carreteras	148
Tabla N°079 Coeficiente de Drenaje (mi) – Guía Aashto	148
Tabla N°080 Coeficiente de Drenaje (mi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos	148
Tabla N°081 Espesor de los Bloques de Adoquín según el Tipo de Pavimento.....	149
Tabla N°082 Espesor de la Cama de Arenas Bloques de Adoquín.....	149
Tabla N°083 Estructura de Pavimento De Adoquín Con Base Granular.....	151
Tabla N°084 Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – CE. 010 Pavimentos Urbanos.	152
Tabla N°085 Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – Manual de Carreteras.....	152
Tabla N°086 Espesores de las Capas de Pavimento Intertrabado.....	152
Tabla N°087 Comparación Económica Del Proyecto En General En Base Al Tipo Pavimento	153
Tabla N°088 Comparación Económica Del Proyecto En Base Al Tipo Pavimento.....	154
Tabla N°89 Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.....	163
Tabla N°90 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.	163
Tabla N°91 Cálculo del Área de Acero en los Muros de la Cámara de Rejas.....	167
Tabla N°92 Cálculo del Espaciamiento de los Muros de la Cámara de Rejas.....	167
Tabla N°93 Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza del Sedimentador.	181
Tabla N°94 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza del Sedimentador.	182
Tabla N°95 Cálculo del Área de Acero en los Muros del Sedimentador.....	185
Tabla N°96 Cálculo del Espaciamiento de los Muros del Sedimentador	186
Tabla N°97 Datos de la Cuenca	188

Tabla N°98 Datos del Hidrograma Sintético.....	188
Tabla N°99 Volumen de Entrada a la Cámara de Bombeo.....	190
Tabla N°100 Caudal de Bombeo (Qb).....	191
Tabla N°101 Tiempo vs Volumen Evacuado.....	192
Tabla N°102 Volumen Acumulado en la Cámara de Bombeo	193
Tabla N°103 Variación de Volúmenes.....	194
Tabla N°104 Diámetro de la Tubería de Succión	198
Tabla N°105 Velocidad de Flujo en la Tubería.....	198
Tabla N°106 Sumergencia Mínima (ΔH).....	198
Tabla N°107 Sumergencia Mínima (ΔH).....	199
Tabla N°108 Altura de la Tubería de Succión (hs)	200
Tabla N°109 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Succión (hf1)	201
Tabla N°110 Accesorios a utilizar en la Tubería de Succión.....	203
Tabla N°111 Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Succión (hf2)	203
Tabla N°112 Pérdida de Carga de Succión (Hs).....	203
Tabla N°113 Altura de la Tubería de Impulsión (hi)	204
Tabla N°114 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (hfA).....	205
Tabla N°115 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (hfB).....	206
Tabla N°116 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (hf1).....	207
Tabla N°117 Accesorios a utilizar en la Tubería de Impulsión	207
Tabla N°118 Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Impulsión (hf2).....	208
Tabla N°119 Pérdida de Carga de Impulsión (Hi).....	208
Tabla N°120 Altura Dinámica o Altura Manométrica Total (Hb).....	209
Tabla N°121 Potencia del Equipo de Bombeo (Pb)	209
Tabla N°122 Cálculo del Área de Acero en la Losa de la Cámara de Bombeo.....	221
Tabla N°123 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Bombeo.....	221
Tabla N°124 Cálculo del Área de Acero en el Muro de Contención de la Cámara de Bombeo	229
Tabla N°125 Cálculo del Área de Acero en el Talón de los Muros de Contención de la Cámara de Bombeo.....	229
Tabla N°126 Cálculo del Espaciamiento del Muro de Contención de la Cámara de Bombeo	230
Tabla N°127 Calificación De La Magnitud	238

Tabla N°128 Clasificación De Acuerdo A La Importancia	239
Tabla N°129 Matriz Leopold	240
Tabla N°130 Jerarquización De Impactos.....	241
Tabla N°131 Resultados De La Matriz De Leopold	241

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°01	Conteo de Tráfico Durante Siete Días	53
Gráfico N°02	Tráfico Actual Por Tipo de Vehículo	55
Gráfico N°03	Tiempo De Retorno - Vida Útil.....	68
Gráfico N°04	Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia.....	72
Gráfico N°05	Monograma Coeficiente Estructural De Capa Subbase (a3)	129
Gráfico N°06	Monograma Coeficiente Estructural De Capa Base (a2).....	129
Gráfico N°07	Monograma De Modulo De Elasticidad Del Concreto Asfaltico.....	130
Gráfico N°08	Monograma – Capa Sub – Base	131
Gráfico N°09	Monograma – Capa Base.....	131
Gráfico N°10	Monograma – Carpeta Asfáltica.....	132
Gráfico N°011	Correlación entre la clasificación de suelos y los diferentes ensayos.	139
Gráfico N°012	Relación entre CBR y el Módulo de Subrasante K	140
Gráfico N°013	Monograma – Pavimento Rígido.....	141
Gráfico N°014	Curvas Diseño del Espesor – Base Granular– Pavimento Intertrabado	150
Gráfico N°015	Valores de Sedimentación	172
Gráfico N°16	Hidrograma Sintético.....	189
Gráfico N°17	Volumen Acumulado de Escurrimiento	191
Gráfico N°18	Tiempo vs Volumen Evacuado.....	192
Gráfico N°19	Variación de Volúmenes	194
Gráfico N°20	Variación de Volúmenes	195
Gráfico N°21	Medidas de la Cámara de Bombeo	196
Gráfico N°22	Vista Frontal de la Cámara de Bombeo.....	197
Gráfico N°23	Sumergencia mínima (ΔH).....	199
Gráfico N°24	Distancia del fondo de la Cámara de Bombeo a la entrada de Tubería de Succión	200
Gráfico N°25	Longitud Total de la Tubería de Succión	200
Gráfico N°25	Altura de Impulsión (h_i)	204
Gráfico N°27	Longitud Total de la Tubería de Impulsión	206
Gráfico N°28	Altura entre el Nivel Máximo de la Cámara y el Nivel de Evacuación final ..	206
Gráfico N°29	Geometría de la Cámara de Bombeo.....	211
Gráfico N°30	Estructuración de la Cámara de Bombeo	215
Gráfico N°31	Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Suelo)	217
Gráfico N°32	Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Agua).....	218

Gráfico N°33 Presión Máxima del Suelo..... 219

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°01 Coeficientes De Escorrentía – Método Racional	75
Cuadro N°02 Resumen De Valores De CBR	122
Cuadro N°03 Módulo De Resiliencia Obtenido Por Correlación Con CBR.....	122
Cuadro N°04 Nivel De Confiabilidad Según ESAL	123
Cuadro N°05 Confiabilidad (%R) según funcionalidad de la calzada	123
Cuadro N°06 Coeficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (Zr)	124
Cuadro N°07 Índice De Serviciabilidad Inicial (Pi) – Manual De Carreteras	125
Cuadro N°08 Índice De Serviciabilidad Final (Pt) – Manual De Carreteras	125
Cuadro N°09 Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) – Guía AASHTO	126
Cuadro N°10 Calidad De Drenaje – Manual De Carreteras.....	127
Cuadro N°11 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Manual De Carreteras	127
Cuadro N°12 Calidad De Drenaje – Guía Aashto.....	127
Cuadro N°13 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Guía Aashto	128
Cuadro N°14 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Pavimentos Urbanos	128
Cuadro N° 15: Relación entre el Módulo de Subrasante K y el Espesor de la Sub Base	141
Cuadro N°016 Propiedades De Los Tipos De Pavimento.....	155
Cuadro N°017 Velocidad de sedimentación – Ley aplicable.....	170
Cuadro N°18 Coeficientes de Hazen - Williams.....	201
Cuadro N°19 Coeficientes “K” para diferentes Accesorios.....	202
Cuadro N°20 Coeficientes de Hazen - Williams.....	205
Cuadro N°21 Número de Equipos de Reserva según el número de Bombas a utilizar	210
Cuadro N°22 Cargas asignadas a los Muros y Losa de la Cámara de Bombeo	213
Cuadro N°23 Definición de Combinaciones y Envolvente.....	214

LISTA DE FÓRMULAS

Formula N°01 Periodo de Retorno.....	67
Formula N°02 Coeficientes De Dick Peschke	68
Formula N°03 Precipitaciones Máximas.....	69
Formula N°04 Precipitaciones - Yauce Terios.....	70
Formula N°05 Precipitaciones Máximas En 1 Hora	71
Formula N°06 Intensidades Máximas	71
Formula N°07 Tiempo de Concentración - Kirpich.....	73
Formula N°08 Tiempo de Concentración – California Cilverts Practice.....	73
Formula N°09 Tiempo de Concentración – California Cilverts Practice.....	74
Formula N°10 Caudal De Escurrimiento	75
Formula N°11 Caudal Para Capacidad Vial.....	85
Formula N°12 Módulo De Resilencia (Mr)	122

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la elaboración de un sistema de drenaje pluvial y pavimentación flexible para el cercado de Túcume, en la Región de Lambayeque, donde se han suscitado graves acontecimientos producto de las intensas precipitaciones pluviales generadas, dejando en evidencia que gran parte del área urbana del distrito son afectadas por el estancamiento de las aguas de lluvia, debido a la topografía existente y a la falta de una adecuada pavimentación, cabe mencionar que los puntos de evacuación de las aguas pluviales en la actualidad son las alcantarillas sanitarias, las mismas que al colmatarse y no estar diseñadas para recibir caudales adicionales, llegan a producir el colapso de los buzones, haciendo que las aguas del desagüe emerjan a la superficie, ocasionando un sin número de focos infecciosos para la ciudadanía, es por ello que, la presente tesis tiene como objetivo principal el diseño de un sistema de drenaje pluvial y pavimentación con la finalidad de obtener una correcta evacuación de las aguas pluviales y a su vez un acceso libre a todos los lugares del distrito, de este modo, conseguiremos mejorar la seguridad y calidad de vida de la población beneficiaria. Se realizaron los estudios previos correspondientes según la magnitud del proyecto, tales como (tráfico, topográfico, suelos, hidrológico e hidráulico), basándonos en los reglamentos vigentes de la normativa técnica peruana, obteniendo como resultado hojas de cálculo detalladas por estudio, planos del proyecto donde se plasma los cálculos realizados y finalmente se calculó el costo total del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Drenaje Pluvial, Precipitaciones, Tiempo de Concentración, Pavimento.

ABSTRACT

The present project consists of the elaboration of a pluvial drainage system and flexible paving for the Túcume enclosure, in the Lambayeque Region, where serious events have occurred as a result of the intense pluvial precipitations generated, leaving evidence that great part of the urban area of the mentioned district are affected by the stagnation of rainwater, due to the existing topography and in the absence of adequate paving, in addition, it is worth mentioning that the points of evacuation of rainwater at present are sanitary sewers , the same ones that when clogged and not designed to receive these additional flows, end up causing the collapse of the mailboxes, causing the sewage to emerge to the surface, causing a number of infectious foci for citizens, that is why that the main objective of this thesis is the design of a storm drainage system and paving nation in order to obtain a correct evacuation of rainwater and in turn free access to all parts of the district, in this way, we will be able to improve the safety and quality of life of the beneficiary population. The corresponding previous studies were carried out according to the magnitude of the project, such as (traffic, topographic, soil and hydrological), based on the current regulations of the Peruvian technical regulations, obtaining as a result, detailed spreadsheets for study, plans of the project where all the calculation made is reflected and finally the total cost of the project was calculated.

KEYWORDS: Storm Drainage, Precipitation, Concentration Time, Pavement.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una evidente problemática en los sectores urbanizados de las grandes urbes de Latinoamérica, los mismos que han venido creciendo indiscriminadamente sin una adecuada planificación, pues en la mayoría de los casos las construcciones de las viviendas no cumplen con las normas y reglamentaciones indicadas por los organismos establecidos, en este caso específico, con las reglamentaciones relacionadas a la recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia. [1]

En el año 2016, se realizó un informe, en el cual, las ciudades desarrolladas a nivel mundial, cuentan con planes de contingencia para contrarrestar el fenómeno de las lluvias, el caso particular es el estado de Chicago, que es una ciudad muy desarrollada a nivel de tecnología y más, cuenta con infraestructuras verdes, que ayudan a reducir el agua de escorrentía en casi un millón de metros cúbicos (m³), evitando así grandes daños y pérdidas que podría ascender a más de 41 millones de dólares anuales. [2]

El fenómeno El Niño Costero, ha puesto al descubierto que el Perú aún no está preparado para un fenómeno como el que se presentó a inicios del año 2017, alrededor de 25 personas perdieron la vida producto de las fuertes lluvias que se vivieron, que eso es lo q más se lamenta post fenómeno, pero ahí no termina todo, ya que alrededor de 243214 son las personas afectadas, y en contra parte 34239 damnificados [3]; pues el no estar preparados para afrontar un fenómeno de gran magnitud, nos lleva a reflexionar y pensar en que es lo que están haciendo las autoridades de turno para contrarrestar los daños que a medida que pasen los años, los desastres naturales se van a ser más continuos en nuestro país y las pérdidas tanto humanas como materiales irán en aumento.

En la ciudad de Chiclayo, hemos sido testigos de cuánto daño y malestar ha causado el Fenómeno El Niño Costero a la población, es así que en una entrevista, el ingeniero sanitario y docente universitario, Valdivia Chacón, manifestó que toda las inundaciones en la provincia de Chiclayo y sus alrededores se debe por la falta de un sistema de drenaje en el cual ayude a evacuar las aguas de lluvia, pues refirió que el drenaje no necesariamente trabaja aprovechando las pendientes que existen en la topografía urbana, sino que en algunos casos también puede requerirse de mecanismos de bombeo para agilizar la eliminación de las aguas de lluvia. [4]

En la actualidad se buscan diferentes alternativas, que ayuden a mejorar las condiciones de las zonas que son afectadas por las lluvias, las cuales son indicio del cambio climático que estamos viviendo hoy en día en el mundo y en todo el Perú. Como respuesta a contrarrestar los

daños causados por las lluvias, nace la propuesta de implementar un sistema de drenaje pluvial y pavimentación en el distrito de Túcume, ya que no cuenta con un sistema de evacuación de aguas pluviales y su pavimentación no está en buen estado, la misma que lo hace vulnerable a inundaciones causadas por las precipitaciones de las lluvias.

En este sentido, se pudo constatar que el Distrito de Túcume, presenta grandes inundaciones y crecidas del agua cuando hay ciclos de pluviosidad de relativa duración e intensidad, lo que genera que la red de desagüe colapse la misma que no tiene la capacidad requerida ante cualquier fenómeno que se presente.

Las calles del distrito quedaron totalmente inundadas, el fango que se formó en las pistas sin pavimentar y cientos de hectáreas de cultivos de arroz dañados fue el panorama que dejaron las lluvias producto del Fenómeno El Niño Costero. [5]

En el distrito de Túcume los centros educativos como “Federico Villareal”, el colegio inicial N° 10227 y el colegio primario N° 10208; resultaron afectados tras las intensas lluvias que azotaron el distrito, pues el agua llegó a los 30 cm de altura en las instalaciones de dichos centros, ocasionando el debilitamiento de las estructuras, cabe señalar además que se tuvo un reporte de 12 viviendas caídas en los sectores Federico Villareal y Nueva Esperanza, la posta médica corrió el mismo destino, en este último el agua alcanzó un metro de altura. [6]

El cementerio “Jardines de la Paz” de Túcume, también fue una de los lugares más afectados tras el Fenómeno El Niño Costero, pues éste cuenta con 120 años de antigüedad, el agua de las lluvias ha destruido tres (3) de los veintiocho (28) pabellones, causando que los restos óseos quedaran expuestos. El agua alcanzó una altura de 60 centímetros. [7]

Es sabido que el distrito en estudio es una zona de atractivo turístico, por sus hermosas pirámides que albergaron a nuestros ancestros, pues esta actividad hace que Túcume, sea reconocida a nivel nacional por todos los amantes de nuestra cultura, la misma que se ha visto afectada por las intensas lluvias y la formación de lodo en las calles que no están pavimentadas en su totalidad; lo cual hace imposible el ingreso al centro arqueológico.

Por ende, ante la inexistencia de un sistema de drenaje pluvial en el distrito de Túcume, se hace imposible la evacuación de las aguas de lluvia, es por ello, que se plantea este proyecto de suma importancia, ya que con la realización del mismo estaremos contribuyendo al desarrollo de diferentes sectores como son:

En cuanto al sector económico, el proyecto permitirá incrementar la oferta y demanda comercial; así como también mejorar la accesibilidad al distrito, ya que se disminuirá los daños al patrimonio tanto público como privado.

La mayor actividad comercial para el poblador del distrito de Túcume, es el sembrío de arroz, este se ve afectado por las lluvias del Fenómeno El Niño Costero, miles de hectáreas de cultivo se echaron a perder trayendo repercusión en la economía, pérdidas para el poblador, ya que el acceso para los camiones era caótico.

La salud es lo más valioso que el ser humano posee, es por ello, que este proyecto ayudará a contribuir con el bienestar de la población, pues se evitará que las aguas producto de las lluvias se empocen en lugares públicos donde se concentra gran cantidad de gente; mitigando la proliferación de todo tipo de insectos, roedores, que causan enfermedades infecciosas, además ayudará a la eliminación de olores putrefactos producto del estancamiento de las aguas, los mismos que causan malestar y daños a la población, generando dolores de cabeza, dolores estomacales, enfermedades infecciones, entre otras.

En el sector educación en el distrito de Túcume, debido a las constantes lluvias, la comunidad estudiantil, niños, jóvenes se han visto afectados con el inicio de sus clases, las cuales se tuvieron que retrasar debido a que los centros educativos se convirtieron en focos infecciosos, las estructuras de dichos centros se vieron afectadas ya que las aguas se empozaron en los techos, porque no contaban con un sistema de evacuación para las aguas de lluvia; haciendo que el ingreso a dichos lugares sea imposible.

Lo que se pretende a nivel transporte, es evitar que las vías públicas queden totalmente inundadas producto de las lluvias y con esto extender la vida útil del pavimento, ya que en tiempo de lluvias como se pudo constatar en el Fenómeno El Niño Costero, todas las calles del distrito, pavimentadas y no pavimentadas en su totalidad quedaron inundadas, lo que hace imposible el tránsito vehicular causando congestión en las vías y malestar en la población.

Desde la perspectiva del conductor, las calles inundadas y sin pavimentar, ocasionan daños en los vehículos causando así el alza de los pasajes en tiempos de lluvia, pues esto no favorece a la población ya que los padres de familia son los más afectados, porque tienen que gastar más de lo planificado en transporte para enviar a sus hijos a su centro de estudios, ya que es la única opción para transportarse.

Por último y no menos importante, el sector ambiental, con este proyecto se busca erradicar los puntos de contaminación que se forman debido a que las lluvias arrastran a su paso lodo, basura, desechos y más, formándose así los llamados focos infecciosos que contamina a nuestro ambiente y a la ciudadanía.

En la actualidad existe un problema con respecto a los residuos sólidos, que son acumulados en las vías públicas, las mismas que no se encuentran pavimentadas, pues estos se convierten en botaderos de basura en parte por la inconciencia de la misma población y por el desinterés de las autoridades. Otras actividades que causan impacto negativo en el medio ambiente, son los molinos, el camal y el mercado de abastos, debido a que, todos los desechos van a parar a las acequias, obstruyendo el curso natural del cauce, provocando desbordes en las acequias.

Los objetivos que contempla este proyecto de tesis, son mencionados a continuación:

El objetivo general es, elaborar el Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación del Cercado de Túcume, Provincia y Departamento de Lambayeque.

Como objetivos específico, contemplamos los siguientes:

Realizar los estudios técnicos en la zona como son: levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio hidrológico, estudio de tráfico.

Evaluar el análisis y diseño del drenaje pluvial.

Evaluar el análisis y diseño estructural de la pavimentación del cercado.

Realizar el diseño de la cámara de bombeo para el proyecto.

Elaborar los Costos, Presupuestos, Especificaciones Técnicas, Memorias de Cálculo, Planos del Proyecto.

Hacer la Evaluación de Impacto Ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Entre la diversidad de bibliografía relacionada con el presente proyecto, se tiene las siguientes:

Trillo L., Arístides R. 2015. “Caracterización del tránsito para el diseño de pavimentos en zonas urbanas. Casos: calles y avenidas de los municipios San Diego y Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela”. Revista INGENIERÍA UC: Universidad de Carabobo Venezuela. [8]

Esta revista, realizó un estudio a nivel internacional sobre el tránsito urbano de las ciudades más importantes de Latinoamérica, llegando a la conclusión que los tipos de vehículos para uso colectivo más usados son el autobús, micro, minibuses con un 85 % de todos los vehículos. Es por ello que se concluyó que el futuro de la movilidad en América latina se basa en el transporte público y por ende se necesita una buena infraestructura de pavimentación. Por ende, se escogió el estado de Carabobo- Venezuela para aplicar una mejora de pavimentación debido a que su infraestructura vial es muy limitada y antigua. Proponiendo adecuar los procesos de diseño y construcción de la estructura de pavimento a los requerimientos de cada caso en particular tal como lo propone AASHTO.

Cuando se analiza el Promedio Diario de Tránsito (PDT) por tipo de vía, se demuestra una variación estadística significativa si se comparan los resultados obtenidos en calles y avenidas de los municipios estudiados.

Pecho Mercado, Yonel Henry. 2011. “Pavimentación y Construcción de Veredas de la Zona Industrial–AA–HH Villa Hermosa y de la Asociación de Vivienda La Esmeralda del Distrito de Marcona– Provincia de Nazca”. Tesis Profesional: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. [9]

Este proyecto, nace con la necesidad de mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y mantener las vías de tránsito en buen estado, por ello la Municipalidad Distrital de Marcona, ha tenido la iniciativa de realizar el proyecto; con el fin de mantener en óptimas condiciones el parque automotor de la ciudad de Marcona, y a su vez, mejorar el servicio de transporte público y particular, así como mejorar el nivel de vida de las personas de dichos sectores.

Granda Acha, Ruly Rolandy. 2013. “Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urb. Angamos”. Tesis De Pregrado: Universidad De Piura. [10]

El sector saneamiento tiene un gran desafío que busca satisfacer la creciente demandad para el tratamiento de aguas y la evacuación de las mismas. Es por ello que surge esta tesis, la misma que idea analizar el drenaje en la ciudad de Piura a través de uno de estos modelos numéricos.

Esta tesis, se compone de varios capítulos, en los cuales abarca los siguientes puntos:

En el primer capítulo nos habla de cómo se ha venido desarrollando el concepto de drenaje urbano y las principales causas de las inundaciones urbanas, siendo la principal la mala gestión del desarrollo urbano

En otro de los capítulos, encontramos todo lo referente al área de estudio, así mismo, se menciona otra causa de inundación urbana, el fenómeno El Niño.

Posteriormente, se llega a una muestra de resultados de la comparación y simulación con los resultados del diseño realizado.

Quiroz, Roger y Bayron Saavedra. 2013. “Drenaje Pluvial de la ciudad de Tumán ante un Eventual Fenómeno del Niño”. Tesis Profesional: Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [11]

La presente Tesis plantea el drenaje en la Ciudad de Tumán, basándose en la investigación detallada de los efectos de inundación.

En el capítulo II, hace referencia a las lluvias intensas y al fenómeno de “El Niño” como la causante principal de la inundación urbana que llevan a consecuencias graves por no tener un sistema de drenaje pluvial.

Rojas Paolo, Humpiri Vladimir. 2016, “Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación software SWMM” Tesis Profesional: Universidad Nacional del Altiplano. [12]

La presente tesis, se realizó con la idea de proveer el servicio de drenaje pluvial, la cual quedó paralizada por encontrarse irregularidades en la aprobación dl expediente técnico y faltas de diferente índole; es por esta razón que se ha evaluado los componentes determinantes del expediente técnico (Estudio de topografía e hidrología, principalmente) con la finalidad de

analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente.

Como resultado de esto, se obtuvo un nuevo diseño del proyecto a través del modelamiento por computador con el software SWMM. Asimismo, se ha realizado una verificación con las normas y reglamentación que se tienen que cumplir para el diseño de un proyecto de este tipo.

Por ello, se llegó a la conclusión que los estudios básicos de ingeniería en el expediente técnico han sido desarrollados con un sustento técnico deficiente. El diseño que se obtuvo en el proyecto de tesis, garantiza el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial, con inundaciones de poca duración que afectan mínimamente a su entorno.

Ávila, Humberto. 2012. “Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático - caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia”. Revista De Ingeniería. Universidad de Los Andes Colombia. [13]

En la ciudad de barranquilla encontramos un importante problema de drenaje pluvial, a consecuencia de que 100 km de la malla vial, incluyendo vías principales, se inundan en temporada de lluvias, llegando a niveles de 30 a 100 m³/s. Debido a ello este artículo hace referencia a la situación actual de la ciudad, de la problemática, y de algunas posibles soluciones de drenaje pluvial urbano acondicionado a la ciudad

El artículo, da a conocer que la expansión urbana no es el único motivo de los impactos sobre el entorno natural. Si no se debe, la vida urbana, genera alta contaminación que son transportados por los cuerpos naturales receptores a través de los alcantarillados convencionales.

Otra de las problemáticas expuestas es que los sistemas de alcantarillado pluvial de ciudades tienen poca capacidad hidráulica y control de la contaminación al mediano y largo plazo. Por ello, es necesario integrar el manejo de cuencas urbanas y el control de descargas como parte de las acciones requeridas hacia una visión de ciudad sostenible.

La sostenible tecnología del drenaje urbano, responde el requisito de adaptabilidad de las cuencas urbanas para el manejo ambiental e hidrológico al cambio climático.

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

Ley De Recursos Hídricos N° 29338

La ley presente tiene como finalidad normalizar la gestión y uso integrada del agua, ver el actuar del Estado y particularidades de dicha gestión, como también en los bienes que se asocian a esta. [14]

En el artículo 119° (Programas de control de avenidas, desastres e inundaciones)

Los programas integrales de control de avenidas son fomentados por los consejos de cuencas respectivos conjuntamente con La Autoridad Nacional, prevención de daños por inundaciones y desastres naturales o artificiales o por impactos del agua y asociados, promoviendo la coordinación de acciones institucionales, operativas y estructurales necesarias. [15]

Ley General Del Ambiente N° 28611

La Ley presente, ordenada por el marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú.

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. [16]

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. [17]

Norma CE.010. PAVIMENTOS URBANOS. 2010. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Esta Norma tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de

vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio. [18]

Dicha norma nos brinda exigencias y requisitos para el análisis mínimo, diseño, construcción, materiales, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos en general.

Norma E.050. SUELOS Y CIMENTACIONES. 2006. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

La norma tiene como objetivo establecer requisitos para ejecutar estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificios y otras obras indicadas en esta norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras promover la utilización racional de los recursos. El ámbito de aplicación de la norma comprende todo el territorio nacional. Las exigencias de esta norma se consideran mínimas. [19]

Norma OS.060. DRENAJE PLUVIAL URBANO. 2006. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana. [20]

Además de ello menciona que, los trabajos con referencia al drenaje pluvial urbano en temas de conducción, recolección, y disposición final del agua de lluvias se regirán bajo disposiciones legales y reglamentaciones dadas por este capítulo del reglamento nacional de edificaciones.

REDES DE AGUAS RESIDUALES 2010. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

El objetivo de esta norma, es fijar las condiciones exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales funcionando en lámina libre. En el caso de conducción a presión se deberá considerar lo señalado en la norma de líneas de conducción. [21]

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. [22]

III. METODOLOGÍA

En este trabajo se recopilará información de la zona aplicada del proyecto en base a conversaciones con las personas que viven en el distrito con la finalidad de conocer la realidad y las condiciones en las que habitan. Posteriormente también se obtendrán información de primera mano dada por las autoridades de distrito en estudio.

Observación directa:

Mediante las visitas realizadas al distrito de Túcume, zona de estudio, se observan las variables en su contexto natural, para la recopilación de la información necesario para la elaboración del proyecto.

Análisis de contenido:

Interpretando y sistematizando la información obtenida de diversas fuentes (planos, programas, ensayos bibliográficos, etc.)

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación será descriptiva, debido a que se requiere de una minuciosa descripción de las condiciones en las que actualmente se encuentra la zona de estudio y esto se llevará a cabo a través de recolección de datos obtenidos en campo, los mismos que se someterán a un análisis en el que se mide y evalúa diferentes aspectos concernientes al proyecto de ingeniería.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicada, debido a que se tendrá que sustentar en fin a resultados obtenidos de las investigaciones y a partir de estos se aplica para poder obtener los objetivos propuestos.

3.2 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

El distrito de Túcume, tiene una población de 22805 hab., de los cuales, 10000 habitantes representan nuestra muestra, los mismos que corresponden al cercado Túcume, a su vez se tiene una extensión de terreno para este proyecto de 67.50 hectáreas para poder realizar nuestro muestreo a lo largo de dicha área.

En toda esta extensión de hectáreas, se realizarán los estudios que se tiene planteado para llevar a cabo este proyecto, como son, levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tráfico, estudio hidrológico y la evaluación de impacto ambiental.

Tabla N°01 Población Por Sexo

Centro Poblado	Sexo	Población
Túcume	Hombres	4930
	Mujeres	5070
TOTAL		10000

Fuente: Instituto Nacional De Estadística e informática (INDECI)

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICAS

Estudio de Tránsito.

Levantamiento Topográfico.

Estudio de Mecánica de Suelos (EMS).

Estudio del diseño de pavimento.

Estudio Hidrológico.

3.3.2 INSTRUMENTOS

Estudio de Tránsito.

Tabla de conteo vehicular – Formato de clasificación vehicular (MTC)

Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos (EMS)

Contenido de Humedad (NTP 339.127):

Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente. [23]

Análisis Granulométrico (NTP 339.013): Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. [23]

Límite Líquido (NTP 339.129): Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo. [23]

Límite Plástico (NTP 339.129): Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido. [23]

Peso Específico (NTP 339.131): El peso específico de un cuerpo o sustancia, es la relación que existe entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso. [23]

C.B.R. (California Bearing Ratio) (NTP 339.145): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. [23]

Próctor Modificado (NTP 339.141): tiene por finalidad, determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado. [23]

Corte Directo (NTP 339.171): el objetivo, es hallar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, valor que, será muy útil para el cálculo de la capacidad portante. [23]

Levantamiento Topográfico

Curvas de nivel: muestran el relieve que posee el terreno, a través de las cotas en los diferentes puntos del levantamiento topográfico que se lleve a cabo.

Perfil Longitudinal: representación gráfica de una parte del terreno, el cual se realiza para saber los desniveles existentes entre los puntos tomados en el proyecto.

Estudio Hidrológico

Registros pluviométricos obtenidos de SENAMHI.

Programas de Cómputo

Microsoft Office: MS Project, Excel, Word, Power Point.

Programas de Ingeniería

AutoCAD.

Civil 3D.

S10.

Hec-Ras.

Global Mapper.

HCanales

ArcMap

Google Earth.

Equipos Topográficos

GPS Diferencias (GS16)

Trípode.

Miras.

3.4 PLAN DE PROCESAMIENTO DE DATOS

FASE I

Visita a la zona del proyecto y recolección de información.

Efectuar las coordinaciones con las autoridades competentes.

Recopilación de información bibliográfica y antecedentes de la zona de estudio.

Revisión de la normativa nacional vigente referente al proyecto.

Estudio de Tráfico (IMDA).

FASE II

Realizar el Levantamiento Topográfico de la zona del Proyecto.

Elaborar los Planos Topográficos del Proyecto.

Toma de muestras para ensayos de Mecánica de Suelos.

Realizar los ensayos de Mecánica de Suelos.

Realizar el Estudio Hidrológico.

Recopilación de datos para la Evaluación del Impacto Ambiental.

FASE III

Realizar el análisis y evaluación del diseño del Drenaje Pluvial.

Realizar el análisis y evaluación del diseño de la pavimentación del Proyecto.

Realizar el diseño de la cámara de bombeo.

Elaborar la memoria descriptiva del Proyecto.

Elaborar las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

Elaboración de Memoria de Cálculo.

Elaborar los Metrados, Costos y Presupuestos del Proyecto.

Elaborar los Planos Definitivos.

Procesamiento de Datos para la Evaluación del Impacto Ambiental.

Revisiones Parciales por parte del Asesor.

FASE IV

Elaboración del informe Final de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Conclusiones y recomendaciones.

3.5 PROCEDIMIENTOS

3.5.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO.

El presente estudio de tráfico, tiene por objetivo cuantificar, clasificar y conocer el volumen de tránsito que circulan por las calles del distrito de Túcume, cuyos resultados serán empleados en el proyecto de Tesis denominado: “Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017”

El estudio de tráfico es muy importante para el diseño de pavimentación del cercado de Túcume, pues este estudio hace referencia al volumen de tránsito y movimiento que se suscita

en la zona de estudio, lo que nos va a ayudar a conocer el comportamiento, así como también tener clara su demanda.

Para este estudio, el tráfico es de tiempo real y la tasa de crecimiento se determina en función a los resultados de los beneficios que da el proyecto y el impacto que se obtendrá económicamente del área del proyecto

El método que se utilizó en este estudio de tráfico, fue el conteo vehicular y su respectiva clasificación en una sola estación (E1), la misma que es establecida a criterio del tesista. En dicha estación se realizaron conteos durante 7 días, en el horario de 7 am a 7 pm. Los conteos vehiculares, nos brindan información sobre la cantidad y el tipo de vehículos que circulan en la zona del proyecto.

El cálculo del índice medio diario (IMD), se inicia con el conteo volumétrico y clasificación vehicular en el transcurso de los 7 días establecidos, posteriormente se realiza un reajuste con un factor de corrección estacional que depende del peaje más cercano al área de estudio, considerando además el mes de aforo; luego realizamos el cálculo de la tasa de crecimiento de PBI y la tasa de crecimiento poblacional, que se aplicarán para los vehículos ligeros y pesados.

En cuanto al censo de carga, se llevará a cabo para conocer los factores destructivos del pavimento por los vehículos que contienen cargas pesadas que circulan por la vía.

Para realizar el respectivo cálculo de los factores de equivalencia de carga (FEC) de cada grupo de ejes, se ha considerado la metodología originada en la carretera experimental AASHTO, la misma que es avalada por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

3.5.1.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información básica para la elaboración del estudio de tránsito, procede de dos fuentes: primarias y secundarias.

La información de origen primario, corresponde al levantamiento de información de campo, que permitirá actualizar, verificar y/o complementar la información secundaria que se tenga disponible. Como información primaria se tiene: los conteos de tráfico realizados por día y semanas, en el caso específico para el proyecto, se realizó el conteo vehicular por un periodo de siete (7) días.

Para llevar a cabo estas actividades fue necesario hacer el reconocimiento de la zona de estudio, para determinar el lugar de la estación para el control de tráfico; así mismo fue

necesario hacer el uso de una ficha en la cual se llevaba el conteo de vehículos según día, hora y dirección del flujo vehicular.

En cuanto a las fuentes secundarias, estas corresponden a la información obtenida referente al tráfico u otra de carácter complementario proveniente de instituciones públicas y privadas, como del Índice Medio Diario Anual (IMDA) y de los factores de corrección, los mismos que se encuentran en documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

3.5.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El presente informe topográfico, tiene por objetivo describir los trabajos de campo y gabinete que han sido ejecutados en la zona de estudio y a su vez forma parte esencial de los estudios definitivos del proyecto de tesis denominado, “Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación del Cercado de Túcume, Provincia y Departamento de Lambayeque, 2017”.

Realizar el levantamiento topográfico en el distrito de Túcume, es una tarea trascendental, pues a raíz de este estudio, obtendremos los planos topográficos, así como también los perfiles de las diferentes calles del cercado, los mismo que sirven de base para llevar a cabo la ejecución de un proyecto de ingeniería de tal magnitud.

El levantamiento topográfico se desarrolla dentro del marco del trabajo de topografía al detalle.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las actividades mencionadas a continuación:

Recopilación de información.

Reconocimiento y foto de identificación de puntos de control terrestre.

Lectura de puntos de control terrestre.

3.5.2.1 RECORRIDO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

El trabajo de levantamiento topográfico, se inicia con un recorrido previo para conocer la zona de estudio, posteriormente a ello se procede a la lectura de los puntos Geodésicos obtenidos del equipo de topográfica (GPS diferencial), dicho levantamiento está referido al sistema WGS-84, ubicado en la zona 17S de la red Geodésica.

Realizándose un levantamiento topográfico por toda el área de influencia del proyecto como lo es el cercado de Túcume, lugar donde se está planteando la tesis mencionada.

3.5.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar el control terrestre, se contó con la información siguiente:

Plano catastral de la zona de estudio, brindado por la municipalidad distrital de Túcume.

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse y dar cumplimiento de lo requerido en los términos de referencia; se ha empleado un equipo electrónico de alta precisión como es el GPS diferencial, en el cual se fue almacenando la información codificada que luego es convertida en datos que se exportan al programa de ingeniería (Civil 3D 2018) para realizar los trabajos concernientes a dicho proyecto.

3.5.2.3 PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Lo primero que se debe tener en cuenta, es nuestra área de influencia, para poder hacer una planificación y ver desde que zona podemos iniciar dicho trabajo, se debe tener en consideración que el equipo topográfico usado para el levantamiento, como es el GPS diferencial, debe estar debidamente calibrado y contar con un certificado que valide dicha calibración, ya que de esta manera estaremos seguros de tomar la lectura de los puntos de forma correcta y precisa.

Para realizar el levantamiento topográfico del cercado de Túcume, se efectuaron los siguientes pasos:

El equipo topográfico como es el GPS diferencial, se ubicó en una zona alta, como es la azotea de la municipalidad distrital de Túcume, siendo un lugar adecuado para el buen funcionamiento del equipo, ya que trabaja en base a señales emitida por satélites.

Se dio con el inicio de las lecturas en la acequia el Pueblo, localizada en la entrada al distrito.

Se hizo el levantamiento de un margen considerable de las acequias como son el Pueblo y el Pavo.

En cuanto a la lectura de puntos en las avenidas y calles del distrito, se fueron tomando un mínimo de tres (3) lecturas como es el margen izquierdo, margen derecho y a su vez tomando

otros puntos en el centro de la calzada.

Se hizo el levantamiento de todos y cada uno de los buzones existente tanto en calles y avenidas pavimentadas y no pavimentadas.

Se consideró, además, tomar lectura de puntos denominados BM's con la intención de un replanteo a futuro.

Como resultado final del estudio topográfico, obtendremos los planos planimétricos (las curvas de nivel), generadas producto de los puntos tomados en campo, así mismo podremos obtener los planos altimétricos (perfiles longitudinales y transversales de las calles).

3.5.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El presente estudio de suelos, tiene por objetivo proporcionar los parámetros de resistencia necesarios para efectuar el diseño de la pavimentación, para el proyecto de Tesis denominado: “Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017”

Es por ello que, al realizar estos ensayos, vamos a saber cuáles son las características físicas y mecánicas del terreno que se está estudiando, a su vez, podremos saber su composición estratigráfica, es decir las capas o estratos de diferentes características que lo componen en su profundidad.

Una vez que ya hemos delimitado nuestra zona de estudio en el ítem anterior, realizamos un recorrido para saber la ubicación exacta de las exploraciones, esto debido a que, en el distrito de Túcume existen calles pavimentadas y la exploración en dichos lugares es imposible, es por ello que se optó por realizar las calicatas en las calles no pavimentadas y a su vez en terrenos que hasta la fecha no están habitados.

El número de exploraciones, está delimitado en la norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, el cual nos especifica que, se debe realizar las exploraciones a una distancia mínima de 100 m y como máximo 500 m; tomando como base lo dicho por la norma, se ha realizado veintiséis (26) exploraciones a cielo abierto, con profundidades entre 1.30 a 1.75 m.

Todas las muestras obtenidas de las exploraciones a cielo abierto, han sido llevadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo (Usat), para

su respectivo estudio y obtener parámetros del suelo para poder diseñar la pavimentación del distrito.

3.5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROYECTO

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante el método de exploración directa, habiendo realizado veintiséis (26) calicatas a cielo abierto, las mismas que han sido distribuidas de tal forma que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos en dicha zona del proyecto.

3.5.3.1.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Con la finalidad de definir las características del subsuelo de la zona en estudio, se realizaron veintiséis (26) calicatas o pozo a cielo abierto, con una profundidad promedio de 1.30 – 1.75 m respectivamente:

3.5.3.1.2 MUESTREO DISTURBADO

Se tomaron muestras representativas de cada una de las veintiséis (26) calicatas, de las cuales se lograron extraer muestras del suelo en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

Se extrajo asimismo muestra representativa de los sectores en estudio para la realización de ensayo como: clasificación granulometría por tamizado, contenido de humedad, límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), índice de plasticidad, gravedad específica (GS), proctor modificado, corte directo y Californian Bearing Ratio (CBR).

3.5.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para realizar el estudio hidrológico, necesitamos contar con una estación meteorológica, la misma que nos brindará las precipitaciones en dicha zona. Pero en el caso del distrito de Túcume, no se cuenta con una estación meteorológica, por lo tanto, se ha creído conveniente tomar como referencia una estación cercana a la zona del proyecto; esta estación meteorológica es la estación de Jayanca (La Viña), de la cual se ha tomado los datos referentes a las precipitaciones pluviales con una antigüedad de 25 años, como la norma lo especifica.

El estudio comprende la determinación de la tormenta de diseño, la misma que abarca:

El cálculo de las precipitaciones en un periodo de tiempo determinado.

Determinar los tiempos de concentración.

Calcular el periodo de retorno para rematar con la obtención de las intensidades máximas.

Por último, se realizará la elaboración de las Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia).

3.5.4.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Toda la información referente a las condiciones climáticas y a la meteorología de la zona del proyecto, provienen directamente de los registros de estaciones climáticas y pluviométricas del SENAMHI.

Así mismo, el distrito de Túcume, lugar donde se va a desarrollar el proyecto, no cuenta con una estación meteorológica, por lo tanto, se ha creído conveniente tomar como referencia una estación meteorológica cercana a la zona del proyecto; dicha base meteorológica es la estación de Jayanca (La Viña), de la cual se ha tomado los datos referentes a las precipitaciones pluviales con una antigüedad de 25 años, teniendo en consideración la norma OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano” del reglamento nacional de edificaciones del Perú.

3.5.5 DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS

Los pavimentos están formados por un conjunto de capas superpuestas de manera relativamente horizontal, que se diseñan y se construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Para garantizar que las vías del distrito de Túcume, ofrezcan un nivel de serviciabilidad adecuado el mismo que genere bienestar, confort y seguridad en diferentes aspectos sociales, comercio, turismo y al transporte urbano, es necesario contar con vías que se encuentren en buen estado y que se ajusten a las diferentes condiciones tanto de tránsito, nivel de importancia y tipo de terreno.

Con el fin de obtener vías que se acomoden a las condiciones a las cuales serán sometidas, se realiza un análisis técnico comparativo del diseño de los pavimentos, considerando entre ellos el pavimento flexible, rígido e intertrabado siguiendo los lineamientos de la norma técnica peruana CE. 010 “Pavimentos Urbanos” y también la guía AASHTO 93.

El presente informe tiene como objetivo, realizar un análisis técnico comparativo de las diferentes alternativas de diseño de los pavimentos, con una proyección de diseño de 20 años

para el distrito de Túcume, el cual nos permita sustituir el pavimento actual el mismo que no está en condiciones adecuadas, las cuales se han visto reflejadas en el Fenómeno El Niño Costero (FEC). Para hacer el diseño de las diferentes alternativas de pavimento, es necesario hacer un análisis de tránsito proyectado a un periodo de 20 años, luego se hará una conversión a ejes equivalentes (EE), además de los diferentes resultados de los ensayos de suelos que nos determinarán las condiciones de las Subrasante, incluyendo los resultados del CBR.

3.5.6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

En la actualidad han surgido muchos problemas en todo el mundo, debido al cambio climático drástico que se ha suscitado por la gran actividad industrial que ha generado el hombre en muchas ciudades. Es por ello que se busca diversas maneras de mitigar los daños causados, producto de la desenfrenada contaminación de la actividad humana.

Si nos remontamos al año 2017, hemos sido testigos de cuánto daño han causado los fenómenos naturales a diferentes regiones de nuestro país, siendo la región de la costa la más perjudicada ante estos eventos, debido a que dicho sector no está preparado para contrarrestar tal fenómeno. Es por ello que, Fenómeno El Niño Costero (FEC), ha dejado un gran impacto ambiental, ya que las aguas de las lluvias se empozan y no son desembocadas a tiempo, generando mucha proliferación de insectos, moscos y causando enfermedades en la ciudadanía.

El proyecto de “Diseño del drenaje pluvial y pavimentación del cercado de Túcume, provincia y departamento de Lambayeque, 2017” contempla la pavimentación del cercado de Túcume y a su vez un sistema de drenaje de pluvial, como medida para mitigar la proliferación de bichos y que la ciudadanía viva en un ambiente limpio y sano.

El sistema de drenaje pluvial, es de gran ayuda para las ciudades de la costa, por lo que son zonas planas, de esta manera se evitará que las aguas provenientes de las lluvias se empocen y genere inundadas causando pánico en la ciudadanía por no poder transitar de forma limpia y sin olores.

3.5.6.1 ANTECEDENTES

La evaluación del impacto Ambiental, es el procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno. La evaluación del impacto ambiental surge a finales de los 60 en Estados Unidos con el nombre de “estudio de impacto ambiental”. El EIA introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o

indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Todo esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

En el Perú, en el año 1990: Mediante Decreto Legislativo No.613 se promulga el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Capítulo III, en referencia a la Protección al Ambiente (Artículo 8°), establece que toda actividad debe elaborar su EIA. La aplicación de esta norma, se inició en las empresas privadas, enmarcadas a la actividad minera, dentro del Ministerio de Energía y Minas (1997).

Se define dos instrumentos de manejo y control de los impactos causados al medio ambiente: PAMA y EIA, esto toma una mayor importancia para el 2001 donde se aprueba la ley de SEIA y se generaliza para cualquier actividad humana que genera alteración ambiental.

3.5.7 DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS

La presente tesis contempla, el diseño del drenaje pluvial y pavimentación del distrito de Túcume, sin embargo, a medida que el proyecto se iba realizando, se detectó la necesidad de implementar el diseño de obras hidráulicas para el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas pluviales.

Las obras hidráulicas que va a complementar este proyecto son:

Una cámara de rejas, la cual tiene como objetivo retener la basura, materiales sólidos gruesos que pueden afectar el buen funcionamiento de las obras posteriores.

Un sedimentador, que tiene como objetivo la decantación de partículas inferiores a 0.2 mm y superiores a 0.05 mm, así lo establece la norma vigente OS.090.

La tercera obra hidráulica es una cámara de bombeo, la cual, tiene por finalidad almacenar las aguas de lluvia, para su posterior rebombeo, mediante el uso de bombas las cuales estarán acondicionadas en una estructura llamada caseta de bombeo.

Se justifica el diseño de las obras hidráulicas mencionadas, ya que gracias al estudio topográfico realizado en el distrito de Túcume, y apoyándonos en el programa de ingeniería, Civil 3D, pudimos darnos cuenta de que estábamos en un terreno con una topografía plana, que carece de pendientes adecuadas para hacer una evacuación de las aguas de lluvia a través de un sistema por gravedad.

3.5.7.1 UBICACIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS

Para determinar la ubicación de las obras hidráulicas, se realizó un diseño de diagrama de flujos, el cual consiste en recolectar las aguas de lluvia de las zonas más altas y conducir las a las zonas más bajas, este proceso se realizó delimitando cuatro (4) subcuencas a lo largo de las 67.50 hectáreas de terreno que comprende nuestro proyecto.

La delimitación de estas subcuencas, están en función de los perfiles longitudinales de cada una de las calles, en los cuales podemos ver a través de las cotas el recorrido que tendrá cada una de estas subcuencas.

Los perfiles longitudinales en las calles, se obtienen mediante el levantamiento topográfico, apoyándonos en el programa de ingeniería Civil 3D, este software es de mucha importancia ya que, haremos coincidir las cotas de las calles en sus intersecciones, para de esta manera tener un flujo continuo.

Para la ubicación de las obras hidráulicas, también deben considerarse otros factores, como:
Condicionamiento del sitio.

Nivel de evacuación o drenaje del terreno.

Menor altura promedio entre los puntos de succión y de bombeo.

Cotas de acceso por encima de las cotas de inundación.

Por lo tanto, considerando los factores anteriormente expuesto, la ubicación de las obras hidráulicas tendrá lugar en la zona más baja de todo el distrito de Túcume, cerca al punto de evacuación de las aguas pluviales, dicho terreno es la única alternativa para acondicionar las obras hidráulicas, basándonos en el trazado del diagrama de flujos.

Cabe mencionar que el terreno en donde se ubicarán las obras hidráulicas, es de propiedad de terceros, sin embargo y debido a la gran importancia e impacto social que tendrá este proyecto, la municipalidad del distrito de Túcume, podrá hacer una compra futura al propietario del terreno por un área de 4000 m², la misma que será suficiente para albergar todo este sistema hidráulico, teniendo como única finalidad la evacuación rápida y segura de las aguas de lluvia. **(Ver anexo N°03 FOTOGRAFÍA N° 3.5: Ubicación Satelital del terreno para las estructuras hidráulicas).**

3.5.7.2 EVACUACIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES

Una vez que hemos definido la ubicación de las estructuras hidráulicas, el siguiente paso y no menos importante, es tener el lugar apropiado para hacer la evacuación de las aguas pluviales que previamente hayan sido almacenadas en la cámara de bombeo.

El lugar elegido para realizar la evacuación de las aguas pluviales del distrito de Túcume, a causa de las fuertes lluvias que se susciten, será la acequia “El Pueblo”, sin embargo, para poder verter las aguas pluviales a la acequia, debemos contar con una autorización y permiso de la entidad a cargo, la cual, es la **COMISIÓN DE USUARIOS DEL SUB SECTOR HIDRÁULICO DE TÚCUME**, presidida por el presidente electo, el señor, José Rogelio Sandoval Baldera. (Ver anexo N°01 DOCUMENTACIÓN N° 1.7: Constancia de autorización de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de Túcume.)

3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N°02 Matriz De Consistencia

Matriz De Consistencia							
Situación Problemática	Formulación Del Problema	Hipótesis	Objetivo General	Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Diseño De Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017.	¿Cuál Sería El Diseño De Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017?	El buen diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación Del Cercado De Túcume, ayudará al desarrollo de la ciudad evitando grandes inundaciones así como también, brindará un correcto funcionamiento en cuanto a la accesibilidad vehicular y peatonal de las calles, y a la apropiada evacuación de las aguas pluviales en épocas de lluvia.	Elaborar el Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque.	Diseño del drenaje pluvial y pavimentación.	Estudio De Tráfico	Vida Útil	Norma CE.010 del RNE
						Volumen de Tránsito	
						Tipo de Pavimento	
					Estudio De Topografía	Pendientes	Estación Total, Eclímetro
						Secciones Transversales	Estación Total, GPS
						Perfil Longitudinal	Estación Total, GPS
						Curvas De Nivel	Estación Total, GPS
					Estudio De Mecánica De Suelos	Análisis Granulométrico	Tamices
						Contenido de Humedad	Balanza, horno, recipientes
						Resistencia al Corte (CBR)	Molde de compactación, martillo, espátula metálica
						Límites de Atterberg	Cuchara de Casa Grande
					Estudio Hidrológico	Precipitación	SENAMHI, ANA
						Coef. De	SENAMHI, ANA
						Periodo De Retorno	SENAMHI, ANA
						Intensidad De Lluvia	SENAMHI, ANA
Evaluación Medio Ambiental	Contaminación del Agua	Matriz de Leopold, PAMA					
	Contaminación del Aire						
	Contaminación del Suelo						

Fuente: Elaborada por el autor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

4.1.1 VOLUMEN VEHICULAR

En la siguiente tabla, se muestra la cantidad de vehículos en ambos sentidos que transitan, tomados en un periodo de siete (7) días desde las 7 am hasta las 7pm.

Tabla N°03 Conteo Vehicular Por Clase De Vehículo Y Por Día (A/S)

DÍAS	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
AUTO	33	42	35	22	26	16	29	10	16	25	29	16	20	26
CAMIONETA PICK UP	10	15	11	13	19	22	16	26	29	21	19	10	13	16
CAMIONETA RURAL (Combi)	28	22	27	20	31	16	25	28	11	19	22	28	13	11
BUS B3-1	2	2	3	4	3	3	4	1	3	2	4	3	5	4
CAMIÓN C3	2	1	2	4	1	2	3	4	1	3	4	2	2	3
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1
SUB-TOTAL	76	84	79	65	81	61	79	70	62	72	80	60	55	61
TOTAL	160		144		142		149		134		140		116	

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

El IMD fue tomado entre los días 03/09/2018 al 09/09/2018, logrando obtener una cantidad considerable de vehículos por día, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla N°04 Conteo de Tráfico Durante Siete Días

Conteo del tráfico durante siete días - mes de Septiembre							
Tipo de Vehículo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
AUTO	75	57	42	39	41	45	46
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116

Fuente: Elaborada por el autor.

Gráfico N°01 Conteo de Tráfico Durante Siete Días



Fuente: Elaborada por el autor

4.1.3 ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)

Tabla N°05 Índice Medio Diario Semanal

Cálculo del IMDs									
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo		
AUTO	75	57	42	39	41	45	46	345	49
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29	240	34
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24	301	43
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9	43	6
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5	34	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3	22	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116	985	141

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.4 FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

Estos valores, serán tomados según el tipo de vehículo y el mes en el cual se haya llevado a cabo dicho conteo vehicular; en este caso el mes donde se llevó a cabo el conteo vehicular fue el mes de setiembre.

Tabla N°06 Factor De Corrección Estacional

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN	CÓDIGO	REGIÓN	MES	FC
VEHÍCULOS LIGEROS	MOCCE	P039	LAMBAYEQUE	SEPTIEMBRE	1.04
VEHÍCULOS PESADOS	MOCCE	P039	LAMBAYEQUE	SEPTIEMBRE	1.00

Fuente: Oficina de Planeamiento y Presupuesto del MTC

4.1.5 ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El índice Medio Diario Anual, se calcula a través de la siguiente expresión.

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} \times \text{FC}$$

$$\text{IMDs} = \sum \left(\frac{V_i}{7} \right)$$

Donde:

IMDs : Índice Medio Diario Semanal (muestra vehicular tomada)

IMDa : Índice Medio Anual

Vi : volumen vehicular diario de c/u de los días de conteo

FC : Factor de Corrección Estacional

Tabla N°07 Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Cálculo del IMDa											
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo				
AUTO	75	57	42	39	41	45	46	345	49	1.042	51
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29	240	34	1.042	36
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24	301	43	1.042	45
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9	43	6	1.004	6
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5	34	5	1.004	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3	22	3	1.004	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116	985	141		146

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.6 DEMANDA PROYECTADA

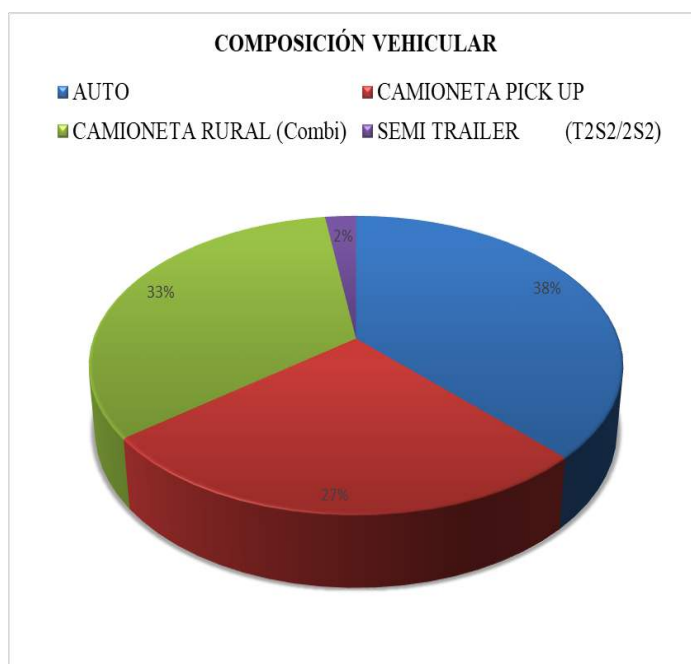
4.1.6.1 DEMANDA ACTUAL (TO)

El flujo vehicular actual en la calle Santa Rosa del Distrito de Túcume, está dado por vehículos ligeros (auto, pick up, combi) con un 90.41 %, por otro lado, en el rubro de los vehículos pesados se tiene que el vehículo predominante son los buses con un 4.11 %, los semi tráiler es tan solo 2.05 % siendo el vehículo con menos acogida en dicha vía.

Tabla N°08 Tráfico Actual Por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
AUTO	51	34.93
CAMIONETA PICK UP	36	24.66
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	30.82
BUS B3-1	6	4.11
CAMIÓN C3	5	3.42
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	2.05
IMD	146	100.00

Fuente: Elaborada por el autor.

Gráfico N°02 Tráfico Actual Por Tipo de Vehículo

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.6.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PBI

Tabla N°09 Tasa de Crecimiento Poblacional

$r_{vp} =$	1.50	Tasa de Crecimiento Anual de Lambayeque	(para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	2.20	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Lambayeque	(para vehículos de carga)

Fuente: INEI

4.1.6.3 TIEMPO DE PROYECCIÓN DE PROYECTO (N)

La cantidad de años para los que se ha proyectado el proyecto es de 10años.

4.1.6.4 DEMANDA PROYECTADA (TN)

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

Donde:

$T_n =$ Tránsito proyectado al año en vehículo por día

$T_0 =$ Tránsito actual (año base) en vehículo por día

$n =$ año futuro de proyección

$r =$ tasa anual de crecimiento de tránsito

4.1.6.4.1 PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN SIN PROYECTO

Tabla N°10 Proyección De Tráfico – Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	146	146	149	150	152	154	156	159	163	166	167
AUTO	51	51	52	53	53	54	55	56	57	57	58
CAMIONETA PICK UP	36	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51
BUS B3-1	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
CAMIÓN C3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4

Fuente: Elaborada por el autor

4.1.6.4.2 PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN CON PROYECTO

Tabla N°11 Proyección De Tráfico – Situación Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	146	146	149	150	152	154	156	159	163	166	167
AUTO	51	51	52	53	53	54	55	56	57	57	58
CAMIONETA PICK UP	36	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51
BUS B3-1	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
CAMIÓN C3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Tráfico Generado	0	75	76	77	78	78	80	82	83	85	85
AUTO	0	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29
CAMIONETA PICK UP	0	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21
CAMIONETA RURAL (Combi)	0	23	23	23	24	24	24	25	25	26	26
BUS B3-1	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
CAMIÓN C3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
IMDA TOTAL	146	221	225	227	230	232	236	241	246	251	252

Fuente: Elaborada por el autor.

4.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.2.1 PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En esta etapa se procesa los datos tomados con el GPS diferencial, para su posterior exportación al programa de ingeniería Civil 3D, en el cual, se hará las triangulaciones correspondientes de manera que las curvas de nivel no se tiendan a cruzar. Cada uno de los puntos levantados en campo se especifican con su determinada descripción, sus coordenadas (este, norte) y su respectiva elevación.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la manera como se ha trabajado los puntos del levantamiento topográfico.

Tabla N°12 Puntos de Levantamiento Topográfico – Túcume

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2	Dren 1	625868.2729	9279878.906	40.831
3	Dren 1	625868.6671	9279880.028	38.352
4	Dren 1	625868.9309	9279881.57	38.371
5	Dren 1	625869.3925	9279883.339	40.891
11	Dren 1	625859.6514	9279877.306	40.773
12	Dren 1	625859.637	9279878.799	38.310
13	Dren 1	625859.5586	9279880.304	38.314
14	Dren 1	625859.5921	9279879.631	38.311
15	Dren 1	625859.4879	9279881.826	40.683
16	Dren 1	625848.6339	9279882.57	40.912
17	Dren 1	625848.4076	9279881.304	38.271
18	Dren 1	625847.9462	9279879.65	38.275
19	Dren 1	625847.7743	9279878.294	40.060
35	Dren 1	625813.068	9279883.914	40.621
36	Dren 1	625813.2688	9279885.35	38.163
37	Dren 1	625813.4352	9279886.058	38.162
38	Dren 1	625813.4974	9279886.753	38.164
39	Dren 1	625813.7052	9279888.229	40.611
40	Dren 1	625790.5815	9279891.655	40.642
42	Dren 1	625790.2268	9279889.939	38.102
43	Dren 1	625789.9655	9279889.311	38.108
44	Dren 1	625789.7876	9279888.814	38.119
45	Dren 1	625789.5553	9279887.48	40.639
46	Dren 1	625776.9802	9279890.339	40.571
47	Dren 1	625777.5172	9279891.568	38.060
48	Dren 1	625777.8752	9279892.338	38.041
49	Dren 1	625778.1553	9279893.022	38.062
50	Dren 1	625778.6785	9279894.442	40.621

Fuente: Elaborada por el autor.

4.2.2 COORDENADAS DE BMS

Respecto a los puntos denominados BMs, a lo largo de todo el levantamiento topográfico se obtuvieron trece (13) BMs, dichos puntos sirven como estaciones referenciales, necesarias para trabajos topográficos de replanteo, cuyas coordenadas y elevaciones se muestran a continuación.

Tabla N°13 Coordenadas de BMs

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
129	BM-01	625858.2043	9279937.965	40.6267
245	BM-02	626191.6331	9280016.754	40.7902
402	BM-03	625859.8903	9280426.953	41.4027
493	BM-04	625949.0704	9280166.687	40.5564
520	BM-05	626046.2137	9280130.084	40.4529
609	BM-06	626270.0689	9280149.74	42.2209
715	BM-07	626202.2713	9280254.111	41.1235
929	BM-08	626299.2083	9280292.723	43.4084
998	BM-09	626454.8281	9280275.714	42.9381
1273	BM-10	626339.6027	9280469.281	41.6089
1418	BM-11	626251.2188	9280662.431	41.5784
1507	BM-12	626070.7961	9280764.495	41.4661
1519	BM-12	626079.3277	9280822.271	41.644
1724	BM-13	626539.7694	9281313.26	45.9893

Fuente: Elaborada por el autor.

4.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

4.3.1 REGISTRO DE EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, haciendo el uso de una pizarra, en la cual se iban anotando las principales características encontradas de cada una de las calicatas, tales como: número de calicata, ubicación, profundidad.

Tabla N°14 Profundidad de Exploración de Calicatas

PUNTO	DESCRIPCIÓN	COOR. ESTE	COOR. NORTE	PROFUNDIDAD (m)
2082	CALICATA 01	625872.6181	9279929.125	1.50
2083	CALICATA 02	626011.8052	9279899.242	1.75
2084	CALICATA 03	626467.8397	9280211.774	1.75
2085	CALICATA 04	626362.8994	9280287.482	1.75
2086	CALICATA 05	626046.9427	9280647.86	1.50
2087	CALICATA 06	626481.2893	9280354.512	1.50
2088	CALICATA 07	626160.3008	9280118.675	1.60
2089	CALICATA 08	626225.6625	9280308.684	1.55
2090	CALICATA 09	626264.3562	9280234.575	1.60
2091	CALICATA 10	626015.5015	9280581.561	1.40
2092	CALICATA 11	625818.2573	9280229.745	1.50
2093	CALICATA 12	626099.3539	9280867.646	1.50
2094	CALICATA 13	626244.0849	9280736.011	1.50
2095	CALICATA 14	626288.5353	9280826.399	1.50
2096	CALICATA 15	626346.8526	9280939.025	1.60
2098	CALICATA 16	626198.3319	9280066.048	1.50
2099	CALICATA 17	626396.4461	9281123.215	1.55
2100	CALICATA 18	626287.6724	9281137.51	1.50
2101	CALICATA 19	626504.0804	9281256.753	1.65
2102	CALICATA 20	626432.9452	9281312.922	1.60
2104	CALICATA 21	626324.2065	9281318.049	1.60
2105	CALICATA 22	626221.6942	9280587.061	1.30
2107	CALICATA 23	626358.089	9280468.994	1.50
2108	CALICATA 24	626321.372	9279993.254	1.50
2109	CALICATA 25	625921.4548	9280421.818	1.55
2110	CALICATA 26	625994.1673	9280284.962	1.50

Fuente: Elaborada por el autor.

4.3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realiza una breve explicación y el objetivo de cada uno de ellos. Cabe señalar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las

propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Tabla N°15 Registro de Excavaciones de las Calicatas

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO NTP	FINALIDAD DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	NTP 339.013	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación	NTP 339.13	Hallar el contenido de humedad natural de los suelos
Límite líquido	Clasificación	NTP 339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Límite Plástico	Clasificación	NTP 339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
Gravedad Específica	Clasificación	NTP 339.134	Determinar la relación de vacíos de un suelo.
California Bearing Ratio -CBR	Diseño de Espesores	NTP 339.145	Determinar la capacidad de soporte del suelo. Permite inferir el módulo resiliente.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	NTP 339.141	Determina la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación)
Corte Directo	Diseño de Espesores	NTP 339.171	Hallar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, valor que, será muy útil para el cálculo de la capacidad portante.

Fuente: Elaborada por el autor

4.3.3 RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO

4.3.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Para determinar las propiedades físicas de las muestras de suelo, se realizaron los siguientes trabajos:

Análisis Granulométrico por tamizado. (NTP 339.128)

Límite Líquido (NTP 339.129), Límite Plástico, Índice de Plasticidad. (NTP 339.129)

Cclasificación de Suelos por el Método SUCS y AASHTO. (NTP 339.134)

Contenido de Humedad. (NTP 339.127)

Gravedad específica. (NTP 339.134)

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los resultados obtenidos en gabinete; cabe señalar que las hojas de cálculo para mayor detalle serán visualizadas en (Anexos).

Tabla N°16 Resumen De Ensayos De Suelos - Propiedades Físicas

Calicata	Muestra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	ont. Humeda	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	26.63	22.45	4.18	31.04	ML	A-4 (7)
C-2	M-1	37.32	18.89	18.43	30.19	CL	A-6 (12)
C-3	M-1	23.99	10.86	13.13	28.44	CL	A-6 (4)
C-4	M-1	29.23	13.35	15.88	29.18	CL	A-6 (9)
C-5	M-1	35.32	11.11	24.21	21.95	CL	A-6 (14)
C-6	M-1	39.54	16.28	23.27	21.95	SC	A-6 (4)
C-7	M-1	30.40	8.06	22.35	23.43	CL	A-6 (13)
C-8	M-1	41.13	35.40	5.73	24.78	ML	A-5 (9)
C-9	M-1	33.15	17.91	15.24	21.38	CL	A-6 (11)
C-10	M-1	34.03	12.05	21.98	25.57	CL	A-6 (13)
C-11	M-1	26.32	18.02	8.30	24.05	CL	A-4 (9)
C-12	M-1	32.50	13.05	19.46	21.79	CL	A-6 (12)
C-13	M-1	31.42	12.92	18.50	26.39	CL	A-6 (12)
C-14	M-1	24.40	11.24	13.15	20.82	CL	A-6 (7)
C-15	M-1	26.09	15.38	10.71	28.16	CL	A-6 (8)
C-16	M-1	31.73	18.22	13.51	27.19	SC	A-2-6 (1)
C-17	M-1	32.36	19.54	12.81	20.82	CL	A-6 (9)
C-18	M-1	41.41	32.71	8.70	23.81	SM	A-5 (2)
C-19	M-1	22.65	15.86	6.79	20.91	SC-SM	A-2-4 (0)
C-20	M-1	27.37	11.81	15.56	20.91	CL	A-6 (10)
C-21	M-1	40.26	23.46	16.80	17.92	CL	A-6 (11)
C-22	M-1	35.59	22.29	13.30	16.14	CL	A-6 (9)
C-23	M-1	28.83	19.97	8.87	10.01	CL	A-4 (9)
C-24	M-1	27.08	19.17	7.91	16.55	CL	A-4 (6)
C-25	M-1	27.08	19.17	7.91	16.55	CL	A-4 (7)
C-26	M-1	41.00	18.37	22.63	21.38	CL	A-7-6 (13)

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°17 Resumen De Ensayos De Suelos - Propiedades Físicas

Ensayo			Peso Volumétrico		Gravedad Específica (g/cm ³)
Calicata	Muestra	Prof. (m)	PVh (g/cm ³)	PVs (g/cm ³)	
C-2	M-1	0.10-1.75	1.433	1.210	2.141
C-5	M-1	0.05-1.50	1.531	1.275	2.242
C-9	M-1	0.15-1.60	1.876	1.630	2.294
C-15	M-1	0.10-1.60	1.403	1.240	2.273
C-21	M-1	0.10-1.60	1.612	1.284	2.222

Fuente: Elaborada por el autor.

4.3.3.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, nos van a permitir determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas. Estos ensayos son:

Ensayo de Proctor Modificado. (NTP 339.013)

California Bearing Ratio – CBR. (NTP 339.145)

Corte Directo. (NTP 339.171)

Capacidad Portante.

Tabla N°18 Resumen De Ensayo De Suelos - Propiedades Mecánicas

ENSAYOS			Corte Directo		Cap. Portante		Proctor Modificado		CBR	
Calicata	Muestra	Prof. (m)	C (kg/cm ²)	φ	Continua (Kg/cm ²)	Cuadrada (Kg/cm ²)	Máx. Densidad Seca (g/cm ³)	Óptimo Cont. Humedad (%)	Pen. (0.1")	Pen. (0.1")
									95%	100%
C-2	M-1	0.10-1.75	0.158	24.4	0.87	1.02	1.922	12.4	7.66	11.53
C-5	M-1	0.05-1.50	0.131	25.0	0.84	0.95	1.856	13.6	13.73	15.77
C-9	M-1	0.15-1.60	0.127	24.4	0.90	1.01	1.772	22	11.67	10.47
C-15	M-1	0.10-1.60	0.116	25.0	0.78	0.88	1.701	19.5	6.25	7.43
C-21	M-1	0.10-1.60	0.116	24.4	0.76	0.86	1.843	15.82	6.06	5.78

Fuente: Elaborada por el autor.

4.3.3.3 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Para el presente proyecto, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas a una distancia menor a 3.0 Km, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.1" de penetración, para los cuales se hallaron un total de 5 valores de CBR.

Tabla N°19 Valores de CBR

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor.

En la siguiente tabla “Calidad de Sub-rasante”, se muestra la calidad del terreno de Fundación según su valor de CBR al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad.

Tabla N°20 Calidad De Sub-rasante

CBR (%)	CLASIFICACIÓN
<3	Sub-rasante muy pobre
3-5	Sub-rasante pobre
6-10	Sub-rasante regular
11-19	Sub-rasante buena
>20	Sub-rasante muy buena

Fuente: Manual De Diseño De Carreteras Pavimentadas De Bajo Volumen De Tránsito.

Los suelos que tienen un $CBR \geq 6\%$, son aptos para capas de sub-rasante, en caso de ser menor de 6%, se deberá realizar una estabilización mecánica del suelo.

4.3.4 SECTORIZACIÓN

La sectorización guarda relación con el tipo de material encontrado a lo largo del área en estudio y agruparlo en sectores que tengan tipos de suelo con características físico mecánicas similares.

Para el caso específico de este proyecto, el mismo que tiene una extensión territorial de aproximadamente 67.50 Has, se puede establecer zonas bien homogéneas, por lo que, según la estratigrafía confeccionada en base a los registros de calicatas realizadas en campo, diremos que, a lo largo del área en estudio, se está considerando un suelo con su característica homogénea por encontrarse con suelos similares, en los estratos encontrados.

4.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.4.1 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H (MM)

Se puede observar en la siguiente tabla, los valores de las máximas precipitaciones, obtenidas de la estación seleccionada (La Viña), para cada mes del año, durante los últimos veinticinco (25) años, dentro de los cuales al menos se abarcan dos (2) fenómenos naturales como es el Fenómeno Del Niño en el año 1998 y el evento más reciente suscitado en el 2017.

Tabla N°21 Precipitaciones Máximas En 24h

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1993	0.60	4.90	27.10	6.10	0.50	0.20	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	27.10
1994	2.60	9.70	23.60	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.70	1.90	0.00	0.50	23.60
1995	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.50	2.30	19.50
1996	0.20	0.00	7.70	32.40	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	32.40
1997	0.00	0.90	0.00	12.40	0.00	33.20	32.60	32.20	0.70	0.00	7.40	16.30	33.20
1998	59.60	92.70	96.30	26.00	5.20	0.40	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.30	96.30
1999	1.60	39.50	2.20	10.10	4.10	2.60	0.00	0.00	3.90	0.50	0.20	3.90	39.50
2000	1.50	0.70	12.40	9.50	0.00	0.80	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	2.80	12.40
2001	5.10	9.20	41.60	32.60	31.80	28.20	28.40	28.00	29.20	30.40	30.80	33.00	41.60
2002	33.60	23.30	52.10	35.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	6.80	0.00	52.10
2003	3.60	29.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.80	2.50	29.90
2004	0.40	1.60	0.00	2.60	0.00	0.00	5.00	0.00	1.50	2.50	0.20	8.20	8.20
2005	0.60	3.50	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.70	0.00	9.40
2006	7.80	2.80	45.10	34.00	32.00	29.60	29.60	30.60	31.80	30.60	32.00	35.40	45.10
2007	34.60	35.00	35.60	34.40	31.60	30.20	29.80	28.40	29.00	29.80	31.60	33.40	35.60
2008	33.60	34.80	52.20	33.20	31.20	29.00	29.80	30.80	31.60	30.80	31.60	0.00	52.20
2009	34.00	34.80	36.80	20.80	19.80	17.80	17.60	28.80	30.40	31.40	32.80	33.60	36.80
2010	34.20	57.40	34.60	35.60	32.80	32.80	30.80	29.80	29.80	30.20	31.00	32.40	57.40
2011	34.00	35.00	34.80	34.40	18.20	19.00	17.40	16.00	31.40	35.80	35.00	34.00	35.80
2012	38.00	68.00	46.30	35.40	34.20	32.40	30.40	29.40	31.20	31.20	33.20	33.80	68.00
2013	36.40	37.20	35.40	0.00	9.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	2.00	37.20
2014	0.00	0.00	0.80	0.70	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	5.60	0.00	5.60
2015	0.00	4.50	38.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	38.30
2016	2.20	7.50	4.10	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40
2017	4.00	61.20	92.20	10.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	92.20
MAX	59.60	92.70	96.30	35.60	34.20	33.20	32.60	32.20	31.80	35.80	35.00	35.40	96.30

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA

4.4.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO (MÉTODO DE GUMBEL)

Tabla N°22 Distribución de Probabilidades Pluviométricas mediante Gumbel.

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1993	27.10	27.10	108.41
2	1994	23.60	23.60	193.54
3	1995	19.50	19.50	324.43
4	1996	32.40	32.40	26.13
5	1997	33.20	33.20	18.59
6	1998	96.30	96.30	3456.03
7	1999	39.50	39.50	3.95
8	2000	12.40	12.40	630.61
9	2001	41.60	41.60	16.71
10	2002	52.10	52.10	212.81
11	2003	29.90	29.90	57.94
12	2004	8.20	8.20	859.19
13	2005	9.40	9.40	790.28
14	2006	45.10	45.10	57.58
15	2007	35.60	35.60	3.66
16	2008	52.20	52.20	215.74
17	2009	36.80	36.80	0.51
18	2010	57.40	57.40	395.53
19	2011	35.80	35.80	2.93
20	2012	68.00	68.00	929.52
21	2013	37.20	37.20	0.10
22	2014	5.60	5.60	1018.38
23	2015	38.30	38.30	0.62
24	2016	8.40	8.40	847.51
25	2017	92.20	92.20	2990.78
25		Suma	937.8	13161.5

Fuente: Elaborada por el autor.

	Cálculo variables probabilísticas
Media aritmética de la muestra	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 37.51 \text{ mm}$
Desviación Estándar de la muestra	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 23.42 \text{ mm}$
Parametro de concentracion	$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 18.26 \text{ mm}$
Parametro de Localizacion	$u = \bar{x} - 0.45 * \alpha = 29.30 \text{ mm}$

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.2 PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS

Tabla N°23 Precipitación Diarias Máximas Probables Para Distintas Frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	35.9876	0.50	39.5864
5	1.4999	56.6827	0.80	62.3509
10	2.2504	70.3846	0.90	77.4230
25	3.1985	87.6970	0.96	96.4667
50	3.9019	100.5403	0.98	110.5943
100	4.6001	113.2888	0.99	124.6177

Fuente: Elaborada por el autor

4.4.2.3 PERIODO DE RETORNO (TR)

Formula N°01 Periodo de Retorno

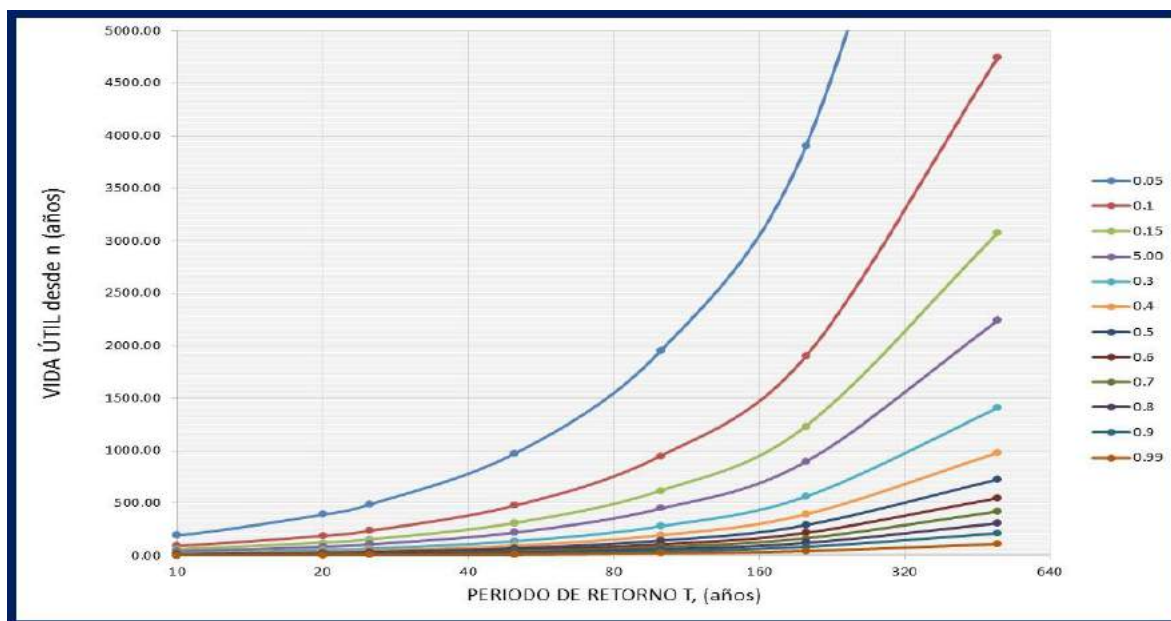
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Tabla N°24 Tiempo De Retorno – Vida Útil

Vida útil (años)	R (factor de riesgo)											
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
1	20.00	10.00	6.67	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43	1.25	1.11	1.01
2	39.49	19.49	12.81	9.47	6.12	4.44	3.41	2.72	2.21	1.81	1.46	1.11
5	97.98	47.96	31.27	22.91	14.52	10.30	7.73	5.97	4.67	3.63	2.71	1.66
10	195.46	95.41	62.03	45.32	28.54	20.08	14.93	11.42	8.82	6.73	4.86	2.71
20	390.41	190.32	123.56	90.13	56.57	39.65	29.36	22.33	17.12	12.93	9.20	4.86
25	487.89	237.78	154.33	112.54	70.59	49.44	36.57	27.79	21.27	16.04	11.37	5.94
50	975.29	475.06	308.16	224.57	140.68	98.38	72.64	55.07	42.03	31.57	22.22	11.37
100	1950.07	949.62	615.81	448.64	280.87	196.26	144.77	109.64	83.56	62.63	43.93	22.22
200	3899.65	1898.74	1231.13	896.78	561.23	392.02	289.04	218.77	166.62	124.77	87.36	43.93
500	9748.36	4746.11	3077.06	2241.21	1402.34	979.31	721.85	546.18	415.79	311.17	217.65	109.07

Fuente: Elaborada por el autor.

Gráfico N°03 Tiempo De Retorno - Vida Útil



Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.4 PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS

4.4.2.4.1 COEFICIENTE DE DURACIÓN

Formula N°02 Coeficientes De Dick Peschke

$$P_d = P_{\max 24h} \times \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_d = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

$P_{\max 24h}$ = precipitación máxima en 24 horas (mm)

De los valores generados en la tabla N° 25, se eligió trabajar con el método de Dick Peschke, en vez de los valores dados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pues los primeros valores son más conservadores.

Tabla N° 25 Valores Recomendados De Riesgo Admisible De Obras De Drenaje.

Duraciones, en horas		
horas	Dick Peschke	Manual de hidrologia
24	1.00	1.00
18	0.93	0.90
12	0.84	0.79
8	0.76	0.64
6	0.71	0.56
4	0.64	0.44
3	0.59	0.38
2	0.54	0.31
1	0.45	0.25

Fuente: Elaborada por el autor.

Por tanto, para generar la tabla de precipitaciones diarias máximas (Pd), se va a multiplicar las precipitaciones de lluvia máxima (XT), ya calculada en la tabla N° 23, por el factor de corrección obtenida por el método de Dick Peschke, descrita en la tabla N° 25, obteniendo las siguientes precipitaciones diarias máximas (Pd) siguientes:

Formula N°03 Precipitaciones Máximas

$$Pd = XT * coef \text{ duracion } 24hrs$$

Tabla N°26 Precipitación Máxima Por El Método De Dick Peschke

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	1.00	39.5864	62.3509	77.4230	96.4667	110.5943	124.6177
18 hr	0.93	36.8393	58.0241	72.0503	89.7724	102.9196	115.9698
12 hr	0.84	33.2881	52.4307	65.1048	81.1185	92.9984	104.7906
8 hr	0.76	30.0791	47.3765	58.8288	73.2988	84.0335	94.6890
6 hr	0.71	27.9918	44.0888	54.7464	68.2122	78.2020	88.1180
4 hr	0.64	25.2934	39.8387	49.4689	61.6367	70.6635	79.6236
3 hr	0.59	23.5382	37.0741	46.0360	57.3594	65.7598	74.0981
2 hr	0.54	21.2692	33.5002	41.5982	51.8301	59.4207	66.9552
1 hr	0.45	17.8852	28.1702	34.9798	43.5837	49.9666	56.3024

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.5 INTENSIDAD

4.4.2.5.1 INTENSIDAD MÁXIMA (MM/HR) – MÉTODO DE INTENSIDAD UNITARIA

4.4.2.5.1.1 PRECIPITACIONES MÁXIMAS POR EL MÉTODO DE FREDERICH BELL

Por tanto, para generar la tabla de precipitaciones diarias máximas (Pd), se va a multiplicar las precipitaciones de lluvia máxima (XT), ya calculada en la tabla N° 23, por el factor de corrección obtenida por el método de Dick Peschke, descrita en la tabla N° 25, obteniendo las siguientes precipitaciones diarias máximas (Pd) siguientes:

En el congreso nacional de ingeniería civil XVII CONIC 2009, hace mención que el método de Bell es usado para duraciones de lluvia (t) entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre 2 y 100 años, también se refiere que, el valor de P_{60}^{10} puede ser calculado a través del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

4.4.2.5.1.2 YAUCE TERIOS P_{60}^{10}

El método de Yauce Terios

Formula N°04 Precipitaciones - Yauce Terios

$$P_{60}^{10} = a * P_d^b$$

Donde:

a,b: Coeficientes (a=0.4602. b=0.876)

Pd: precipitación máxima en 24h

Tabla N°27 Precipitación Máxima En 1 Hora

TR	P.max	P_{60}^{10}
2 años	39.5864	11.5451
5 años	62.3509	17.1881
10 años	77.4230	20.7777
25 años	96.4667	25.1919
50 años	110.5943	28.3960
100 años	124.6177	31.5264

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.5.1.3 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 1 HORA (P_t^{TR})

La fórmula para calcular las precipitaciones máximas unitarias se calcula con la siguiente fórmula:

Formula N°05 Precipitaciones Máximas En 1 Hora

$$P_t^{TR} = (0.21 * \ln TR + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{60}^{10}$$

Donde:

t: duración

TR: Tiempo de retorno

P_t^{Tr} : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno TR

P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

Tabla N°28 Precipitación Máxima en 1 hora

TR	Duracion en Minutos					
	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min
2 años	2.363	4.324	5.869	7.706	9.891	12.490
5 años	4.535	8.298	11.264	14.790	18.983	23.970
10 años	6.412	11.733	15.926	20.912	26.841	33.892
25 años	9.264	16.954	23.012	30.216	38.784	48.972
50 años	11.713	21.436	29.096	38.205	49.037	61.919
100 años	14.416	26.381	35.808	47.019	60.350	76.204

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.5.1.4 INTENSIDADES MÁXIMAS I_{U-TR}^t – MÉTODO DE INTENSIDADE UNITARIA

La fórmula para calcular las intensidades máximas se calcula con la siguiente fórmula:

Formula N°06 Intensidades Máximas

$$I_{U-TR}^t = \frac{P_t^{TR}}{t} * 60 * 1$$

Donde:

P_t^{Tr} : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno TR

t: duración

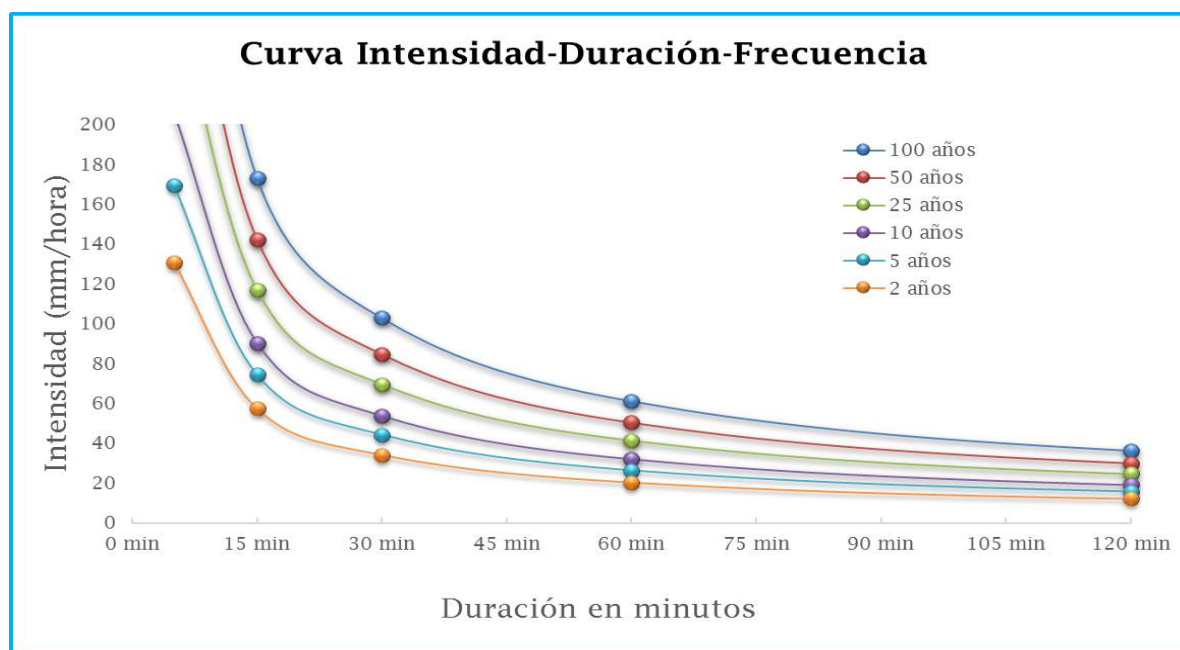
Tabla N°29 Intensidades Máximas

TR	Duracion en Minutos					
	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min
2 años	28.353	17.295	11.738	7.706	4.946	3.122
5 años	54.415	33.194	22.527	14.790	9.492	5.993
10 años	76.938	46.933	31.852	20.912	13.421	8.473
25 años	111.170	67.815	46.024	30.216	19.392	12.243
50 años	140.561	85.744	58.191	38.205	24.518	15.480
100 años	172.990	105.526	71.616	47.019	30.175	19.051

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.2.6 CURVAS IDF

Dado que el método de intensidades máximas por el método de regresiones potencial proporciona una intensidad mayor al método de intensidades unitaria, se optará por trabajar con este.

Gráfico N°04 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para calcular el tiempo de concentración para cada una de las sub cuencas existente en la zona del proyecto, se realiza a través de dos métodos, los cuales son descritos a continuación,

dichos métodos están en función de la longitud y variación de cotas de las sub cuencas; para el caso específico se delimitaron cuatro sub cuencas, y los resultados son los siguientes.

4.4.3.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN – KIRPICH

$$T_c = 0.0195 * K^{0.77}$$

$$K = \frac{L}{S^{0.5}}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

Reemplazando valores:

Formula N°07 Tiempo de Concentración - Kirpich

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

Tabla N°30 Tiempo de Concentración - Kirpich

DESCRIPCION	LONGITUD MAXIMA (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (KIRPICH)
CUENCA 01	778.638	6.700	20.49
CUENCA 02	1038.504	5.650	30.51
CUENCA 03	750.264	1.400	35.86
CUENCA 04	754.524	4.500	23.03

Fuente: Elaborada por el autor.

Donde:

L: Máxima longitud de recorrido, en metros (m).

H: Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros (m).

4.4.3.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN – CALIFORNIA CILVERTS PRACTICE

Formula N°08 Tiempo de Concentración – California Cilverts Practice

$$T_c = 0.871 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

L: Máxima longitud de recorrido, en metros (km).

H: Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros (m).

Tabla N°31 Tiempo de Concentración – California Culverts Practice

DESCRIPCION	LONGITUD MAXIMA (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (C.C.P.)
CUENCA 01	778.638	6.700	20.49
CUENCA 02	1038.504	5.650	30.51
CUENCA 03	750.264	1.400	35.87
CUENCA 04	754.524	4.500	23.03

Fuente: Elaborada por el autor.

4.4.4 INTENSIDADES DE DISEÑO

Una vez obtenidos los tiempos de concentración (t_c), según las cuatro (4) cuencas definidas en nuestra zona del proyecto, procedemos a calcular las intensidades de diseño.

Formula N°09 Tiempo de Concentración – California Culverts Practice

$$I_{U-TR}^t = \frac{(0.21 * L_{ntr} + 0.52) * (0.54 * t_c^{0.25} - 0.50)}{t_c} * P_{60}^{10} * 60 * 1$$

Donde:

t_c : Tiempo de concentración

t_r : Tiempo de retorno

P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

Tabla N°32 Intensidades De Diseño Por Cuenca

DESCRIPCION	T.C. (minutos)	Intensidad (mm/hr)
Cuenca 01	20.49 min	39.62
Cuenca 02	30.51 min	26.61
Cuenca 03	35.86 min	22.64
Cuenca 04	23.03 min	35.25

Fuente: Elaborada por el autor.

4.5 DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL

4.5.1 CAUDALES DE ESCURRIMIENTO - MÉTODO RACIONAL

Según la norma de drenaje pluvial OS.060, los drenajes urbanos cuyas cuencas sean menores o iguales a 13 km², deben ser calculados por medio del Método Racional.

Por tanto, el área que abarca nuestro proyecto es de 0.675 km² (67.50 ha), es por ello que usaremos dicho método para calcular los caudales de escurrimiento.

Formula N°10 Caudal De Escurrimiento

$$Q = 0,278 * C * I * A$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

I= intensidad máxima de la lluvia (mm/hr)

A= área de drenaje en Km²

C= coeficiente de escorrentía

4.5.1.1 COEFCIENTE DE ESCORRENTÍA

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo con las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. En virtud de ello, los coeficientes de escorrentía variarán según las características de la superficie y el periodo de retorno.

Cuadro N°01 Coeficientes De Escorrentía – 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	0.83	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	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
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
Pendiente Superior a 7%	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
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: RNE. OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano”

En tanto, el proyecto de drenaje pluvial del distrito de Túcume, está proyectado en una zona urbana y el agua tiende a escurrir por el techo de las viviendas, tomando por ello un coeficiente de esorrentía igual a 0.88; estas aguas son llevadas por la calzada de la pistas y avenidas del distrito en mención, las cuales están conformadas de material asfáltico, tomando por ello un coeficiente de esorrentía igual a 0.86; posteriormente se realizará una media geométrica para obtener un valor promedio y así aplicarla en cálculo del caudal de escurrimiento.

4.5.1.2 CALCULO DE ESCURRIMIENTO CIRCUNDANTE POR VÍAS Y AVENIDAS

Luego de haber calculado las intensidades de diseño para el proyecto, se determinará cuanto es el caudal de aporte de las calles y avenidas que conforman el distrito de Túcume, tomando en consideración el aporte de los techos de las viviendas más el aporte de las vías asfaltadas, cada uno de ellos con su respectivo coeficiente de escurrimiento como se establece el cuadro N° 01.

A continuación, se muestra las tablas con los datos de los caudales de escurrimiento de calles más techos, calculados por el método racional.

Tabla N°33 Caudales Circundantes De Las Vías Y Avenidas

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA ACUMULADA TECHOS (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (m ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m ³ /s)
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.071	0.250	0.0032	0.876	39.620	0.031
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.122	0.289	0.0041	0.874	39.620	0.040
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren						
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.050	0.177	0.0023	0.876	39.620	0.022
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.072	0.149	0.0022	0.873	39.620	0.021
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.177	0.213	0.0039	0.871	39.620	0.037
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana						
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.071	0.111	0.0018	0.872	39.620	0.017
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.144	0.249	0.0039	0.873	39.620	0.038
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.154	0.165	0.0032	0.870	39.620	0.031
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.110	0.137	0.0025	0.871	39.620	0.024
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.012	0.058	0.0007	0.877	39.620	0.007
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.087	0.0012	0.875	39.620	0.011
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.095	0.320	0.0042	0.875	39.620	0.040
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.107	0.169	0.0028	0.872	39.620	0.027
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.083	0.171	0.0025	0.873	39.620	0.024
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.138	0.282	0.0042	0.873	39.620	0.040
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.096	0.228	0.0032	0.874	39.620	0.031

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.058	0.157	0.0022	0.875	39.620	0.021
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.084	0.152	0.0024	0.873	39.620	0.023
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.083	0.175	0.0026	0.874	39.620	0.025
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.059	0.098	0.0016	0.872	39.620	0.015
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.055	0.094	0.0015	0.873	39.620	0.014
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.168	0.239	0.0041	0.872	39.620	0.039
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.129	0.217	0.0035	0.873	39.620	0.033
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	0.138	0.226	0.0036	0.872	39.620	0.035
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías						
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.183	0.154	0.0034	0.869	39.620	0.032
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.161	0.569	0.0073	0.876	39.620	0.070
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.059	0.125	0.0018	0.874	26.610	0.012
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.060	0.181	0.0024	0.875	26.610	0.016
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.035	0.180	0.0022	0.877	26.610	0.014
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.107	0.0014	0.876	26.610	0.009
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.075	0.140	0.0022	0.873	26.610	0.014
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.045	0.152	0.0020	0.875	26.610	0.013
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.034	0.114	0.0015	0.875	26.610	0.010
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto						
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.040	0.079	0.0012	0.873	26.610	0.008
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto						

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.038	0.110	0.0015	0.875	26.610	0.010
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.057	0.350	0.0041	0.877	26.610	0.026
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.083	0.336	0.0042	0.876	26.610	0.027
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.045	0.215	0.0026	0.877	26.610	0.017
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.070	0.280	0.0035	0.876	26.610	0.023
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.212	0.091	0.0030	0.866	26.610	0.019
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.055	0.380	0.0044	0.877	26.610	0.028
	Tres Marías						
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.116	0.174	0.0029	0.872	26.610	0.019
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real						
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.098	0.230	0.0033	0.874	26.610	0.021
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real						
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.148	0.162	0.0031	0.870	26.610	0.020
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.162	0.161	0.0032	0.870	26.610	0.021
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.113	0.493	0.0061	0.876	26.610	0.039
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.122	0.146	0.0027	0.871	26.610	0.017
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.121	0.196	0.0032	0.872	26.610	0.020
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.103	0.104	0.0021	0.870	26.610	0.013
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.035	0.125	0.0016	0.876	26.610	0.010
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.051	0.335	0.0039	0.877	26.610	0.025
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.067	0.477	0.0054	0.878	26.610	0.035
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.069	0.393	0.0046	0.877	26.610	0.030

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.034	0.059	0.0009	0.873	26.610	0.006
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.052	0.277	0.0033	0.877	26.610	0.021
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.078	0.224	0.0030	0.875	26.610	0.020
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.041	0.158	0.0020	0.876	26.610	0.013
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.054	0.264	0.0032	0.877	26.610	0.021
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.147	0.799	0.0095	0.877	26.610	0.061
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.032	0.180	0.0021	0.877	26.610	0.014
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.053	0.255	0.0031	0.877	26.610	0.020
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.069	0.329	0.0040	0.877	26.610	0.026
AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	0.038	0.250	0.0029	0.877	26.610	0.019
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	0.061	0.307	0.0037	0.877	26.610	0.024
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	0.149	0.475	0.0062	0.875	26.610	0.040
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.109	0.328	0.0044	0.875	26.610	0.028
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.068	0.072	0.0014	0.870	26.610	0.009
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.047	0.208	0.0025	0.876	26.610	0.017
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.070	0.169	0.0024	0.874	26.610	0.015
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.056	0.184	0.0024	0.875	26.610	0.016
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.099	0.202	0.0030	0.873	26.610	0.019
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.037	0.150	0.0019	0.876	26.610	0.012

Fuente: Elaborada por el autor.

AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.064	0.108	0.0017	0.873	26.610	0.011
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.062	0.226	0.0029	0.876	26.610	0.019
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.050	0.220	0.0027	0.876	26.610	0.017
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.074	0.238	0.0031	0.875	26.610	0.020
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.072	0.394	0.0047	0.877	26.610	0.030
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.086	0.365	0.0045	0.876	26.610	0.029
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.102	0.368	0.0047	0.876	26.610	0.030
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.117	0.255	0.0037	0.874	22.640	0.020
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.145	0.008	0.0015	0.861	26.610	0.010
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.112	0.351	0.0046	0.875	26.610	0.030
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.073	0.516	0.0059	0.878	26.610	0.038
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.081	0.566	0.0065	0.878	22.640	0.036
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.062	0.351	0.0041	0.877	26.610	0.027
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.247	0.500	0.0075	0.873	22.640	0.041
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.388	0.384	0.0077	0.870	22.640	0.042
	CA: Los Incas Y Calle 11						
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.216	0.588	0.0080	0.875	22.640	0.044
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.284	0.657	0.0094	0.874	22.640	0.052
	CA: Los Incas Y Calle 13						
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.168	0.447	0.0061	0.875	22.640	0.034
	Calle 13 Y Calle 11						

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.112	0.667	0.0078	0.877	22.640	0.043
	CA: Los Incas Y Chiclayo						
	Chiclayo Y Trujillo						
	Trujillo Y Calle 13						
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.059	0.310	0.0037	0.877	22.640	0.020
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.047	0.173	0.0022	0.876	22.640	0.012
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.006	0.136	0.0014	0.879	35.250	0.012
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.043	0.587	0.0063	0.879	22.640	0.035
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.313	0.0034	0.878	22.640	0.019
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.048	0.363	0.0041	0.878	22.640	0.023
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.079	0.605	0.0068	0.878	22.640	0.038
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.205	0.767	0.0097	0.876	22.640	0.054
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.138	0.203	0.0034	0.872	22.640	0.019
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.041	0.169	0.0021	0.876	22.640	0.012
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.068	0.147	0.0022	0.874	22.640	0.012
	Tres Marías Y Sin Nombre						
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.032	0.298	0.0033	0.878	22.640	0.018
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.041	0.468	0.0051	0.878	22.640	0.028
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.040	0.225	0.0026	0.877	22.640	0.015
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.029	0.289	0.0032	0.878	22.640	0.018
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria						
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.093	0.561	0.0065	0.877	22.640	0.036
	CA. Victoria Y CA. La Unión						
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.125	0.649	0.0077	0.877	22.640	0.043

Fuente: Elaborada por el autor.

Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.052	0.244	0.0030	0.876	22.640	0.016
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.061	0.090	0.0015	0.872	22.640	0.008
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.197	0.336	0.0053	0.873	22.640	0.029
	CA. Leocio Prado Y Calle 11						
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.121	0.580	0.0070	0.877	22.640	0.039
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.068	0.264	0.0033	0.876	35.250	0.029
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre						
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.375	0.423	0.0080	0.871	35.250	0.068
	CA. Leocio Prado Y Calle 5						
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.288	1.364	0.0165	0.877	35.250	0.142
	CA. Leocio Prado Y Calle 7						
	Calle 7 Y Calle 6						
	Calle 6 Y Calle 5						
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.145	0.494	0.0064	0.875	35.250	0.055
	Calle 11 Y Calle 7						
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.125	0.782	0.0091	0.877	35.250	0.078
	Calle 7 Y Calle 6						
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.067	0.336	0.0040	0.877	35.250	0.035
	Calle 6 Y Calle 5						
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.047	0.138	0.0018	0.875	35.250	0.016
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.038	0.215	0.0025	0.877	35.250	0.022
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.122	1.071	0.0119	0.878	35.250	0.103
	Calle 4 Y Prolong. Unión						
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión						
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.034	0.339	0.0037	0.878	35.250	0.032
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.032	0.793	0.0083	0.879	35.250	0.071
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	1.014	1.200	0.0221	0.871	35.250	0.189
	CA. Leocio Prado Y Calle 5						
	Calle 5 Y Jorge Chávez						
	Jorge Chávez Y Dren Salida						

Fuente: Elaborada por el autor.

Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.044	0.422	0.0047	0.878	22.640	0.026
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.095	0.613	0.0071	0.877	35.250	0.061
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.051	0.220	0.0027	0.876	35.250	0.023
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.064	0.410	0.0047	0.877	35.250	0.041
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.127	0.188	0.0032	0.872	35.250	0.027
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.197	0.694	0.0089	0.876	35.250	0.076
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.278	0.567	0.0084	0.873	35.250	0.072
	José Olaya Y Calle Dren Salida						
	Calle 5 Y Calle Dren Salida						

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°34 Caudales Circundantes De calle a Cámara de Bombeo

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA ACUMULADA TECHOS (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m3/s)
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.030	0.041	0.0007	0.871	39.620	0.007
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.124	0.260	0.0038	0.874	39.620	0.037
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.077	0.314	0.0039	0.876	39.620	0.038
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.128	0.226	0.0035	0.873	39.620	0.034
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.035	0.000	0.0004	0.860	39.620	0.003
Calle DF	Mariscal Castilla	0.088	0.000	0.0009	0.860	39.620	0.008

Fuente: Elaborada por el autor.

4.5.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD VIAL

Se procede a calcular la capacidad vial, que viene a ser la capacidad máxima (caudal) que puede fluir por las cuadras del distrito en estudio.

La fórmula para calcular la capacidad vial es la siguiente:

Formula N°11 Caudal Para Capacidad Vial

$$Q = \frac{1}{n} * b * y^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

y = 0.10 m

b = Ancho de Calzada

n (asfalto) = 0.013

L= Longitud de la calle

ΔH = Diferencia de cotas del terreno

$$S = \frac{(Z_2 - Z_1)}{L}$$

Esta ecuación de Manning, se utilizó para el cálculo de la capacidad vial, es decir, el caudal que soporta tener la calle a una altura máxima de 10 cm.

Tabla N°35 Capacidad Vial De Calles Y Avenidas

TRAMO	DESCRIPCIÓN	n (asfalto)	b (m)	LONG. (m)	ΔH (m)	S (m/m)	Capacidad Vial (m3/seg)	Capacidad Vial (m3/seg)
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.013	5.20	95.51	0.5	0.0052	0.621	0.621
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.013	8.09	155.56	0.8	0.0052	0.967	0.967
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren							
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.013	5.99	57.06	0.05	0.0009	0.298	0.298
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	7.04	80.26	0.15	0.0018	0.495	0.495
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.013	9.93	50.42	0.15	0.003	0.901	1.947
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	9.85	98.46	0.4	0.0041	1.045	
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	8.80	85.16	0.15	0.0018	0.619	0.619
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	13.60	104.25	0.65	0.0062	1.775	1.775
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	14.90	99.27	0.55	0.0055	1.832	1.832
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	12.51	84.42	0.2	0.0024	1.016	1.016

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	4.78	31.31	0.25	0.0078	0.700	0.700
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.85	39.37	0.1	0.0026	0.579	0.579
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	7.47	70.89	0.35	0.005	0.876	0.876
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	12.62	86.7	0.15	0.0017	0.862	0.862
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	7.98	80.89	0.25	0.0031	0.736	0.736
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	8.93	126.26	0.35	0.0028	0.783	0.783
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	7.18	114.42	0.05	0.0004	0.238	0.238
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	4.95	86.13	0.3	0.0035	0.486	0.486
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	9.48	83.13	0.1	0.0012	0.544	0.544
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	8.90	79.68	0.2	0.0025	0.737	0.737
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	8.69	49.03	0.1	0.0021	0.660	0.660
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	7.31	53.81	0.15	0.0028	0.641	0.641
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.013	12.66	97.93	0.35	0.0036	1.259	1.259
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.013	8.79	97.62	0.4	0.0041	0.932	0.932
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Mariás	0.013	6.82	138.67	2.3	0.0166	1.456	1.456
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Mariás							
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	9.23	78.41	0.5	0.0064	1.224	1.224

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.013	6.20	187.34	3.55	0.019	1.417	1.417
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.013	9.74	52.18	0.35	0.0067	1.321	1.321
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.013	8.24	43.75	0.1	0.0024	0.669	0.669
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.013	8.24	58.79	0.05	0.0008	0.677	0.677
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.82	45.69	0.15	0.0033	0.649	0.649
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	6.82	101.02	0.1	0.001	0.553	0.553
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	4.48	65.21	0.1	0.0015	0.288	0.288
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.90	44.13	0.15	0.0035	0.480	0.480
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto							
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.013	5.84	51.39	0.55	0.0107	1.001	1.001
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto							
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	4.96	57.79	0.05	0.0008	0.232	0.232
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	4.58	78.88	0.1	0.0013	0.274	0.274
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.77	81.93	0.15	0.0019	0.489	0.489
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.75	55.17	0.35	0.0063	0.625	0.625
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	4.79	88.53	3.15	0.0356	1.497	1.497
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.013	8.24	70.5	3.45	0.0489	3.019	3.019
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.013	9.28	107.88	1.55	0.0144	1.845	1.845
	Tres Marías							

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.013	5.80	144.3	1.25	0.005	0.680	0.680
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real							
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.013	6.59	104.29			0.772	0.772
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real							
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	7.72	139.54	0.6	0.0043	0.839	0.839
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	8.49	136.78	0.4	0.0029	0.757	0.757
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	6.79	144.14	0.2	0.0014	0.570	0.570
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	5.10	148.58	0.25	0.0017	0.349	0.349
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	5.51	152.33	0.45	0.0029	0.491	0.491
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.013	9.23	112.04	0.95	0.0085	1.410	3.308
		0.013	8.58	53.24	0.95	0.0178	1.898	
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.013	7.46	35.77	1.15	0.0321	2.214	2.214
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.013	6.88	65.67	1.1	0.0168	1.478	1.478
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.013	6.97	65.83	1.66	0.0252	1.833	1.833
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.013	6.78	66.98	0.59	0.0089	1.060	1.060
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.99	56.15	0.1	0.0018	0.421	0.421
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	4.39	73.51	0.1	0.0013	0.263	0.263
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.67	82.63	0.2	0.0023	0.530	0.530
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	3.80	58.46	0.55	0.0095	0.614	0.614

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	2.90	86.44	1.7	0.0196	0.673	0.673
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.013	10.32	93.4	2.65	0.0531	3.940	3.940
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	7.39	48.22	0.15	0.0032	0.693	0.693
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	5.11	67.47	0.1	0.0015	0.328	0.328
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	5.58	82.47	0.3	0.0036	0.555	0.555
AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.83	55.17	0.05	0.001	0.253	0.253
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	4.06	90.1	0.55	0.0061	0.525	0.525
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	0.013	5.71	134.35	0.95	0.0071	0.797	0.797
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	0.013	7.93	67.1	0.15	0.0024	0.644	1.304
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.30	42.23	0.1	0.0023	0.660	
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.24	71.94	0.1	0.0014	0.511	0.511
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	5.60	69.83	0.1	0.0014	0.347	0.347
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.74	65.08	0.15	0.0023	0.695	0.695
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	6.49	64.15	0.35	0.0055	0.797	0.797
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.013	6.80	108.46	0.8	0.0074	0.970	0.970
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	7.68	37.71	0.05	0.0013	0.459	0.459
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	7.37	75.79	0.1	0.0013	0.440	0.440

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	5.97	74.64	0.1	0.0013	0.357	0.357
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	4.35	78.48	0.2	0.0025	0.360	0.360
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	9.22	81.3	0.3	0.0038	0.942	0.942
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	6.92	83.54	1.45	0.0173	1.509	1.509
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	6.57	76.03	0.1	0.0013	0.393	0.393
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.013	8.36	43.85	3.2	0.0729	3.741	3.741
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.60	134.87	0.25	0.0019	0.477	0.477
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	9.31	133.24	0.05	0.0004	0.309	0.309
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.82	127.41	0.25	0.002	0.505	0.505
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	3.50	111.06	0.05	0.0005	0.130	0.130
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.61	93.41	0.1	0.0011	0.364	0.364
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	4.58	90.16	2.8	0.031	1.337	1.337
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.013	8.63	251.17	0.7	0.0028	0.757	0.757
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.013	8.58	217.93	0.4	0.0019	0.620	0.620
	CA: Los Incas Y Calle 11							
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	6.02	224.76	0.4	0.0018	0.423	0.423
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	7.22	155.7	0.25	0.0016	0.479	0.479
	CA: Los Incas Y Calle 13							

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	8.91	82.57	0.2	0.0024	0.724	0.724
	Calle 13 Y Calle 11							
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.013	-	-	-	-	-	1.048
	CA: Los Incas Y Chiclayo	0.013	6.76	47.6	0.05	0.0011	0.372	
	Chiclayo Y Trujillo	0.013	6.46	47.6	0.05	0.0011	0.355	
	Trujillo Y Calle 13	0.013	5.85	47.6	0.05	0.0011	0.322	
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.013	5.50	82.36	0.1	0.0012	0.316	0.316
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.013	6.65	49.93	0.1	0.002	0.493	0.493
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.013	5.20	56.31	0.1	0.0018	0.366	0.366
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	6.73	51.37	0.1	0.002	0.499	0.499
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.28	37.42	0.15	0.004	0.554	0.554
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	6.11	54.63	0.1	0.0018	0.430	0.430
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.52	81.41	0.1	0.0012	0.374	0.374
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.013	4.78	145.87	0.45	0.0031	0.441	0.441
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.013	9.73	89.29	0.85	0.0095	1.572	1.572
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.013	6.24	41.71	3	0.0719	2.774	2.774
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.013	4.40	48.53	1.45	0.0299	1.260	1.260
	Tres Marías Y Sin Nombre							
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.013	5.26	60.32	1.7	0.0282	1.465	1.465
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	7.32	46.46	0.2	0.0043	0.796	0.796

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.40	59.8	0.1	0.0017	0.437	0.437
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.013	7.59	42.43	0.1	0.0023	0.603	0.603
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria							
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.013	5.95	96.04	0.15	0.0015	0.382	0.382
	CA. Victoria Y CA. La Unión							
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.013	8.31	126.7	0.18	0.0015	0.534	0.534
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.013	6.88	48.95	0.1	0.002	0.510	0.510
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.013	9.09	52.06	0.1	0.0019	0.656	0.656
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.013	20.47	37.3	0.25	0.0066	2.756	2.756
	CA. Leocio Prado Y Calle 11							
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.013	7.01	146.74	0.2	0.0014	0.435	0.435
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.013	8.45	48.35	0.15	0.0031	0.780	0.780
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre							
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.013	25.01	52.06	0.15	0.0029	2.232	2.232
	CA. Leocio Prado Y Calle 5							
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.013	8.13	62.96	0.3	0.0048	0.933	2.325
	CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.013	8.47	124.21	0.2	0.0016	0.562	
	Calle 7 Y Calle 6	0.013	10.22	61.73	0.15	0.0024	0.830	
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado	0.013	7.98	87.95	0.48	0.0054	0.972	1.357
	Calle 11 Y Calle 7	0.013	8.21	62.86	0.05	0.0008	0.385	
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.013	8.28	124.97	0.25	0.002	0.613	0.613
	Calle 7 Y Calle 6							
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.013	8.56	66.69	0.45	0.0067	1.161	1.161
	Calle 6 Y Calle 5							
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	7.23	52.44	0.1	0.0019	0.660	0.660
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.56	63.54	0.15	0.0023	0.599	0.599

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.013	5.68	107.91	0.25	0.0023	0.452	0.939
	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	6.75	51.72	0.1	0.0019	0.487	
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión							
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	5.97	49.86	0.15	0.003	0.542	0.542
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	5.19	49.99	0.1	0.002	0.385	0.385
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	0.013	-	-	-	-	-	
	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.013	22.41	238.04	1.05	0.0044	2.463	2.463
	Calle 5 Y Jorge Chávez	0.013	25.37	69.81	0.35	0.0050	2.973	2.973
	Jorge Chávez Y Dren Salida	0.013	27.80	188.52	0.8	0.0042	2.986	2.986
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.91	992.89	1	0.0108	1.190	1.190
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.013	7.96	105.53	0.15	0.0014	0.494	0.494
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.013	6.86	53.31	0.2	0.0038	0.701	0.701
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.013	4.95	39.88	1.4	0.0351	1.538	1.538
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.013	10.25	74	0.35	0.0047	1.165	1.165
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.013	9.79	49.19	2.8	0.0011	0.538	1.074
		0.013	7.84	59.2	0.1	0.0017	0.536	
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.013	9.32	228.49	2.8	0.0123	1.714	2.785
	José Olaya Y Calle Dren Salida	0.013	9.05	78.44	0.4	0.0051	1.071	

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°36 Capacidad Vial de Calle a Cámara de Bombeo

TRAMO	DESCRIPCIÓN	n (asfalto)	b (m)	LONG. (m)	ΔH (m)	S (m/m)	Capacidad Vial (m ³ /seg)	Capacidad Vial (m ³ /seg)
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.013	10.65	52.21	0.2000	0.0039	1.102	1.102
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.013	10.52	243	0.6000	0.0025	0.866	0.866
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.013	10.56	207.89	0.5000	0.0024	1.504	1.504
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.013	10.98	254.53	0.5500	0.0022	1.572	1.572
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.013	10.73	80.05	0.2000	0.0025	1.557	1.557
Calle DF	Mariscal Castilla	0.013	9.74	142.32	0.5500	0.0039	1.456	1.456

Fuente: Elaborada por el autor.

4.5.3 REQUERIMIENTO DE CUNETAS

El uso de estos dos métodos, se emplea para hacer una comparación entre la capacidad vial y el caudal realmente existente, esto quiere decir que, sí el caudal existente (método racional) es mayor a la capacidad vial (capacidad de vía), se le debe colocar cunetas a las calles, con el propósito de evacuar las aguas pluviales y evitar que las calles y avenidas del distrito de Túcume se empocen y lleguen al colapso.

Tabla N°37 Comparación Entre El Método Racional Y Capacidad Vial

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (m ²)	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m ³ /s)	Qacumulados (m ³ /s)	Qcap.vial (m ³ /s)	Qdiseño de cuneta (m ³ /s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	705.183	0.071	0.0032	0.876	39.620	0.031	0.698	0.621	0.077	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	1218.130	0.122	0.0041	0.874	39.620	0.040	0.040	0.967		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren										
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	499.083	0.050	0.0023	0.876	39.620	0.022	0.606	0.298	0.308	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	718.579	0.072	0.0022	0.873	39.620	0.021	0.021	0.495		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	1766.230	0.177	0.0039	0.871	39.620	0.037	0.038	1.947		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana										
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	705.873	0.071	0.0018	0.872	39.620	0.017	0.017	0.619		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	1437.206	0.144	0.0039	0.873	39.620	0.038	0.038	1.775		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	1541.212	0.154	0.0032	0.870	39.620	0.031	0.031	1.832		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	1101.355	0.110	0.0025	0.871	39.620	0.024	0.024	1.016		NO CUNETAS
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	123.514	0.012	0.0007	0.877	39.620	0.007	0.007	0.700		NO CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	300.949	0.030	0.0012	0.875	39.620	0.011	0.535	0.579		NO CUNETAS
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	951.713	0.095	0.0042	0.875	39.620	0.040	0.040	0.876		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	1070.161	0.107	0.0028	0.872	39.620	0.027	0.261	0.862		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	827.281	0.083	0.0025	0.873	39.620	0.024	0.024	0.736		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	1380.256	0.138	0.0042	0.873	39.620	0.040	0.040	0.783		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	958.327	0.096	0.0032	0.874	39.620	0.031	0.469	0.238	0.231	SI CUNETETA
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	582.176	0.058	0.0022	0.875	39.620	0.021	0.021	0.486		NO CUNETETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	844.988	0.084	0.0024	0.873	39.620	0.023	0.023	0.544		NO CUNETETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	830.745	0.083	0.0026	0.874	39.620	0.025	0.025	0.737		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	592.760	0.059	0.0016	0.872	39.620	0.015	0.108	0.660		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	547.664	0.055	0.0015	0.873	39.620	0.014	0.232	0.641		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	1682.423	0.168	0.0041	0.872	39.620	0.039	0.039	1.259		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	1288.266	0.129	0.0035	0.873	39.620	0.033	0.170	0.932		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	1375.247	0.138	0.0036	0.872	39.620	0.035	0.105	1.456		NO CUNETETA
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	1832.443	0.183	0.0034	0.869	39.620	0.032	0.032	1.224		NO CUNETETA
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	1610.073	0.161	0.0073	0.876	39.620	0.070	0.070	1.417		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	591.890	0.059	0.0018	0.874	26.610	0.012	1.153	1.321		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	598.831	0.060	0.0024	0.875	26.610	0.016	1.122	0.669	0.453	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	352.870	0.035	0.0022	0.877	26.610	0.014	1.106	0.677	0.429	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	295.235	0.030	0.0014	0.876	26.610	0.009	1.021	0.649	0.372	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	754.947	0.075	0.0022	0.873	26.610	0.014	0.927	0.553	0.374	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	454.916	0.045	0.0020	0.875	26.610	0.013	0.110	0.288		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento CA. La Unión Y Prolong. Cueto	341.045	0.034	0.0015	0.875	26.610	0.010	0.080	0.480		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto CA. La Unión Y Prolong. Cueto	399.984	0.040	0.0012	0.873	26.610	0.008	0.050	1.001		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	381.131	0.038	0.0015	0.875	26.610	0.010	0.010	0.232		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	570.900	0.057	0.0041	0.877	26.610	0.026	0.026	0.274		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	829.322	0.083	0.0042	0.876	26.610	0.027	0.098	0.489		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	447.737	0.045	0.0026	0.877	26.610	0.017	0.056	0.625		NO CUNETETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	703.216	0.070	0.0035	0.876	26.610	0.023	0.023	1.497		NO CUNETAS
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	2121.154	0.212	0.0030	0.866	26.610	0.019	0.019	3.019		NO CUNETAS
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	553.789	0.055	0.0044	0.877	26.610	0.028	0.028	1.845		NO CUNETAS
	Tres Marías										
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	1164.716	0.116	0.0029	0.872	26.610	0.019	0.019	0.680		NO CUNETAS
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real										
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	982.333	0.098	0.0033	0.874	26.610	0.021	0.021	0.772		NO CUNETAS
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real										
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1477.616	0.148	0.0031	0.870	26.610	0.020	0.071	0.839		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1621.435	0.162	0.0032	0.870	26.610	0.021	0.085	0.757		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1127.438	0.113	0.0061	0.876	26.610	0.039	0.803	0.570	0.233	SI CUNETAS
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1219.044	0.122	0.0027	0.871	26.610	0.017	0.017	0.349		NO CUNETAS
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1208.139	0.121	0.0032	0.872	26.610	0.020	0.020	0.491		NO CUNETAS
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	1033.319	0.103	0.0021	0.870	26.610	0.013	0.077	3.308		NO CUNETAS
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	354.892	0.035	0.0016	0.876	26.610	0.010	0.010	2.214		NO CUNETAS
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	510.236	0.051	0.0039	0.877	26.610	0.025	0.025	1.478		NO CUNETAS
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	668.961	0.067	0.0054	0.878	26.610	0.035	0.063	1.833		NO CUNETAS
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	685.166	0.069	0.0046	0.877	26.610	0.030	0.093	1.060		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	343.023	0.034	0.0009	0.873	26.610	0.006	0.006	0.421		NO CUNETAS
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	523.194	0.052	0.0033	0.877	26.610	0.021	0.021	0.263		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	783.214	0.078	0.0030	0.875	26.610	0.020	0.114	0.530		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	411.563	0.041	0.0020	0.876	26.610	0.013	0.077	0.614		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	541.637	0.054	0.0032	0.877	26.610	0.021	0.064	0.673		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	1471.982	0.147	0.0095	0.877	26.610	0.061	0.043	3.940		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	323.040	0.032	0.0021	0.877	26.610	0.014	0.014	0.693		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	530.466	0.053	0.0031	0.877	26.610	0.020	0.020	0.328		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	689.752	0.069	0.0040	0.877	26.610	0.026	0.419	0.555		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	375.028	0.038	0.0029	0.877	26.610	0.019	0.355	0.253	0.102	SI CUNETETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	606.826	0.061	0.0037	0.877	26.610	0.024	0.316	0.525		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	1490.133	0.149	0.0062	0.875	26.610	0.040	0.262	0.797		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	1089.695	0.109	0.0044	0.875	26.610	0.028	0.051	1.304		NO CUNETETA
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro										
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	677.850	0.068	0.0014	0.870	26.610	0.009	0.054	0.511		NO CUNETETA
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	470.527	0.047	0.0025	0.876	26.610	0.017	0.640	0.347	0.293	SI CUNETETA
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	702.586	0.070	0.0024	0.874	26.610	0.015	0.015	0.695		NO CUNETETA
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	556.237	0.056	0.0024	0.875	26.610	0.016	0.016	0.797		NO CUNETETA
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	987.655	0.099	0.0030	0.873	26.610	0.019	0.019	0.970		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	372.295	0.037	0.0019	0.876	26.610	0.012	0.012	0.459		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	635.078	0.064	0.0017	0.873	26.610	0.011	0.039	0.440		NO CUNETETA
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	619.742	0.062	0.0029	0.876	26.610	0.019	0.488	0.357	0.131	SI CUNETETA
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	496.209	0.050	0.0027	0.876	26.610	0.017	0.017	0.360		NO CUNETETA
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	736.004	0.074	0.0031	0.875	26.610	0.020	0.020	0.942		NO CUNETETA
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	723.022	0.072	0.0047	0.877	26.610	0.030	0.030	1.509		NO CUNETETA
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	855.004	0.086	0.0045	0.876	26.610	0.029	0.165	0.393		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	1018.037	0.102	0.0047	0.876	26.610	0.030	0.030	3.741		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1172.258	0.117	0.0037	0.874	22.640	0.020	0.020	0.477		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1449.178	0.145	0.0015	0.861	26.610	0.010	0.010	0.309		NO CUNETETA
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1115.364	0.112	0.0046	0.875	26.610	0.030	0.030	0.505		NO CUNETETA
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	729.791	0.073	0.0059	0.878	26.610	0.038	0.038	0.130		NO CUNETETA
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	805.553	0.081	0.0065	0.878	22.640	0.036	0.036	0.364		NO CUNETETA
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	623.392	0.062	0.0041	0.877	26.610	0.027	0.027	1.337		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	2472.651	0.247	0.0075	0.873	22.640	0.041	0.041	0.757		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	3882.957	0.388	0.0077	0.870	22.640	0.042	0.119	0.620		NO CUNETETA
	CA: Los Incas Y Calle 11										

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	2158.199	0.216	0.0080	0.875	22.640	0.044	0.044	0.423		NO CUNETA
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	2843.979	0.284	0.0094	0.874	22.640	0.052	0.289	0.479		NO CUNETA
	CA: Los Incas Y Calle 13										
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	1681.733	0.168	0.0061	0.875	22.640	0.034	0.178	0.724		NO CUNETA
	Calle 13 Y Calle 11										
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	1116.315	0.112	0.0078	0.877	22.640	0.043	0.141	1.048		NO CUNETA
	CA: Los Incas Y Chiclayo										
	Chiclayo Y Trujillo										
	Trujillo Y Calle 13										
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	593.729	0.059	0.0037	0.877	22.640	0.020	0.020	0.316		NO CUNETA
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	469.457	0.047	0.0022	0.876	22.640	0.012	0.022	0.493		NO CUNETA
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	61.281	0.006	0.0014	0.879	35.250	0.012	0.012	0.366		NO CUNETA
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	426.983	0.043	0.0063	0.879	22.640	0.035	0.880	0.499	0.381	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	304.164	0.030	0.0034	0.878	22.640	0.019	0.784	0.554	0.230	SI CUNETA
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	482.017	0.048	0.0041	0.878	22.640	0.023	0.646	0.430	0.216	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	789.675	0.079	0.0068	0.878	22.640	0.038	0.579	0.374	0.205	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	2053.765	0.205	0.0097	0.876	22.640	0.054	0.252	0.441		NO CUNETA
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	1375.122	0.138	0.0034	0.872	22.640	0.019	0.071	1.572		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	411.290	0.041	0.0021	0.876	22.640	0.012	0.042	2.774		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	679.526	0.068	0.0022	0.874	22.640	0.012	0.030	1.260		NO CUNETA
	Tres Marías Y Sin Nombre										
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	323.886	0.032	0.0033	0.878	22.640	0.018	0.018	1.465		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	411.153	0.041	0.0051	0.878	22.640	0.028	0.051	0.796		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	396.858	0.040	0.0026	0.877	22.640	0.015	0.015	0.437		NO CUNETA
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	286.881	0.029	0.0032	0.878	22.640	0.018	0.048	0.603		NO CUNETA
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria										
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	934.387	0.093	0.0065	0.877	22.640	0.036	0.036	0.382		NO CUNETA
	CA. Victoria Y CA. La Unión										
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	1253.526	0.125	0.0077	0.877	22.640	0.043	0.118	0.534		NO CUNETA
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	517.409	0.052	0.0030	0.876	22.640	0.016	0.016	0.510		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	608.387	0.061	0.0015	0.872	22.640	0.008	0.008	0.656		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	1969.824	0.197	0.0053	0.873	22.640	0.029	0.029	2.756		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 11										

Fuente: Elaborada por el autor.

Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	1205.139	0.121	0.0070	0.877	22.640	0.039	0.039	0.435		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	684.792	0.068	0.0033	0.876	35.250	0.029	0.029	0.780		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre										
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	3747.558	0.375	0.0080	0.871	35.250	0.068	0.257	2.232		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5										
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	2879.038	0.288	0.0102	0.874	35.250	0.088	1.088	2.325		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 7										
	Calle 7 Y Calle 6										
	Calle 6 Y Calle 5										
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	1454.092	0.145	0.0041	0.873	35.250	0.035	0.147	1.357		NO CUNETA
	Calle 11 Y Calle 7										
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	1254.836	0.125	0.0074	0.877	35.250	0.063	0.115	0.613		NO CUNETA
	Calle 7 Y Calle 6										
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	667.492	0.067	0.0040	0.877	35.250	0.035	0.035	1.161		NO CUNETA
	Calle 6 Y Calle 5										
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	466.210	0.047	0.0018	0.875	35.250	0.016	0.946	0.660	0.286	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	381.454	0.038	0.0025	0.877	35.250	0.022	0.901	0.599	0.302	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	1218.300	0.122	0.0097	0.877	35.250	0.083	0.789	0.939		NO CUNETA
	Calle 4 Y Prolong. Unión										
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión										
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	336.058	0.034	0.0020	0.877	35.250	0.017	0.017	0.542		NO CUNETA
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	322.898	0.032	0.0020	0.877	35.250	0.017	0.017	0.385		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	10144.021	1.014	0.0221	0.871	35.250	0.189	0.189	2.463		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5										
	Calle 5 Y Jorge Chávez										
	Jorge Chávez Y Dren Salida										
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	442.709	0.044	0.0047	0.878	22.640	0.026	0.026	1.190		NO CUNETA
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	946.257	0.095	0.0071	0.877	35.250	0.061	0.061	0.494		NO CUNETA
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	513.555	0.051	0.0027	0.876	35.250	0.023	0.116	0.701		NO CUNETA
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	641.848	0.064	0.0047	0.877	35.250	0.041	0.041	1.538		NO CUNETA
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	1274.529	0.127	0.0032	0.872	35.250	0.027	0.039	1.165		NO CUNETA
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	1973.637	0.197	0.0089	0.876	35.250	0.076	0.184	1.074		NO CUNETA
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	2775.688	0.278	0.0084	0.873	35.250	0.072	0.052	2.785		NO CUNETA
	José Olaya Y Calle Dren Salida										
	Calle 5 Y Calle Dren Salida										

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°38 Comparación Entre Capacidad Vial Y El Método Racional (De Calle a Cámara de Bombeo).

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (m ²)	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m3/s)	Qacumulados (m3/s)	Qcap.vial (m3/s)	Qdiseño de cuneta (m3/s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	304.194	0.030	0.0007	0.871	39.620	0.007	0.953	1.102		NO CUNETAS
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	1236.326	0.124	0.0038	0.874	39.620	0.037	1.041	0.866	0.174	SI CUNETAS
Calle DF	Los Incas y Camino Real	772.277	0.077	0.0039	0.876	39.620	0.038	1.958	1.504	0.454	SI CUNETAS
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	1283.656	0.128	0.0035	0.873	39.620	0.034	1.993	1.572	0.421	SI CUNETAS
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	352.937	0.035	0.0004	0.860	39.620	0.003	1.996	1.557	0.439	SI CUNETAS
Calle DF	Mariscal Castilla	883.115	0.088	0.0009	0.860	39.620	0.008	2.004	1.456	0.549	SI CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

4.6 DISEÑO DE CUNETAS

4.6.1 CAUDALES DE DISEÑO

Una vez calculados los caudales acumulados de escurrimiento y conociendo también la capacidad vial de las calles, se procederá a calcular los caudales de diseño de aquellas calles que necesiten cunetas, para esto, se realizará una simple resta entre los caudales acumulados y la capacidad vial por cada cuadra de la zona de estudio, obteniendo como resultado de esta operación los caudales de diseño de las cunetas.

A continuación, se muestra los caudales de diseño de cunetas en la siguiente tabla.

Tabla N°39 Cálculo De Caudales De Diseño Para Cunetas

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	Q _{c+t} (m3/s)	Q _{acumulados} (m3/s)	Q _{cap.vial} (m3/s)	Q _{diseño de cuneta} (m3/s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.031	0.698	0.621	0.077	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.040	0.040	0.967		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren					
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.022	0.606	0.298	0.308	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.021	0.021	0.495		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.037	0.038	1.947		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana					
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.017	0.017	0.619		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.038	0.038	1.775		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.031	0.031	1.832		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.024	0.024	1.016		NO CUNETAS
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.007	0.007	0.700		NO CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.011	0.535	0.579		NO CUNETAS
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.040	0.040	0.876		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.027	0.261	0.862		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.024	0.024	0.736		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.040	0.040	0.783		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.031	0.469	0.238	0.231	SI CUNETA
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.021	0.021	0.486		NO CUNETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.023	0.023	0.544		NO CUNETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.025	0.025	0.737		NO CUNETA
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.015	0.108	0.660		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.014	0.232	0.641		NO CUNETA
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.039	0.039	1.259		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.033	0.170	0.932		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	0.035	0.105	1.456		NO CUNETA
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías					
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.032	0.032	1.224		NO CUNETA
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.070	0.070	1.417		NO CUNETA
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.012	1.153	1.321		NO CUNETA
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.016	1.122	0.669	0.453	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.014	1.106	0.677	0.429	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.009	1.021	0.649	0.372	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.014	0.927	0.553	0.374	SI CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	0.110	0.288		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.010	0.080	0.480		NO CUNETETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto					
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.008	0.050	1.001		NO CUNETETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto					
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.010	0.010	0.232		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.026	0.026	0.274		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.027	0.098	0.489		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.017	0.056	0.625		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.023	0.023	1.497		NO CUNETETA
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.019	0.019	3.019		NO CUNETETA
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.028	0.028	1.845		NO CUNETETA
	Tres Marías					
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.019	0.019	0.680		NO CUNETETA
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real					
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.021		0.772		NO CUNETETA
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real					
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.020	0.071	0.839		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.021	0.085	0.757		NO CUNETETA
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.039	0.803	0.570	0.233	SI CUNETETA
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.017	0.017	0.349		NO CUNETETA
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.020	0.020	0.491		NO CUNETETA

Fuente: Elaborada por el autor.

Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.013	0.077	3.308		NO CUNETA
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.010	0.010	2.214		NO CUNETA
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.025	0.025	1.478		NO CUNETA
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.035	0.063	1.833		NO CUNETA
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.030	0.093	1.060		NO CUNETA
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.006	0.006	0.421		NO CUNETA
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.021	0.021	0.263		NO CUNETA
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.020	0.114	0.530		NO CUNETA
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	0.077	0.614		NO CUNETA
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.021	0.064	0.673		NO CUNETA
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.061	0.043	3.940		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.014	0.014	0.693		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.020	0.020	0.328		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.026	0.419	0.555		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	0.019	0.355	0.253	0.102	SI CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	0.024	0.316	0.525		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	0.040	0.262	0.797		NO CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.028	0.051	1.304		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.009	0.054	0.511		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.017	0.640	0.347	0.293	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.015	0.015	0.695		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.016	0.016	0.797		NO CUNETA
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.019	0.019	0.970		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.012	0.012	0.459		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.011	0.039	0.440		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.019	0.488	0.357	0.131	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.017	0.017	0.360		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.020	0.020	0.942		NO CUNETA
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.030	0.030	1.509		NO CUNETA
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.029	0.165	0.393		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.030	0.030	3.741		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.020	0.020	0.477		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.010	0.010	0.309		NO CUNETA
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.030	0.030	0.505		NO CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.038	0.038	0.130		NO CUNETETA
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.036	0.036	0.364		NO CUNETETA
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.027	0.027	1.337		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.041	0.041	0.757		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.042	0.119	0.620		NO CUNETETA
	CA: Los Incas Y Calle 11					
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.044	0.044	0.423		NO CUNETETA
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.052	0.289	0.479		NO CUNETETA
	CA: Los Incas Y Calle 13					
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.034	0.178	0.724		NO CUNETETA
	Calle 13 Y Calle 11					
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.043	0.141	1.048		NO CUNETETA
	CA: Los Incas Y Chiclayo					
	Chiclayo Y Trujillo					
	Trujillo Y Calle 13					
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.020	0.020	0.316		NO CUNETETA
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.012	0.022	0.493		NO CUNETETA
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.012	0.012	0.366		NO CUNETETA
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.035	0.880	0.499	0.381	SI CUNETETA
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.019	0.784	0.554	0.230	SI CUNETETA
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.023	0.646	0.430	0.216	SI CUNETETA
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.038	0.579	0.374	0.205	SI CUNETETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.054	0.252	0.441		NO CUNETA
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.019	0.071	1.572		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.012	0.042	2.774		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.012	0.030	1.260		NO CUNETA
	Tres Marías Y Sin Nombre					
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.018	0.018	1.465		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.028	0.051	0.796		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.015	0.015	0.437		NO CUNETA
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.018	0.048	0.603		NO CUNETA
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria					
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.036	0.036	0.382		NO CUNETA
	CA. Victoria Y CA. La Unión					
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.043	0.118	0.534		NO CUNETA
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.016	0.016	0.510		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.008	0.008	0.656		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.029	0.029	2.756		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 11					
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.039	0.039	0.435		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.029	0.029	0.780		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre					
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.068	0.257	2.232		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5					

Fuente: Elaborada por el autor.

Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.088	1.088	2.325		NO CUNETAS
	CA. Leocio Prado Y Calle 7					
	Calle 7 Y Calle 6					
	Calle 6 Y Calle 5					
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.035	0.147	1.357		NO CUNETAS
	Calle 11 Y Calle 7					
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.063	0.115	0.613		NO CUNETAS
	Calle 7 Y Calle 6					
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.035	0.035	1.161		NO CUNETAS
	Calle 6 Y Calle 5					
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.016	0.946	0.660	0.286	SI CUNETAS
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.022	0.901	0.599	0.302	SI CUNETAS
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.083	0.789	0.939		NO CUNETAS
	Calle 4 Y Prolong. Unión					
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión					
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.017	0.017	0.542		NO CUNETAS
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.017	0.017	0.385		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	0.189	0.189	2.463		NO CUNETAS
	CA. Leocio Prado Y Calle 5					
	Calle 5 Y Jorge Chávez					
	Jorge Chávez Y Dren Salida					
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.026	0.026	1.190		NO CUNETAS
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.061	0.061	0.494		NO CUNETAS
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.023	0.116	0.701		NO CUNETAS
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.041	0.041	1.538		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.027	0.039	1.165		NO CUNETA
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.076	0.184	1.074		NO CUNETA
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.072	0.052	2.785		NO CUNETA
	José Olaya Y Calle Dren Salida					
	Calle 5 Y Calle Dren Salida					
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.007	0.953	1.102		NO CUNETA
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.037	1.041	0.866	0.174	SI CUNETA
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.038	1.958	1.504	0.454	SI CUNETA
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.034	1.993	1.572	0.421	SI CUNETA
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.003	1.996	1.557	0.439	SI CUNETA
Calle DF	Mariscal Castilla	0.008	2.004	1.456	0.549	SI CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

Como se puede observar, no todas las cuadras van a requerir de cunetas para poder garantizar la evacuación de las aguas de lluvia, pues en otros casos, el agua de lluvia no tendrá inconveniente alguno para circular por las calles de forma segura, sin la necesidad de una cuneta.

4.6.2 DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS

En la tabla N° 39, se ha calculado los caudales de diseño de cunetas, gracias a los caudales acumulados y capacidad vial, en este apartado, se determinará el dimensionamiento de las cunetas, que como ya se ha podido observar, no todas las calles requerirán de su uso, además, las secciones tendrán una geometría rectangular.

Para el dimensionamiento de las cunetas, se ha hecho uso del programa Hcanales, ver tabla N° 40, el mismo que nos va a ayudar a obtener la sección de las cunetas, así como también, la velocidad del flujo que pasa por estas.

Tabla N°40 Cálculo de Secciones de Cunetas - Hcanales

NOMBRE DE CALLE:	CA. 16 DE FEBRERO			
TRAMO:	CA. San Juan Y Calle 01			
DATOS:				
		$Q_{Total\ acumulado} = Q_{Cap.vial} + Q_{Cuneta}$		
	Qacum=	1.122	m ³ /seg	Obtenido de "Diagrama de Flujo"
	Qcap.vial=	0.669	m ³ /seg	Obtenido de un Cálculo previo
	Qcuneta=	0.453	m ³ /seg	Caudal de Diseño
	Qcuneta=	0.227	m ³ /seg	Caudal de Diseño Ambos Lados
	S=	0.0027	m/m	Obtenido de Perfiles Longitudinales
	n=	0.013	adimensional	Por Tabla
		b (Ancho de Solera)	y (Tirante Normal)	
SECCIÓN DE CUNETA:		0.50	0.40	

Fuente: Elaborada por el autor.

🇨🇴 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:

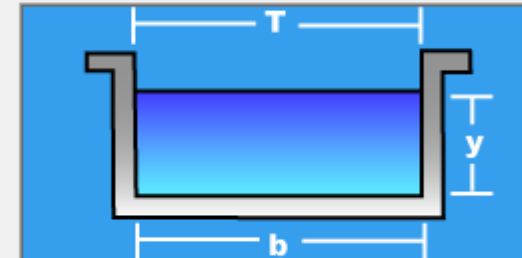
Proyecto:

Tramo:

Revestimiento:

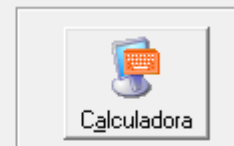
Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): <input type="text" value="0.3965"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.2930"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.1982"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1533"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.5000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.1450"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.5806"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.4633"/> m·Kg/Kg
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	



Fuente: Hcanales.

Tabla N°41 Secciones de Cunetas

NOMBRE DE CALLE/ AVENIDA	TRAMO	Qacum.	Qcap. Vial	Qdiseño	QCUNETA (A/S)	Scuneta (m/m)	SECCIÓN	SECCIÓN FINAL CUNETA
CA. MARISCAL CASTILLA	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.698	0.621	0.077	0.077	0.0052	0.30 X 0.25	0.45 X 0.35
CA. MARISCAL CASTILLA	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.606	0.298	0.308	0.154	0.0034	0.45 X 0.30	
CA. MARISCAL CASTILLA	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.469	0.238	0.231	0.116	0.0020	0.45 X 0.30	
CA. 16 DE FEBRERO	CA. San Juan Y Calle 01	1.122	0.669	0.453	0.227	0.0027	0.50 X 0.40	0.50 X 0.45
CA. 16 DE FEBRERO	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	1.106	0.677	0.429	0.215	0.0024	0.50 X 0.40	
CA. 16 DE FEBRERO	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	1.021	0.649	0.372	0.186	0.0034	0.45 X 0.35	
CA. 16 DE FEBRERO	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.927	0.553	0.374	0.187	0.0018	0.50 X 0.40	
CA.VICTORIA	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.803	0.570	0.233	0.117	0.0014	0.45 X 0.35	0.45 X 0.40
CA.VICTORIA	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.640	0.347	0.293	0.147	0.0021	0.45 X 0.35	
CA.VICTORIA	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguia	0.488	0.357	0.131	0.066	0.0013	0.35 X 0.30	
CA. LOS INCAS	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.880	0.499	0.381	0.191	0.002	0.50 X 0.40	0.50 X 0.45
CA. LOS INCAS	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.784	0.554	0.230	0.115	0.004	0.35 X 0.30	
CA. LOS INCAS	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.646	0.430	0.216	0.108	0.0018	0.40 X 0.35	
CA. LOS INCAS	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.579	0.374	0.205	0.103	0.0012	0.45 X 0.35	
CA. LEONCIO PRADO	Cultivos Y Ca. Santa Rosa	0.946	0.660	0.286	0.143	0.002	0.45 X 0.35	0.45 X 0.40
CA. LEONCIO PRADO	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.901	0.599	0.302	0.151	0.0023	0.45 X 0.35	
CALLE DF	Sarita Colonia Y Los Incas	1.041	0.866	0.175	0.175	0.0025	0.50 X 0.35	0.50 X 0.45
CALLE DF	LOS INCAS Y CAMINO REAL	1.958	1.504	0.454	0.227	0.0027	0.50 X 0.40	
CALLE DF	CAMINO REAL Y 16 DE FEBRERO	1.993	1.572	0.421	0.211	0.0023	0.50 X 0.40	
CALLE DF	16 DE FEBRERO Y MARISCAL CASTILLA	1.996	1.557	0.439	0.220	0.0025	0.50 X 0.40	
CALLE DF	MARISCAL CASTILLA Y DREN SALIDA	2.004	1.456	0.548	0.274	0.0039	0.50 X 0.40	

Fuente: Elaborada por el autor.

4.6.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUNETAS

En la tabla N° 42, se detalla el procedimiento que se ha llevado a cabo, para el cálculo del acero de las cunetas.

Tabla N°42 Cálculo Estructural de Cunetas

DISEÑO ESTRUCTURAL DE CANALETAS DE CONCRETO ARMADO	
Sección Rectangular	
<p>La canaleta debe ser diseñada para resistir los efectos de cargas móviles de servicio y para efectos de maquinaria pesada de construcción</p> <p>Como resultado equivalente se tiene una distribución uniforme de presión lateral del terreno (rectangular) de 60 psf, desde la superficie del terreno hasta el fondo</p>	
DIMENSIONAMIENTO	CARACTERISTICAS DEL SUELO
Altura (h)	Peso unitario del material seco (δ_s):
Ancho (b)	Ángulo de fricción interna (Φ):
Espesor de paredes y fondo (e)	Capacidad de carga del terreno (σ_t):
	Ángulo sobre la horizontal del talud (α):
CARGA DE TRÁFICO	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
Carga H20-44, que representa un camión con dos ejes	Resistencia a la compresión del concreto
Carga eje delantero:	Peso unitario del concreto (δ_c)
Carga eje trasero:	
CALCULO DE EMPUJE DE TIERRAS:	
Coeficiente de empuje activo (k_a)	
	$k_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi}{2} \right)$ $k_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)$ $k_a = 0.406$
Empuje activo (E_a)	
	$E_a = \frac{1}{2} * k_a * \delta_s * h^2$ $E_a = \frac{1}{2} * 0.406 * 1.72\text{T/m}^3 * 0.20 \text{ m}^2$ $E_a = 0.071 \text{ T/m}$
Empuje activo movil (E_{am})	
	$E_{am} = 60 \text{ psf} * h$ $E_{am} = 60 \text{ psf} * 0.45 \text{ m}$ $E_{am} = 0.133 \text{ T/m}$

Fuente: Elaborada por el autor

CÁLCULO DE MOMENTO

$$M = \frac{1}{3} * E_a * h + \frac{1}{2} * E_{am} * h$$

$$M = \frac{1}{3} * 0.071 \text{ T/m} * 0.5 \text{ m} + \frac{1}{2} * 0.13 \text{ T/m} * 0.5 \text{ m}$$

$$M = 0.011 \text{ T.m/m} + 0.030 \text{ T.m/m}$$

$$M = 0.040 \text{ T.m/m}$$

$$M_u = 1.7 * M$$

$$M_u = 1.7 * 0.040 \text{ T.m/m} = 0.069 \text{ T.m}$$

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA CUNETETA (e)

$$M_u = \phi * M_n$$

DATOS	
Øflexión =	0.9
L =	100 cm
f'c =	175 kg/cm ²
f _y =	4200 kg/cm ²
$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$	
ρ_{min} =	0.002
Rec. =	2.54 cm
Øvar. =	1.27 cm
d =	6.83 cm
$\omega = \rho * \frac{f_y}{f'_c}$	
ω =	0.048

$$M_u = \phi * L * e^2 * f'_c * \omega * (1 - 0.59 \omega)$$

$$6881.08 = 0.90 * 100 * e^2 * 175 * 0.048 * (1 - 0.028)$$

$$e = 3.06 \text{ cm}$$

$$e = 10.00 \text{ cm}$$

$$e = 10.00 \text{ cm}$$

DISEÑO POR FLEXION

$$M_u = \phi * [A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})]$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 10}$$

$$a = \frac{0.20 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.20 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.06 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.80}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.79}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.79}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

Elección de Acero

$$1 \text{ } \phi \text{ } 3/8 = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{USAR } 1 \text{ } \phi \text{ } 3/8 @ 45.00 \text{ cm}$$

Fuente: Elaborada por el autor

4.7 DISEÑO DEL PAVIMENTO

4.7.1 PAVIMENTO FLEXIBLE - MÉTODO AASHTO 93

4.7.1.1 CÁLCULO DEL FACTOR CAMIÓN

Tabla N°43 Cálculo Del Factor Camión – B3-1

BUS B3-1					
					
TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULOS				LONG. MÁXIMA (m)
B3-1					14
EJES	E1	E2	E3	E4	E5
Carga	7	9	7		
Carga	7	16			
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	1 Eje Rueda Doble+1Eje Rueda Simple			FACTOR CAMIÓN
Peso	7	16			
Factor E.E	1.265	1.366			2.631

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°44 Cálculo Del Factor Camión - C2

CAMIÓN C2					
					
TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULOS				LONG. MÁXIMA (m)
C2					12.30
EJES	E1	E2	E3	E4	E5
Carga	7	11			
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble			FACTOR CAMIÓN
Peso	7	11			
Factor E.E	1.265	3.238			4.504

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°45 Cálculo Del Factor Camión - C3

CAMIÓN C3					
					
TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULOS				LONG. MÁXIMA (m)
C3					13.20
EJES	E1	E2	E3	E4	E5
Carga	7	9	9		
Carga	7	18			
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem			
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble			FACTOR CAMIÓN
Peso	7	18			
Factor E.E	1.265	2.019			3.285

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°46 Cálculo del Factor Camión - T2S1 o 2S1

T2S1 O 2S1					
TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULOS				LONG. MÁXIMA (m)
T2S1 O 2S1					20.50
EJES	E1	E2	E3	E4	E5
Carga	7	11	11		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble			FACTOR CAMIÓN
Peso	7	11	11		
Factor E.E	1.265	3.238	3.238		7.742

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°47 Cálculo Del Factor Camión - T2s2 O 2s2

T2S2 O 2S2					
TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULOS				LONG. MÁXIMA (m)
T2S2 O 2S2					20.50
EJES	E1	E2	E3	E4	E5
Carga	7	11	9	9	
Carga	7	11	18		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem		
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble		FACTOR CAMIÓN
Peso	7	11	18		6.523
Factor E.E	1.265	3.238	2.019		

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.2 CÁLCULO DEL ESAL (W18)

Tabla N°48 Cálculo de los Ejes Equivalentes (EE)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1		11		5.50	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
	Camión C2		9		4.50	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
	T2S2 / 2S2		6		3.00	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.3 DETERMINAR EL VALOR DE CBR

Tabla N°49 Resumen De Valores De CBR

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

Para empezar con el diseño del pavimento, se debe seleccionar el valor de CBR con el que diseñaremos.

Según el MTC, si se tiene valores de CBR similares entre sí, el CBR de diseño será el promedio de estos, por otro lado, si los CBR difieren entre sí, se considerará el menor valor de CBR para el diseño.

Como podemos ver en la tabla N° 49, los valores de CBR de nuestra zona en estudio difieren entre sí, es por ello que trabajaremos con un CBR de diseño de:

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

Cuadro N°02 Resumen De Valores De CBR

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano” RNE.

De acuerdo a la tabla mostrada, el valor de CBR= 6.06, pertenece a una Subrasante Regular, por lo tanto, no se va a requerir de un mejoramiento de la Subrasante.

4.7.1.4 MÓDULO DE RESILIENCIA (MR)

Se obtuvo un Módulo de Resiliencia de 8.09E+03 psi.

Formula N°12 Módulo De Resiliencia (Mr)

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Tabla N°50 Módulo de Resiliencia (MR)

CBR (%)=	6.06
Mr (psi)=	8094.1898
Mr (psi)=	8.09E+03

Fuente: Elaborada por el autor

Cuadro N°03 Módulo De Resiliencia Obtenido Por Correlación Con CBR

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILENTE SUBRASANTE (Mr) (Psi)	MÓDULO RESILENTE SUBRASANTE (Mr) (MPa)
6	8,043.00	55.45
7	8,877.00	61.20
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

Si interpolamos los valores de Mr, para un CBR entre 6 y 7, obtendremos el valor de Mr, anteriormente calculado, es una manera de comprobar.

4.7.1.5 CONFIABILIDAD (%R)

El valor de la confiabilidad (%R), según el cuadro N° 04, el cual está relacionado con la cantidad de ejes equivalentes, nos arroja un valor de confiabilidad %R= 75 %.

Cuadro N°04 Nivel De Confiabilidad Según ESAL

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

Sin embargo, el RNE CE 010 Pavimentos Urbanos nos da un cuadro para extraer el valor de la confiabilidad (%R), dicha tabla está en base a la funcionalidad de la calzada, siendo la clasificación tomada las “Locales”, que nos brinda un valor de confiabilidad %R de 70%.

Cuadro N°05 Confiabilidad (%R) según funcionalidad de la calzada

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: RNE CE 010 Pavimentos Urbanos

El valor de confiabilidad (%R) con el que se va a diseñar es:

%R=	75
-----	----

4.7.1.6 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)

Para el caso específico de este proyecto, el valor del Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr), según la cantidad de ejes equivalentes (EE) de diseño es de -0.674.

Cuadro N°06 Coeficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (Zr)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{re}	100,001	150,000	-0.385
	T _{ri}	150,001	300,000	-0.524
	T _{rii}	300,001	500,000	-0.674
	T _{riii}	500,001	750,000	-0.842
	T _{riiv}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{rii}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{riii}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{riiiii}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{riii}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{riii}	7,500,001	10,000,000	-1.282
	T _{riii}	10,000,001	12,500,000	-1.282
	T _{riii}	12,500,001	15,000,000	-1.282
	T _{riii}	15,000,001	20,000,000	-1.645
	T _{riii}	20,000,001	25,000,000	-1.645
	T _{riii}	25,000,001	30,000,000	-1.645
T _{riii}		>30,000,000	-1.645	

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.7.1.7 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (SO)

Nota: El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45

Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los Pavimentos Flexibles, valores de So que oscilan entre 0.40 - 0.50

So=	0.45
-----	------

4.7.1.8 SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

4.7.1.8.1 SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi) – SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS

En base al siguiente cuadro, el valor de Pi es 3.80

Cuadro N°07 Índice De Serviabilidad Inicial (Pi) – Manual De Carreteras

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos - 1993

4.7.1.8.2 SERVICIABILIDAD FINAL (Pt) – SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS

En base al siguiente cuadro, el valor de Pt es 2.00

Cuadro N°08 Índice De Serviabilidad Final (Pt) – Manual De Carreteras

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – 1993

Por tanto, se tiene una serviabilidad (Δ PSI) de:

Δ PSI=	1.80
---------------	------

4.7.1.8.3 SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) – SEGÚN EL GUÍA AASHTO

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles la serviciabilidad inicial (P_o) de 4.2

Cuadro N°09 Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i) – Guía AASHTO

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o)

Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:

- a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y
- b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993

4.7.1.8.4 SERVICIABILIDAD FINAL (PT) – SE SEGÚN EL GUÍA AASHTO

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico.

Po ello, la serviciabilidad final (PT) es de 2.0, debido a que tenemos un tránsito medio.

Por tanto, se tiene una serviciabilidad (Δ PSI) de:

Δ PSI=	2.20
---------------	------

4.7.1.8.5 SERVICIABILIDAD INICIAL (PI) – SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS

La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un valor inicial deseable P_i de 4.2

4.7.1.8.6 SERVICIABILIDAD FINAL (PT) – SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS

La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (P_t) según el tipo de vía.

Por tanto, se tiene una serviciabilidad (Δ PSI) de:

Δ PSI=	2.20
---------------	------

Por tanto, el valor de Variación de Serviciabilidad (Δ PSI) será 2.20, valor obtenido de los cuadros de la Guía de AASHTO.

4.7.1.9 COEFICIENTE DE DRENAJE (MI)

4.7.1.9.1 SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS

Cuadro N°10 Calidad De Drenaje – Manual De Carreteras

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO

Cuadro N°11 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Manual De Carreteras

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 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	1.00 – 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: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – 1993

Por tanto:

m2	m3	1.00
----	----	------

4.7.1.9.2 SEGÚN LA GUÍA AASHTO

Cuadro N°12 Calidad De Drenaje – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 Horas
Bueno	1 día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No Drena

Fuente: Guía AASHTO

Cuadro N°13 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Guía Aashto

Calidad del Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
	< 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 - 0.8	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-1993

Por tanto:

m2	m3	1.00
-----------	-----------	------

4.7.1.9.3 SEGÚN EL RNE CE 010 PAVIMENTOS URBANOS

Cuadro N°14 Valores Del Coeficiente De Drenaje (Mi) – Pavimentos Urbanos

mi	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,40 - 1,35	1,35 -1,30	1,30 -1,20	1,20
Bueno	1 día	1,35 - 1,25	1,25 -1,15	1,15 -1,00	1,00
Regular	1 semana	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1 mes	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	Nunca	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos

Por tanto:

m2	m3	1.00
-----------	-----------	------

Por tanto, tenemos que los valore de los coeficientes m2 y m3 equivalen 1.0, una calidad de drenaje buena y el tiempo al cual está expuesta la estructura del pavimento a niveles de humedad próxima a la saturación es de 5%-25%.

4.7.1.10 CÁLCULO DEL MÓDULO RESILIENTE Y DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL

4.7.1.10.1 CAPA – SUB RASANTE

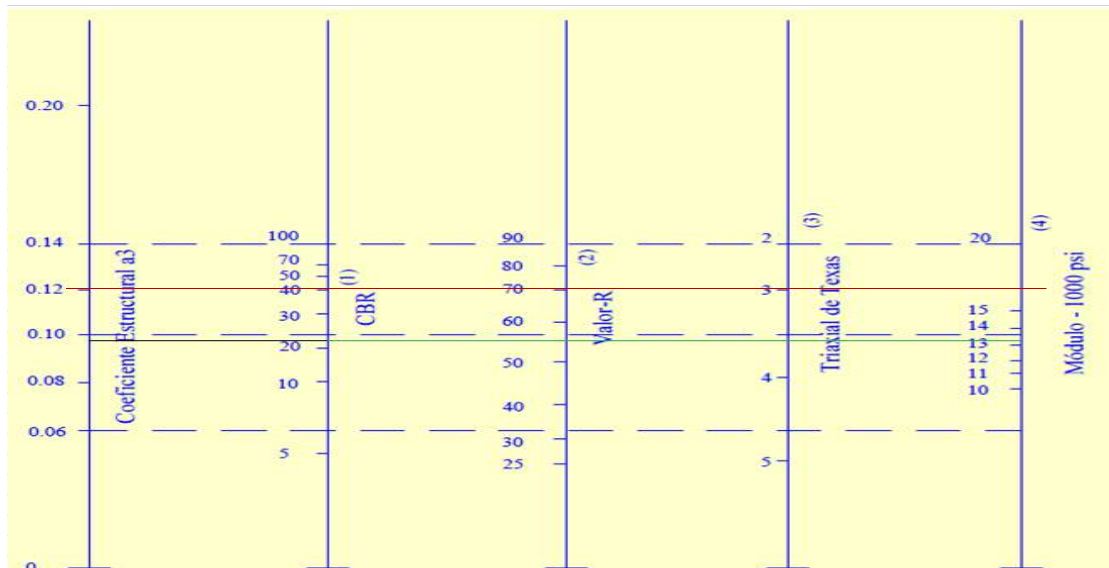
CAPA - SUB RASANTE			
CBR (%)	6.06	Mr(psi)	8094.190

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.10.2 CAPA – SUB BASE

CAPA - SUB BASE					
		coef. Estructural			
CBR (%)	40	Mr(psi)	16500	a3	0.120

Gráfico N°05 Monograma Coeficiente Estructural De Capa Subbase (a3)

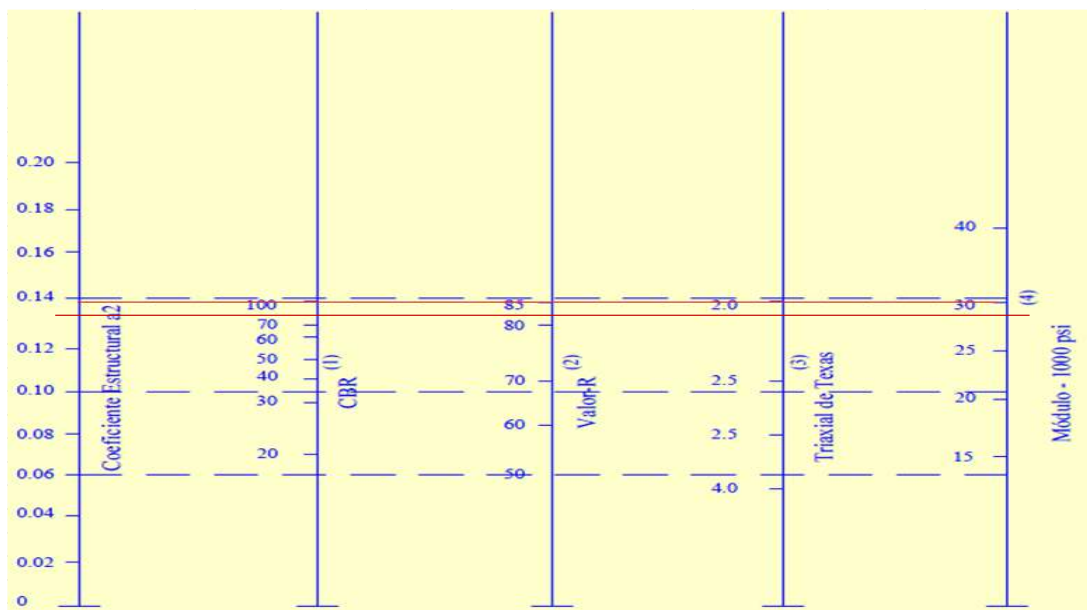


Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.10.3 CAPA – BASE

CAPA - BASE					
		coef. Estructural			
CBR (%)	80	Mr(psi)	28500	a2	0.134

Gráfico N°06 Monograma Coeficiente Estructural De Capa Base (a2)

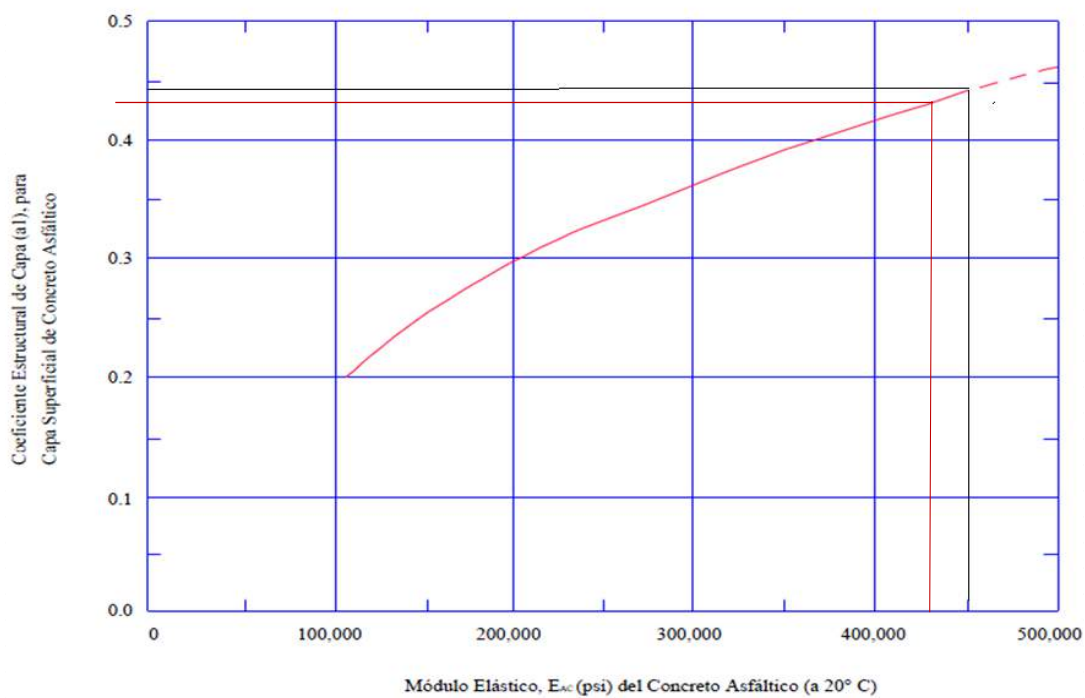


Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.10.4 CARPETA ASFÁLTICA

CARPETA ASFÁLTICA			
Mr(psi)	430000	a1	0.435

Gráfico N°07 Monograma De Modulo De Elasticidad Del Concreto Asfaltico



Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.11 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

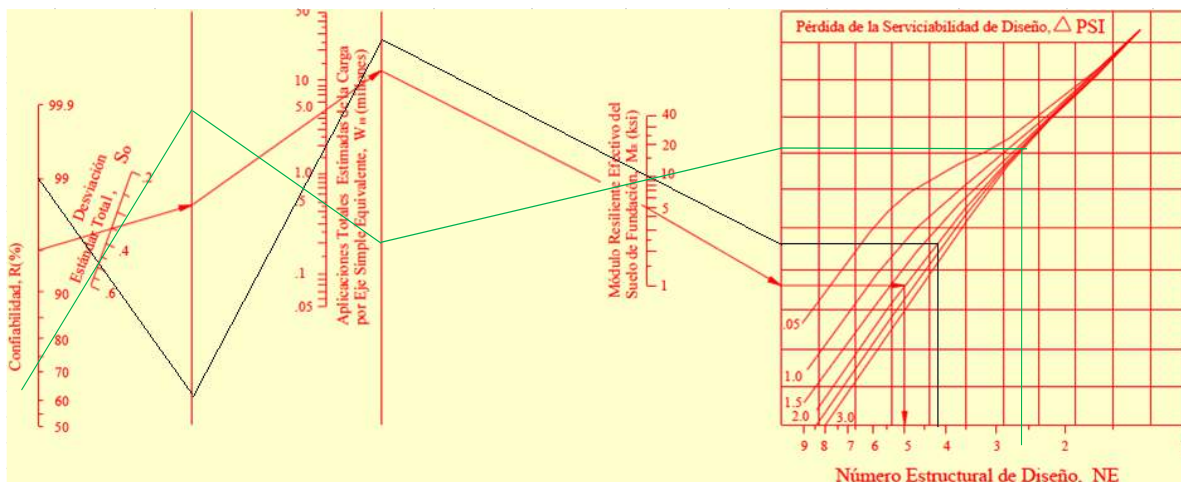
4.7.1.11.1 CAPA – SUB BASE

Tabla N°51 Número Estructural – Capa Sub - Base

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	8.09
ΔPSI=	2.20
SN3=	2.61

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°08 Monograma – Capa Sub – Base



Fuente: Elaborada por el autor

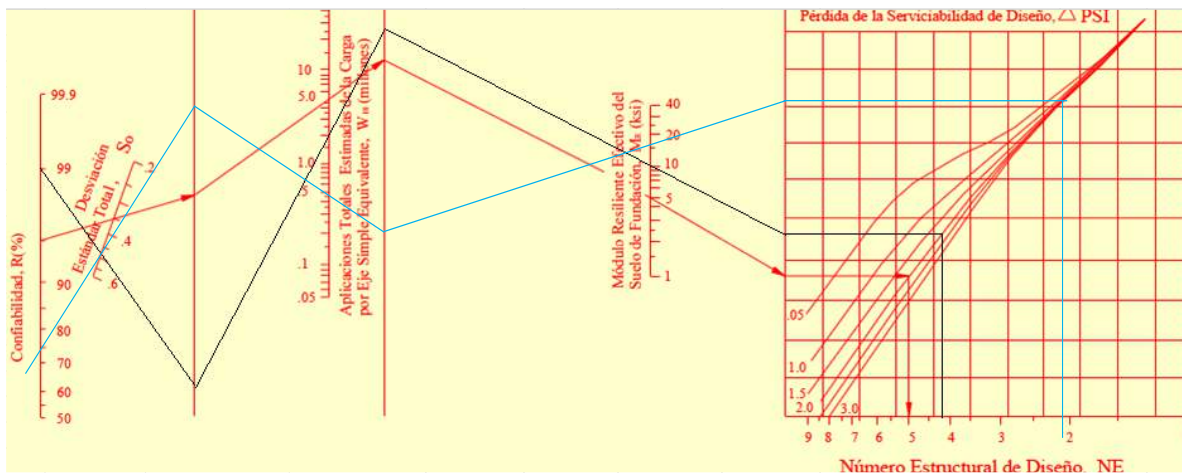
4.7.1.11.2 CAPA – BASE

Tabla N°52 Número Estructural – Capa Base

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	16.50
ΔPSI=	2.20
SN2=	2.07

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°09 Monograma – Capa Base



Fuente: Elaborada por el autor

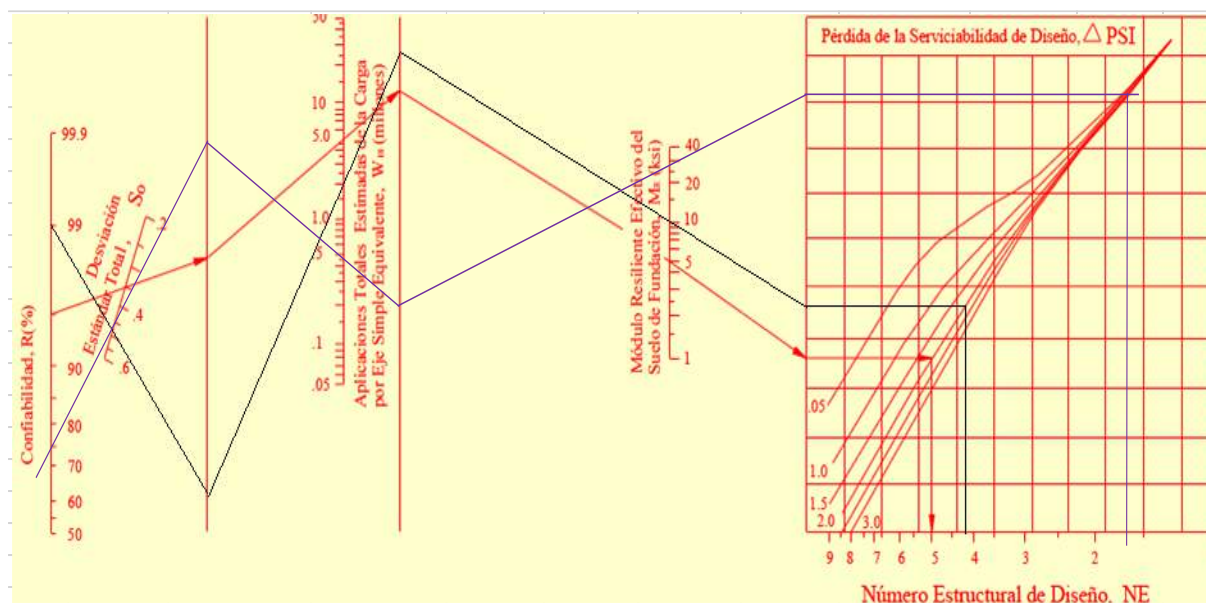
4.7.1.11.3 CARPETA ASFÁLTICA

Tabla N°53 Número Estructural – Carpeta Asfáltica

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	28.5
ΔPSI=	2.20
SN1=	1.67

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°10 Monograma – Carpeta Asfáltica



Fuente: Elaborada por el autor

4.7.1.12 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

4.7.1.12.1 SEGÚN MÉTODO AASHTO 93

Carpeta Asfáltica: D1= 2.50”

Capa Base: D2= 4.00”

Capa Sub-Base: D3=9”

4.7.1.12.2 SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

Carpeta Asfáltica: D1= 2.40”

Capa Base: D2= 6.00”

Capa Sub-Base: D3=8.00”

4.7.1.12.3 SEGÚN RNE CE010 PAVIMENTOS URBANOS

Carpeta Asfáltica: D1= 2.00”

Capa Base: D2= 6.00”

Capa Sub-Base: D3=8.00”

4.7.1.13 ESPESOR DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEFINITIVO

Carpeta Asfáltica: D1= 2.00”

Capa Base: D2= 8.00”

Capa Sub-Base: D3=8.00”

Tabla N°54 Espesores De Pavimento Flexible

CARPETA ASFÁLTICA (E =425000 psi)	D1=	2.00 "	5.00 cm	SN3
BASE (CBR =80%)	D2=	8.00 "	20.00 cm	2.902
SUBBASE (CBR =40%)	D3=	8.00 "	20.00 cm	CUMPLE

Fuente: Elaborada Por el autor

4.7.2 PAVIMENTO RÍGIDO - MÉTODO AASHTO 93

4.7.2.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $4.83 * 10^5$ EE.

Tabla N°055 Número de Ejes Equivalentes (ESAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1		11		5.50	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
	Camión C2		9		4.50	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
	T2S2 / 2S2		6		3.00	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.2.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 6.06 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°056 CBR de Diseño

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

4.7.2.3 CONFIABILIDAD (%R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)

El valor de Confiabilidad (%R) es: 75 %

El valor de la desviación estándar (Zr) es: -0.674

Tabla N°057 Confiabilidad (R) y Desviación Estándar (Zr)

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico					
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842

%R=	75
Zr=	-0.674

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.2.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR Combinada (So)

El valor de la Desviación Estándar Combinada (So) es: 0.35

Tabla N°058 Desviación Estándar Combinada (So)

Nota: El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, adopta para los diseños recomendados el valor de 0.35	Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los Pavimentos Flexibles, valores de So que oscilan entre 0.30 - 0.40
So= 0.35	So= 0.35

Fuente: Elaborada por el autor

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valores de So comprendidos entre 0.30 y 0.40.

4.7.2.5 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Manual de Carreteras es: 2.10

Tabla N°059 Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras

Cuadro 14.4 Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico						
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993

Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
Pi=	4.10	Pt=	2.00
Δ PSI=		2.10	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Guía Aashto es: 2.50

Tabla N°060 Serviciabilidad (Δ psi) – Guía Aashto

Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o) Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores: a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.			
Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993			
Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad inicial (P_o) es 4.2		Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico	
Pi=	4.50	Pt=	2.00
Δ PSI=		2.50	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad ($\Delta\psi$) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 2.50

Tabla N°061 Serviciabilidad ($\Delta\psi$) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos rígido un valor inicial deseable Pi de 4.5		Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (Pt) según el tipo de vía.	
Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos			
Pi=	4.50	Pt=	2.00
$\Delta\psi$=		2.50	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)

El coeficiente de drenaje (Cd) según el Manual de Carreteras es: 1.00

Tabla N°062 Coeficiente de Drenaje (Cd) – Manual de Carreteras

Cuadro 14.8 Condiciones de Drenaje			Cuadro 14.9 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd				
Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:	Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
Excelente	2 horas	2 horas		< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Bueno	1 día	2 a 5 horas	Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Regular	1 semana	5 a 10 horas	Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Pobre	1 mes	más de 10 horas	Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Muy Pobre	El agua no dreña	mucho más de 10 horas	Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
			Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993							
Cd1		Cd2		1.00			

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (Cd) según el Guía Aashto es: 1.00

Tabla N°063 Coeficiente de Drenaje (Cd) – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua	Calidad del Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
			< 1	1 - 5	5 - 25	> 25
Excelente	2 Horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No Drena	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-1993						
Cd1		Cd2		1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (Cd) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 1.00

Tabla N°064 Coeficiente de Drenaje (Cd) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Valores de Cd recomendados por la AASHTO para pavimentos rígidos.					
Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,25 - 1,20	1,0 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1 día	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Regular	1 semana	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1 mes	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy pobre	Nunca	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos

Cd1	Cd2	1.00
-----	-----	------

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.2.7 RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR) Y MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)

La resistencia a la flexo tracción del concreto (MR) es: 568.92 Psi.

El módulo de Elasticidad (Ec) es: 3982.44 Psi.

Tabla N°065 Resistencia a la Flexotracción (MR) y Módulo de Elasticidad (Ec)

Cuadro 14.7 Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico			TABLA 30			
RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)	Tipo de Pavimento	Flexible	Rigido	Adoquines
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²	Elemento			
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²	Vías locales	Concreto asfáltico ***	MR ≥ 3.4 MPa (34 kg/cm ²)	f _c ≥ 38 MPa (380 kg/cm ²)
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²	Vías colectoras			
			Vías arteriales			
			Vías expresas			

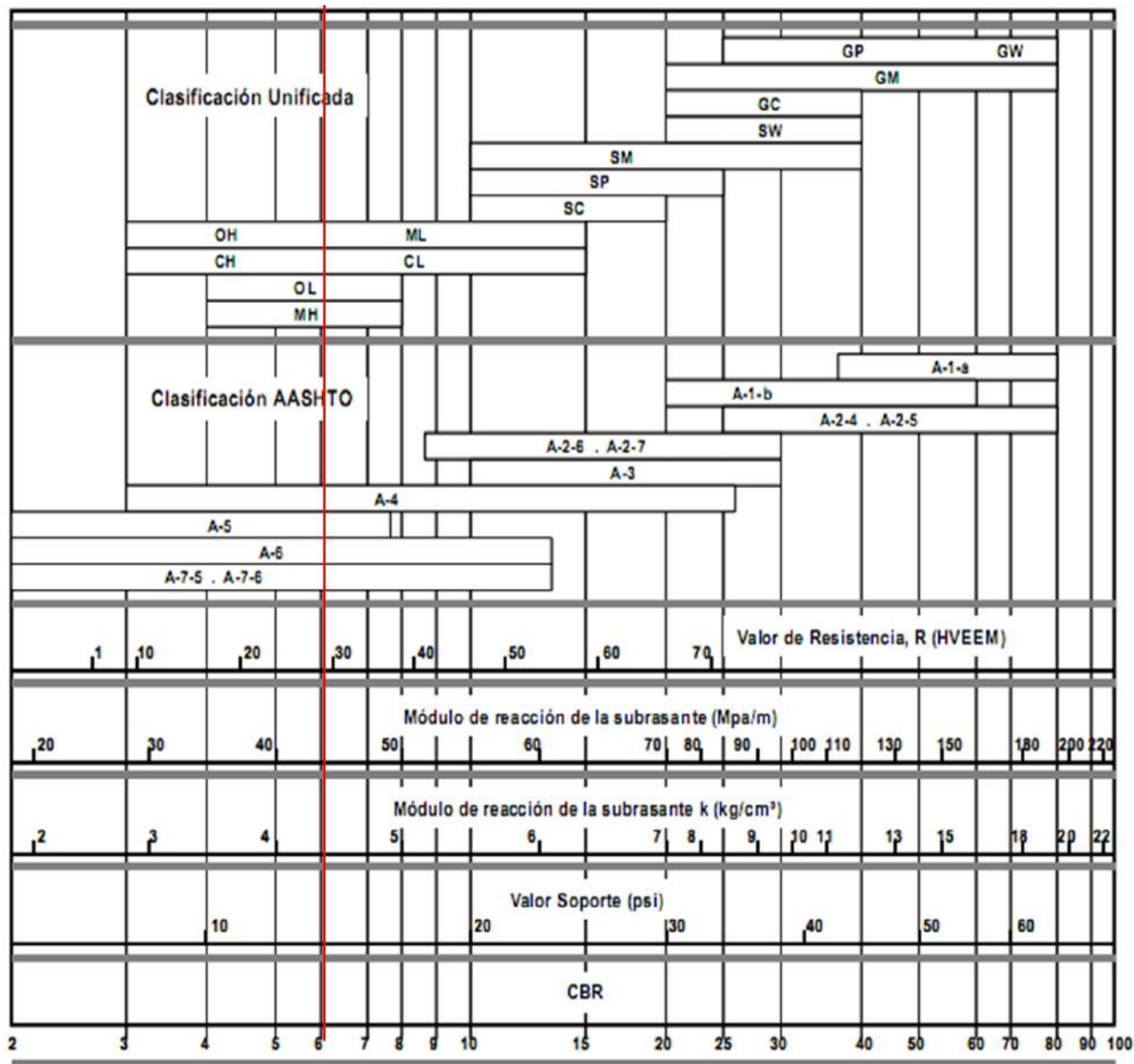
MR	40.00	kg/cm2	f'c=	280.00	kg/cm2
MR	568.92	Psi (lb/pulg2)	f'c=	3982.44	Psi (lb/pulg2)
Ec	3.60E+06	Psi (lb/pulg2)			

Fuente: Elaborada por el autor

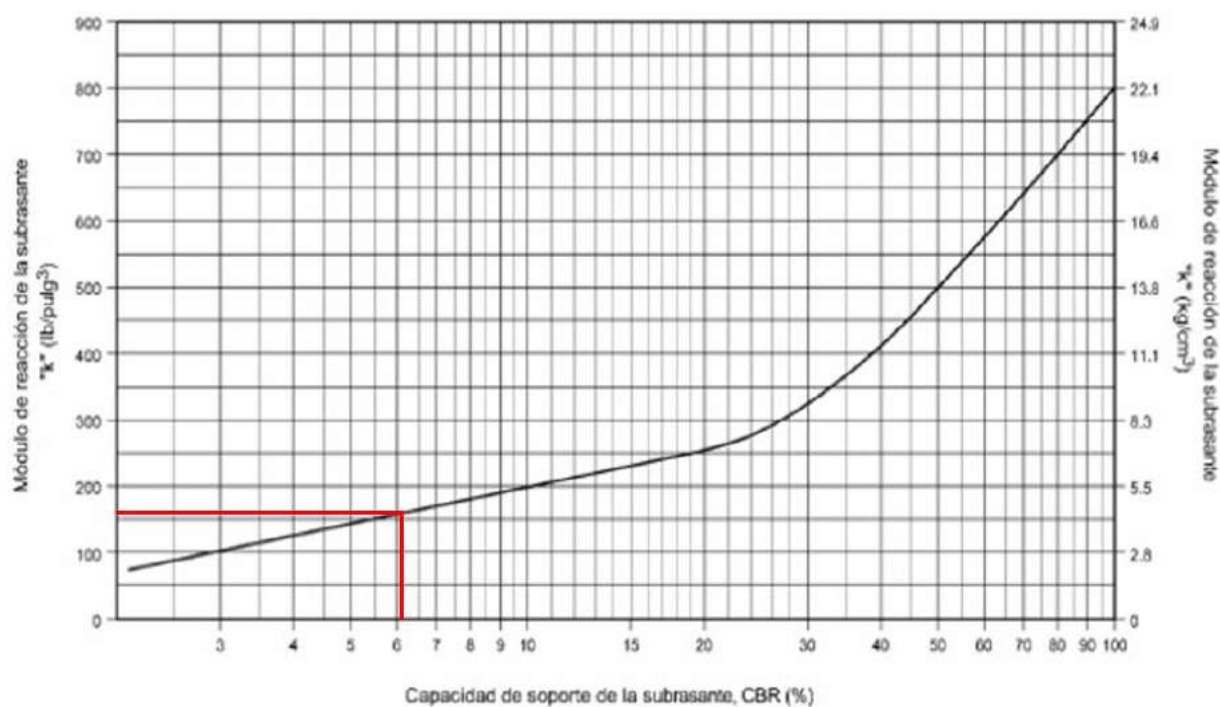
4.7.2.8 MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO

Con el CBR como dato conocido, a través del siguiente gráfico, procedemos a calcular el módulo de reacción de la sub rasante, 4.43 Kg/cm³.

Gráfico N°011 Correlación entre la clasificación de suelos y los diferentes ensayos.



Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°012 Relación entre CBR y el Módulo de Subrasante K

Fuente: Portland Cement Association. Concrete pavement design. 1951.

Para CBR < 10%, $K(\text{Kg/cm}^3) = 0.25 + 5.15 \cdot \text{Log}(\text{CBR}\%)$, $K(\text{Lb/pulg}^3) = 36.05 \cdot K(\text{Kg/cm}^3)$, $K(\text{Kg/cm}^3) = 0.02768 \cdot (\text{Lb/pulg}^3)$

Para CBR \geq 10%, $K(\text{Kg/cm}^3) = 4.51 + 0.89[\text{Log}(\text{CBR}\%)]^{4.34}$, $K(\text{MPa/m}) = 46 + 9.08[\text{Log}(\text{CBR}\%)]^{4.34}$

Tabla N°066 Módulo de Reacción de la Sub Rasante (K)

K	160.00	PCI (lb/pulg ³)
K	4.43	kg/cm ³
K	44.28	Mpa/m

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.2.9 ESPESOR DE LA SUB RASANTE GRANULAR

Una vez calculado el Módulo de Reacción de la Sub rasante (K), que es 160 PCI, nos dirigimos al siguiente cuadro, y calculamos el espesor de la Sub base, el cual tiene un valor de 9 Pulg.

Cuadro N° 15: Relación entre el Módulo de Subrasante K y el Espesor de la Sub Base

Valor k de la Subrasante pci	Valor k de la Subbase, pci			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

4.7.2.10 TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

Para calcular el valor de transferencia de carga (J), hacemos uso de los dos cuadros siguientes:

Tabla N°067 Transferencia de Carga (J)

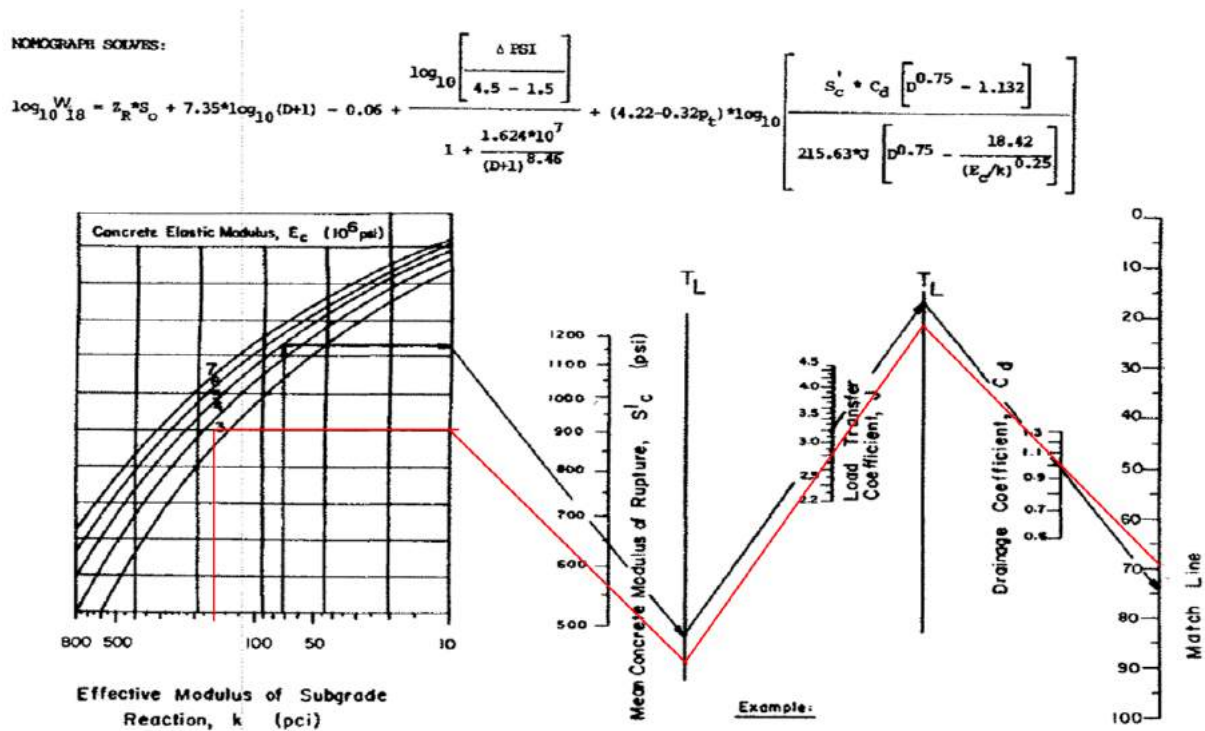
Cuadro N° 14.10 Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J				COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGAS					
TIPO DE BERMA	J				BERMA	ASFALTO		Concreto	
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HEBRAÍDICO		SI	NO	SI	NO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	Simple con juntas y Reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8	CRCP (Pavimento de Concreto Continuamente Reforzado)	2.9-3.2	N/A	2.3-2.9	N/A

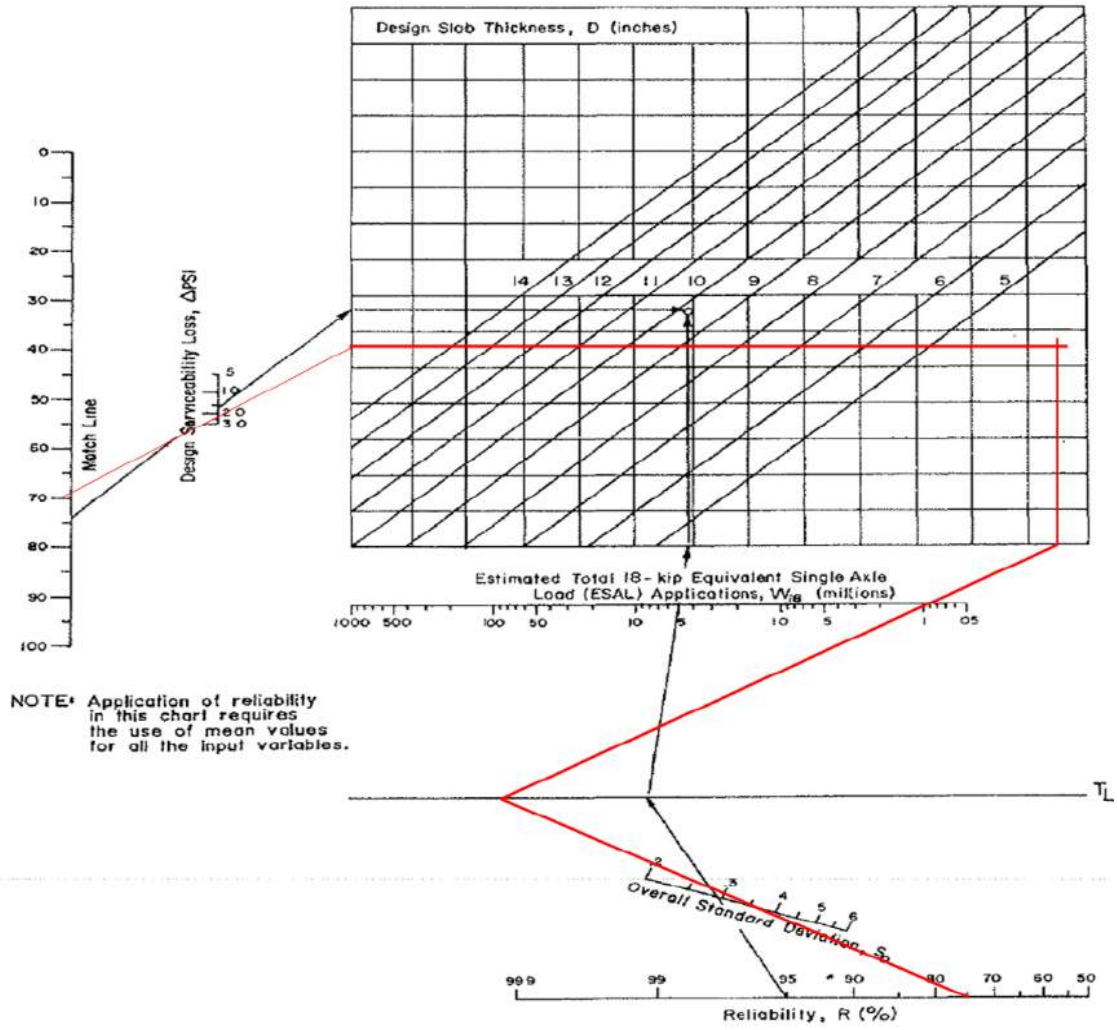
FUENTE: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos – 1993.

TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)	2.80
-----------------------------	------

4.7.2.11 MONOGRAMA PARA DETERMINAR LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Gráfico N°013 Monograma – Pavimento Rígido





4.7.2.12 ESPEORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla N°068 Espesores de las Capas de Pavimento Rígido

LOSA DE CONCRETO	15.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3 PAVIMENTO INTERTRABADO – CE. 010 “PAVIMENTOS URBANOS”

4.7.3.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $4.83 * 10^5$ EE.

Tabla N°069 Número de Ejes Equivalentes (ESAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1		11		5.50	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
	Camión C2		9		4.50	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
	T2S2 / 2S2		6		3.00	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 6.06 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°070 CBR de Diseño

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

4.7.3.3 MÓDULO DE RESILENCIA (MR)

El módulo de resiliencia (MR) es: $8.09 * 10^3$ Psi.

Tabla N°071 Módulo de Resiliencia (MR)

$M_r(\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64}$	
CBR (%)=	6.06
Mr (psi)=	8094.1898
Mr (psi)=	8.09E+03

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.4 CONFIABILIDAD (%R)

El valor de Confiabilidad (%R) es: 75 %.

Tabla N°072 Confiabilidad (%R)

CALCULO DE LA CONFIABILIDAD (%R)				
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	95%
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	95%
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	95%
	T _{P15}	>30,000,000		95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

%R= 75

%R= 75

Tabla 2.2. Niveles de confiabilidad Sugeridos para varias Clasificaciones Funcionales

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.7 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Manual de Carreteras es: 1.80

Tabla N°075 Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras

CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)									
MANUAL DE CARRETERAS									
Serviciabilidad Inicial (Pi)				Serviciabilidad Final (Pt)					
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico				Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico					
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80	Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80		T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80		T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80		T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993									
Pi=		3.80		Pt=		2.00			
Cuadro 12.12 Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico									
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)					
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80					
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80					
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80					
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80					
Δ PSI=		1.80							

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad ($\Delta\psi$) según el Guía Aashto es: 2.20

Tabla N°076 Serviciabilidad ($\Delta\psi$) – Guía Aashto

GUÍA AASHTO	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o) Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:</p> <p>a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.</p>	
<p>Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993</p>	
<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad inicial (P_o) es 4.2</p>	<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico</p>
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\psi$ = 2.20	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad ($\Delta\psi$) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 2.20

Tabla N°077 Serviciabilidad ($\Delta\psi$) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

RNE CE 010 Pavimentos Urbanos	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un valor inicial deseable P_i de 4.2</p>	<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (P_t) según el tipo de vía.</p>
<p>Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos</p>	
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\psi$ = 2.20	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.8 COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)

El coeficiente de drenaje (mi) según el Manual de Carreteras es: 1.00

Tabla N°078 Coeficiente de Drenaje (mi) – Manual de Carreteras

COEFICIENTES DE DRENAJE PARA LAS CAPAS DE BASE Y SUBBASE (mi)						
Cuadro 12.14 Calidad del Drenaje		Cuadro 12.15 Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles				
CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVAGUADA	CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
			Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1 día	Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Mediano	1 semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1 mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	El agua no evagua	Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993						
		m1	m2	1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según el Guía Aashto es: 1.00

Tabla N°079 Coeficiente de Drenaje (mi) – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua	Calidad del Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
			< 1	1 - 5	5 - 25	> 25
Excelente	2 Horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1 día	Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No Drena	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-1993						
		m2	m3	1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 1.00

Tabla N°080 Coeficiente de Drenaje (mi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

mi	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos					
		m2	m3	1.00	

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.9 CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS.

4.7.3.9.1 BLOQUE DE ADOQUÍN

El espesor de los bloques de adoquín, será de 80 mm, según la siguiente tabla.

Tabla N°081 Espesor de los Bloques de Adoquín según el Tipo de Pavimento.

Elemento	Tipo de Pavimento	Flexible	Rígido	Adoquines
	Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm
Vías colectoras		≥ 60 mm	≥ 80 mm	
Vías arteriales		≥ 70 mm	NR**	
Vías expresas		≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

4.7.3.9.2 CAMA DE ARENA

El espesor de la cama de arena, será de 40 mm, según la siguiente tabla.

Tabla N°082 Espesor de la Cama de Arenas Bloques de Adoquín

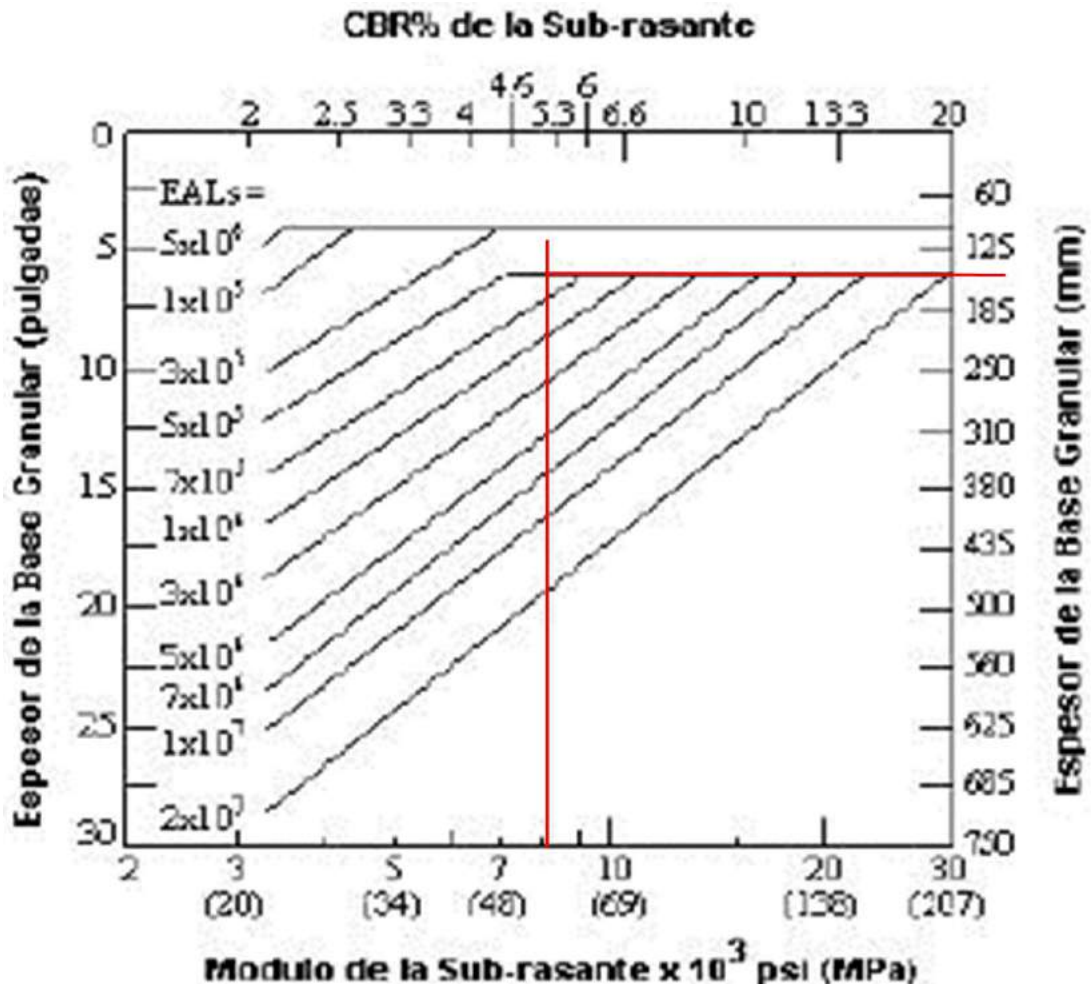
Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
≤ 150,000		Adoquín de Concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de Concreto: 100mm	40 mm

Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

4.7.3.9.3 CAPA BASE

Calculado el Módulo de Resiliencia (M_r), introducimos el valor en el gráfico que se muestra a continuación, y obtendremos el espesor de la Base Granular, el cual es 150 mm.

Gráfico N°014 Curvas Diseño del Espesor – Base Granular– Pavimento Intertrabado



Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

4.7.3.10 CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Para determinar los espesores de las capas del pavimento intertrabado, el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, se basa en la siguiente tabla.

Tabla N°083 Estructura de Pavimento De Adoquín Con Base Granular

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%								
> 20% CBR < 30%								
CBR > 30%								

Fuente: Elaboración propia en base al ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute) y de ecuaciones AASHTO.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos, será definido en estudio específico.
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar entre otros aspectos:
 a) Evaluaciones Superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectuará al menos una vez cada año.

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Según la tabla anterior, los espesores de los pavimentos son:

Bloque de Adoquín	:	6.00 cm
Cama de Arena	:	4.00 cm
Base Granular	:	20.00 cm
Sub Base Granular	:	15.00 cm

4.7.3.11 ESPESORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO INTERTRBADO

4.7.3.11.1 SEGÚN CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

Los espesores de la estructura de pavimento intertrabado son:

Tabla N°084 Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – CE. 010 Pavimentos Urbanos.

BLOQUE DE ADOQUÍN	8.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.11.2 SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Los espesores de la estructura de pavimento intertrabado son:

Tabla N°085 Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – Manual de Carreteras.

BLOQUE DE ADOQUÍN	6.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm
SUBBASE (CBR =30%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.3.12 ESPESOR DE PAVIMENTO INTERTRABADO DEFINITIVO

Por tanto, tendremos el espesor del pavimento intertrabado con el que se va a trabajar.

Tabla N°086 Espesores de las Capas de Pavimento Intertrabado

BLOQUE DE ADOQUÍN	8.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm
SUBBASE (CBR =30%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.7.4 ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS PAVIMENTOS

El análisis técnico económico, se basará en la comparación de los costos y también de la parte técnica de cada tipo de pavimento analizado, con la finalidad de elegir para el presente proyecto, la mejor alternativa de solución.

4.7.4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO EN BASE AL TIPO DE PAVIMENTO

En la siguiente tabla, detallamos el costo del proyecto en general para cada una de los tres (3) tipos de pavimentos, este proyecto consta de:

Pavimento.

Veredas y rampas para discapacitados.

Sistema de drenaje pluvial.

Cámara de rejas.

Sedimentador.

Cámara de bombeo.

Tabla N°087 Comparación Económica Del Proyecto En General En Base Al Tipo Pavimento

COMPARACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DEL PROYECTO EN BASE AL TIPO DE PAVIMENTO				
INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO INTERTRABADO
Costo Directo	S/.	S/19,513,561.63	S/23,853,889.57	S/26,263,952.42
Gastos Generales (10%)	S/.	S/1,951,356.16	S/2,385,388.96	S/2,626,395.24
Utilidades (5%)	S/.	S/975,678.08	S/1,192,694.48	S/1,313,197.62
Sub Total	S/.	S/22,440,595.87	S/27,431,973.01	S/30,203,545.28
IGV (18%)	S/.	S/4,039,307.26	S/4,937,755.14	S/5,436,638.15
Costo Total	S/.	S/26,479,903.13	S/32,369,728.15	S/35,640,183.43
Años De Diseño	Años	20	20	20
Costo Por Año De Servicio	S/.	S/1,323,995.16	S/1,618,486.41	S/1,782,009.17

Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede observar en el cuadro anterior, el pavimento flexible tiene un costo de construcción de veintiséis millones cuatrocientos setenta y nueve mil novecientos tres con 13/100 soles, haciendo una comparación con los dos tipos de pavimentos analizados, podemos concluir que el pavimento flexible en cuanto a costos se refiere es la alternativa de pavimento seleccionada para el presente proyecto.

Así mismo, también tenemos un costo por año de servicio para el pavimento flexible de 1,323,995.16 (un millón trescientos veintitrés mil novecientos noventa y cinco con 16/100) soles, y haciendo un comparativo con las dos alternativas analizadas, concluimos que el costo por servicio es menor en el pavimento flexible que en las otras dos alternativas.

A continuación, se analiza el costo del proyecto solo en base al tipo de pavimento, es de decir sin considerar las obras de veredas y rampas, sistema de drenaje pluvial y las obras hidráulicas, teniendo como resultado los datos que se muestran en la tabla N° 88.

Tabla N°088 Comparación Económica Del Proyecto En Base Al Tipo Pavimento.

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO INTERTRABADO
Costo Directo	S/.	S/15,584,903.92	S/19,846,997.48	S/22,257,060.33
Gastos Generales (10%)	S/.	S/1,558,490.39	S/1,984,699.75	S/2,225,706.03
Utilidades (5%)	S/.	S/779,245.20	S/992,349.87	S/1,112,853.02
Sub Total	S/.	S/17,922,639.51	S/22,824,047.10	S/25,595,619.38
IGV (18%)	S/.	S/3,226,075.11	S/4,108,328.48	S/4,607,211.49
Costo Total	S/.	S/21,148,714.62	S/26,932,375.58	S/30,202,830.87
METRADO DE PAVIMENTO	KM	14.19804	14.19804	14.19804
COSTO POR KM	S/.	S/1,489,551.70	S/1,896,907.99	S/2,127,253.54

Fuente: Elaborada por el autor

Haciendo el análisis de la tabla anterior, tenemos el costo total del proyecto para los tres tipos de pavimento analizados y podemos ver que el costo de construcción por cada kilómetro de pavimento flexible es 1,489,551.70 (un millón cuatrocientos ochenta y nueve mil quinientos cincuenta y uno con 70/100) soles, monto mucho menor que las otras dos alternativas analizadas.

Podemos concluir con el análisis de dicha tabla que el pavimento flexible es la alternativa seleccionada para el presente proyecto en cuanto a costo por cada kilómetro del proyecto se refiere.

4.7.4.2 ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO EN BASE AL TIPO DE PAVIMENTO

Para este análisis técnico del proyecto, se han comparado diferentes propiedades para cada tipo de pavimento analizado.

En el siguiente cuadro, podemos ver a detalle cada una de estas propiedades que diferencian a cada tipo de pavimento respecto a las otras alternativas.

Cuadro N°016 Propiedades De Los Tipos De Pavimento

PROPIEDADES	TIPOS DE PAVIMENTOS		
	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO INTERTRABADO
COSTE DE CONSTRUCCIÓN	MENOR COSTE	MAYOR COSTE	MAYOR COSTE
JUNTAS	CAPA DE RODADURA CONTINUA	CAPA DE RODADURA DISCONTINUA	CAPA DE RODADURA DISCONTINUA
PUESTA EN SERVICIO	DE INMEDIATO	REQUIERE VARIOS DIAS DE FRAGUADO	DE INMEDIATO
RENDIMIENTO DE MO.	MAYOR AVANCE	MENOR AVANCE	MAYOR AVANCE
DRENABILIDAD	MAYOR DRENABILIDAD	MENOR DRENABILIDAD	MAYOR DRENABILIDAD
CONFORT, SEGURIDAD	MAYOR COMODIDAD Y SEGURIDAD	MENOR CONFORT, MAYOR RIGIDEZ	MENOR CONFORT
FALLAS	DETECCIÓN TEMPRANA DE FALLA	DETENCIÓN TARDIA DE FALLAS	DETECCIÓN TEMPRANA DE FALLA
REPARACIONES/ PARCHES	FACIL REPARACIÓN	MAYOR DIFICULTAD	FACIL REPARACIÓN

Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede observar en el cuadro anteriormente mostrado, son diferentes propiedades que hacen que un pavimento se diferencia de manera significativa respecto a las otras dos alternativas analizadas.

Si nos referimos al costo de construcción, podemos deducir del cuadro adjunto que el pavimento flexible tiene un menor costo a comparación de las otras dos alternativas las cuales tienen un costo más elevado.

Si hablamos de las juntas de dilatación, se puede decir que el pavimento flexible al no contar con juntas en su carpeta asfáltica la hace más permeable ante la acción de fuertes lluvias, a comparación de las otras dos alternativas que si llevan juntas en su estructura y esto puede hacer que las aguas de lluvia penetren las capas de la estructura de pavimento provocando el debilitamiento de las capas que conforman dicha estructura de pavimento.

En cuanto a rendimiento de mano de obra, el pavimento flexible tiene un mayor avance de obra respecto a las otras dos alternativas analizadas.

Si tocamos el tema de las fallas, pues en el pavimento flexible la detección de fallas es mas temprana y se puede evitar mayores costos de reparación, a comparación del pavimento rígido en donde la detección de falla es más tardía y puede provocar la demolición completa del paño, lo cual, significaría un mayor costo.

Por último y no menos importante, está el tema de las reparaciones, pues en este caso el pavimento flexible tiene una ventaja a comparación del pavimento rígido, puesto que el pavimento flexible tiene mayor facilidad de hacer alguna reparación, cambio de tuberías, refacciones en su carpeta asfáltica.

4.8 DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS

4.8.1 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE REJAS

En este apartado se dará a conocer las dimensiones y a su vez los criterios considerados según la norma técnica peruana vigente OS.090.

4.8.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS REJAS

Para dar inicio al diseño de las rejas, se debe conocer el volumen de agua, el cual es el caudal acumulado en el tramo final del sistema de drenaje pluvial, el mismo que ha sido calculado a través del análisis del diagrama de flujos, teniendo así un caudal de diseño:

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego, procederemos a calcular las características que tendrá la cámara de rejas, según los parámetros estipulados por la NTP. OS.090.

Separación, espaciamiento entre las barras (a) en mm.

$$\text{Parámetros: } 20 \text{ mm} < a < 50 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } a = 2'' = 50 \text{ mm.}$$

Espesor de las rejas (e) en mm.

$$\text{Parámetros: } 5 \text{ mm} < e < 15 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } e = 0.50'' = 12.7 \text{ mm.}$$

Ancho de las rejas (a_r) en mm.

$$\text{Parámetros: } 30 \text{ mm} < a_r < 75 \text{ mm.}$$

Por tanto, asumimos: $a = 75 \text{ mm}$.

Eficiencia de las rejillas (E)

$$E = \frac{a}{e + a}$$

$$E = \frac{50}{12.7 + 50}$$

$$E = 0.80$$

Velocidad de paso entre las rejillas (V) en m/seg.

Parámetros: $0.60 \text{ m/seg} < a < 0.75 \text{ m/seg}$

Nota: si la velocidad es menor a 0.60 m/seg , los sólidos tienen a sedimentarse, si la velocidad es mayor, los residuos que se desean retener se pasan por las rejillas, por ello se elige trabajar con:

Por tanto, asumimos: $V = 0.70 \text{ m/seg}$

Velocidad aguas arriba de las rejillas (V_o) en m/seg.

$$V_o = V \times E$$

$$V_o = 0.70 \times 0.80$$

$$V_o = 0.56 \text{ m/seg.}$$

4.8.1.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA ESTA LIMPIA.

Para calcular las pérdidas de carga, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$H_f = 1.143 \times \frac{(V)^2 - (V_o)^2}{2 \times g}$$

Donde:

V, es velocidad de paso entre las rejillas, 0.70 m/seg

V_o , velocidad aguas arriba de las rejillas, 0.56 m/seg

g, es la gravedad, 9.81 m/seg^2 .

$$Hf = 1.143 \times \frac{(0.70)^2 - (0.56)^2}{2 \times 9.81}$$

$$Hf = 0.103 \text{ m.}$$

4.8.1.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA QUEDA 50 % SUCIA.

Para calcular las pérdidas de carga, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Hf = 1.143 \times \frac{(2V)^2 - (Vo)^2}{2 \times g}$$

Donde:

V, es velocidad de paso entre las rejillas, 0.70 m/seg

Vo, velocidad aguas arriba de las rejillas, 0.56 m/seg

g, es la gravedad, 9.81 m/seg².

$$Hf = 1.143 \times \frac{(2 \times 0.70)^2 - (0.56)^2}{2 \times 9.81}$$

$$Hf = 0.096 \text{ m.}$$

4.8.1.4 CANAL DE MÁXIMA EFICIENCIA

Se debe mencionar, que las aguas pluviales se transportarán mediante cunetas longitudinales dispuestas en las calles, sin embargo, para hacer el diseño de las rejillas de limpieza, debemos calcular un canal de máxima eficiencia, el cual, reemplazará a las dos cunetas longitudinales, transformándose así en una cámara de rejillas.

Como dato de entrada, tendremos el caudal de diseño, el mismo que será el que transportará las cunetas en su tramo final, dato obtenido mediante el análisis del diagrama de flujos.

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego utilizaremos la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{0.5} \times \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg

S, es la pendiente del canal, 0.20 %

n, coeficiente de Manning, 0.013 (material de concreto armado)

A, es el área del canal rectangular.

P, es el perímetro del canal.

Introduciendo los datos a la ecuación, tendremos:

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{0.5} \times \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$0.548 = \frac{1}{0.013} \times 0.002^{0.5} \times \frac{(2 \times y^2)^{5/3}}{(4 \times y)^{2/3}}$$

$$y = 0.50 \text{ m.}$$

Una vez calculado el tirante (y), hallaremos la base del canal (b), mediante la siguiente ecuación del canal de máxima eficiencia:

$$b = 2 \times y$$

$$b = 2 * 0.50$$

$$b = 1.00 \text{ m.}$$

Luego verificaremos la velocidad en el canal, mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

A, es el área hidráulica del canal, 0.50 m².

$$V = \frac{0.548}{0.50}$$

$$V = 1.096 \text{ m/seg.}$$

Nota: Según norma, la velocidad autolimpiante del canal, debe estar entre 0.60 m/seg a 2.00 m/seg, por tanto, si se tiene una velocidad autolimpiante adecuada para el canal.

Finalmente, verificamos que no haya turbulencia en el canal, mediante la ecuación del número de Froud:

$$FR = \frac{V}{g \times y}$$

Donde:

FR, es el número de Froud.

g, es la gravedad, 9.81 m/seg².

y, es el tirante del canal, 0.50 m.

$$FR = \frac{1.096}{9.81 \times 0.50}$$

$$FR = 0.243$$

Nota: Según norma, si el $FR < 1$, el flujo en el canal es subcrítico, esto quiere decir que nuestro canal de diseño no tendrá turbulencia y su funcionamiento será el adecuado.

4.8.1.5 DIMENSIONES DE LAS REJAS

Una vez calculado los parámetros dados por la NTP OS.090, y también el canal de máxima eficiencia hidráulica, procedemos a calcular el número de rejatas y las dimensiones que dispondrá dicha estructura.

Para hallar el número de rejatas (N) utilizaremos la siguiente ecuación:

$$N = \frac{b - a}{a + e} + 1$$

Donde:

b, es el ancho de canal, 1.00 m.

a, es la separación entre barras, 0.05 m.

e, es el espesor de las barras, 0.0127 m.

$$N = \frac{1.00 - 0.05}{0.05 + 0.0127} + 1$$

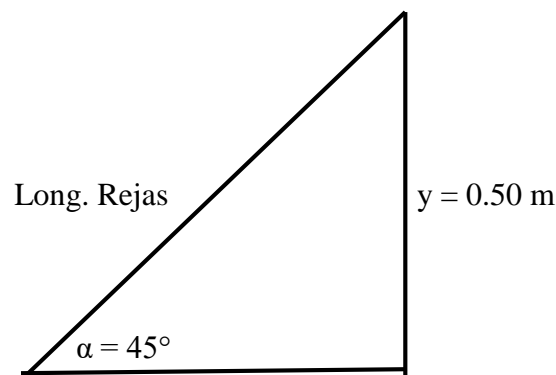
$$N = 16 \text{ barras.}$$

Luego para encontrar la longitud de las barras, la NTP OS.090, nos dice que la inclinación de dichos elementos, será:

$$\text{Parámetros: } 45^\circ < \alpha < 60^\circ$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } \alpha = 45^\circ$$

Entonces como ya conocemos el tirante (y), y por efectos prácticos consideraremos 0.10 m de altura libre del canal, procederemos a aplicar el teorema de Pitágoras.



Por lo tanto, tendremos la siguiente expresión:

$$\text{tag}(\alpha) = \frac{y + H_{\text{Libre}}}{\text{Long. Rejas}}$$

$$\text{tag}(45^\circ) = \frac{0.50 + 0.10}{\text{Long. Rejas}}$$

Despejamos la variable que deseamos encontrar, y obtenemos:

$$\text{Long, Rejas} = 0.60 \text{ m.}$$

Finalmente conciliando datos, sabremos que las rejas que tendrá la cámara, será:

$$\text{Long, de Rejas} = 0.60 \text{ m.}$$

Ancho de las Rejas = 0.075 m.

Espesor de rejas = 0.127 m = 0.50"

Separación entre rejas = 0.05 m = 2"

4.8.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE REJAS

4.8.2.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE REJAS

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, compuesta por un solo enmallado, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos de la cámara de rejas.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.15 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - rec - \frac{\Phi v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 15 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 15 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 10.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°89 Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.

Losa de fondo										
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.
Tn * m	cm	cm ²	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm ²	
M11	0.38	0.23	1.0	5					3.56	Cumple
M22	0.65	0.40	1.7	5					3.56	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de rejas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°90 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.

Losa: M11										
	Inferior :		1	Ø	3/8	"	@	20	cm	
M22										
	Superior:		1	Ø	3/8	"	@	20	cm	

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.2.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

- a.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

- b.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín V}} = \mathbf{2.25 \text{ cm}^2}$$

4.8.2.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V_{13} y V_{23}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

Donde:

V_u : Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * b_w$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 10.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 7.961 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 7.961 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{6.77 \text{ Tn/m}}$$

a.) En la losa:

$$V_{13} = 1.35 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 1.05 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{6.77 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$1.35 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$1.05 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

4.8.2.2 DISEÑO DE MUROS DE LA CÁMARA DE REJAS

Por tanto, el espesor de los muros será de 0.15 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\phi v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 15 cm

Acero corrugado ($\phi 2$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 15 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 10.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como son los muros de la cámara de rejillas.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en los muros.

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Tabla N°91 Cálculo del Área de Acero en los Muros de la Cámara de Rejas

Paredes Fondo											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	0.55	0.34	1.4	5						3.56	Cumple
M22	1.15	0.72	3.0	5						3.56	Cumple
Paredes 1/3*H											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	0.85	0.52	2.2	5						3.56	Cumple
M22	0.45	0.27	1.2	5						3.56	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de los muros de la cámara de rejas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°92 Cálculo del Espaciamiento de los Muros de la Cámara de Rejas

Paredes fondo.:										
M11	Horizontal	1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
M22	Vertical	1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
Paredes 1/3*H.:										
M11	Horizontal	1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
M22	Vertical	1	Ø	3/8	"	@	20	cm		

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.2.2.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

a.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * 15 * 100$$

$$\mathbf{A_{\text{smín HZ}} = 3.00 \text{ cm}^2}$$

b.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * 15 * 100$$

$$\mathbf{A_{\text{smín V}} = 2.25 \text{ cm}^2}$$

4.8.2.2.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

a.) **En los muros:**

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 10.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 7.96 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 7.96 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 6.77 \text{ Tn/m}$$

Verificación por cortante: “**Si Cumple**”, **no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$1.85 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.63 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

4.8.3 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SEDIMENTADOR

En este apartado se dará a conocer las dimensiones y a su vez los criterios considerados según la norma técnica peruana vigente OS.090.

4.8.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL SEDIMENTADOR

Para el diseño del sedimentador, se debe conocer el caudal acumulado en el tramo final del sistema de drenaje pluvial, el mismo que ha sido calculado a través del análisis del diagrama de flujos, teniendo así un caudal de diseño:

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego, calculamos características que poseerá el sedimentador, según los parámetros estipulados por la NTP. OS.090.

Diámetro de las partículas (d) en cm.

$$\text{Parámetros: } 0.05 \text{ mm} < d < 0.2 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } d = 0.2 \text{ mm} = 0.02 \text{ cm.}$$

Velocidad de sedimentación (V_s) en m/s.

Para calcular la velocidad de sedimentación, existen tres (3) fórmulas, las cuales son:

Ley de Stokes – Régimen Laminar.

$$V_s = \frac{1}{18} \times g \times \left(\frac{\rho_s - \rho}{\eta} \right) \times d^2$$

Ley de Allen – Régimen de transición.

$$V_s = 0.22 x \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} x g \right)^{2/3} x \left[\frac{d}{(\eta/\rho)^{1/3}} \right]$$

Ley de Newton – Régimen Turbulento.

$$V_s = 1.82 x \sqrt{d * g * \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)}$$

La velocidad de sedimentación, a su vez está en función del diámetro de las partículas a sedimentar, según el siguiente cuadro:

Cuadro N°017 Velocidad de sedimentación – Ley aplicable

MATERIAL	Ø LIMITE DE PARTICULAS(CM)	# DE REYNOLDS	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION(Vs)	REGIMEN	LEY APLICABLE	
					(NEWTON)	
GRAVA	Ø > 1	> 10000	= 100 APROX.	TURBULENTO		$V_s = 1.82 * (d * g * (\rho_s - \rho / \rho))^{1/2}$
					(ALLEN)	
ARENA GRUESA	0.01 < Ø < 0.10	2 < RE < 1000 APROX.	1.5 < Vs < 100	TRANSICION		$V_s = 0.22 * ((\rho_s - \rho) / \rho)^{2/3} * d / ((\eta / \rho)^{1/3})$
					(STOKES)	
ARENA FINA	Ø <= 0.01	0.8 < RE < 1	1.5 < Vs < 100	LAMINAR		$V_s = (1/18) * g * ((\rho_s - \rho) / \eta) * d^2$

En el presente proyecto, tenemos un diámetro de partículas igual a 0.02 cm, por tanto, la fórmula que usaremos para el cálculo de la velocidad de sedimentación, es la Ley de Allen.

$$V_s = 0.22 x \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} x g \right)^{2/3} x \left[\frac{d}{(\eta/\rho)^{1/3}} \right]$$

Donde:

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

ρ , es la densidad del agua, 1.0 gr/cm³.

g, es la gravedad, 981 cm/seg².

d, es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105*10⁻² cm²/seg.

Reemplazamos los datos en la siguiente fórmula:

$$V_s = 0.22 x \left(\frac{2.294 - 1.00}{1.00} x g \right)^{2/3} x \left[\frac{0.02}{(1.105 * 10^{-2} / 1.00)^{1/3}} \right]$$

$$V_s = 2.39 \text{ cm/seg.}$$

Hacemos una comprobación mediante la fórmula del número de Reynolds:

$$R_e = \left(\frac{V_s \times d}{\eta} \right)$$

Donde:

V_s , es la velocidad de sedimentación, 2.39 cm/seg.

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105×10^{-2} cm²/seg.

$$R_e = \left(\frac{2.39 \times 0.02}{1.105 \times 10^{-2}} \right)$$

$$R_e = 4.72$$

La norma menciona que sí, el número de Reynolds no cumple con la ley de Stokes ($Re < 0.5$), se realizará un reajuste al valor hallado V_s , considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación, según el gráfico a continuación:

Término velocidad de sedimentación:

$$\left[g \times \frac{(\rho_s - 1)}{\eta^2} \right]^{1/3} \times d$$

Donde:

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

g , es la gravedad, 981 cm/seg².

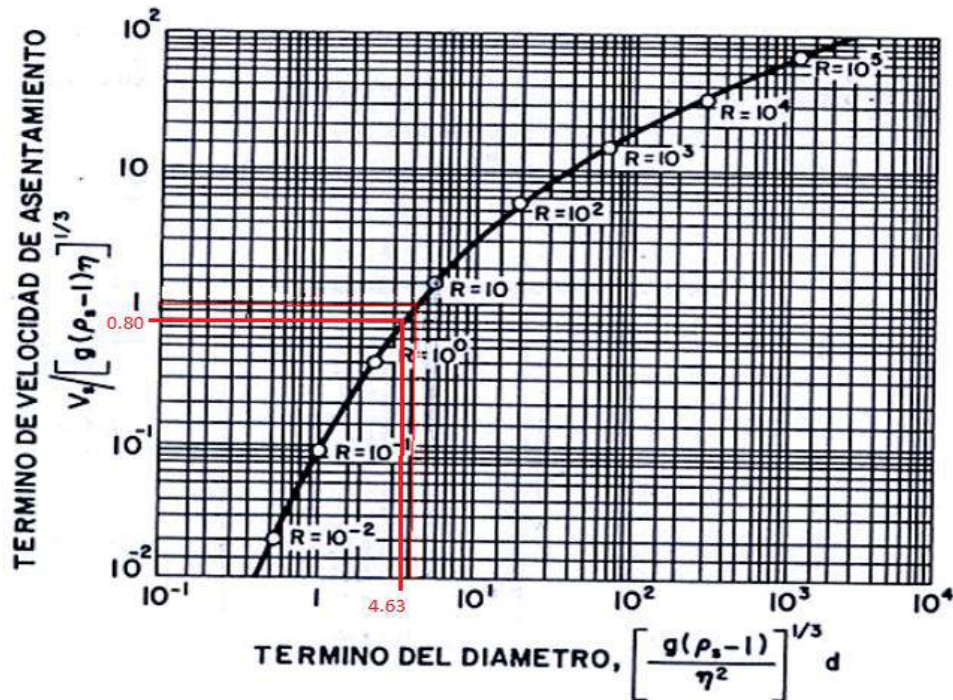
d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105×10^{-2} cm²/seg.

$$\left[981 \times \frac{(2.294 - 1)}{(1.105 \times 10^{-2})^2} \right]^{1/3} \times 0.02$$

$$4.63$$

Gráfico N°015 Valores de Sedimentación



Término del diámetro de la partícula:

$$\frac{V_s}{[g \times (\rho_s - 1) \times \eta]^{1/3}} = 0.80$$

Donde:

V_s , velocidad de sedimentación reajustada.

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

g , es la gravedad, 981 cm/seg².

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105*10⁻² cm²/seg.

$$\frac{V_s}{[981 \times (2.294 - 1) \times 1.0105 \times 10^{-2}]^{1/3}} = 0.80$$

$$V_s = 1.87 \text{ cm/seg.}$$

Finalmente, la velocidad de sedimentación de las partículas es:

$$V_s = 0.0187 \text{ m/seg.}$$

Volvemos a comprobar el número de Reynolds:

$$R_e = \left(\frac{V_s \times d}{\eta} \right)$$

Donde:

V_s , es la velocidad de sedimentación, 1.87 cm/seg.

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105×10^{-2} cm²/seg.

$$R_e = \left(\frac{1.87 \times 0.02}{1.105 \times 10^{-2}} \right)$$

$$Re = 3.71$$

El número de Reynolds, se encuentra en el régimen de transición, so quiere decir, que la fórmula usada para el cálculo de la velocidad de sedimentación es correcta.

4.8.3.2 DIMENSIONES DEL SEDIMENTADOR

Una vez calculado los parámetros dados por la NTP OS.090, procedemos a calcular el número las dimensiones que tendrá el sedimentador.

Área superficial del sedimentador (A_s) en m².

$$A_s = \left(\frac{Q}{V_s} \right)$$

Donde:

Q , es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

V_s , es la velocidad de sedimentación, 0.0187 m.

$$A_s = \left(\frac{0.548}{0.0187} \right)$$

$$A_s = 29.26 \text{ m}^2.$$

Ancho del sedimentador (B) en m.

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: $B = 3.00$ m.

Longitud en la zona de sedimentación (L2) en m.

$$L2 = \left(\frac{As}{B} \right)$$

Donde:

As , es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

B , es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

$$L2 = \left(\frac{29.26}{3.00} \right)$$

$$L2 = 9.80 \text{ m. (redondeo)}$$

Longitud de separación entre la entrada y la pantalla difusora (L1) en m.

Parámetros: $0.70 \text{ m} < L1 < 1.00 \text{ m}$.

Por tanto, asumimos: $L1 = 0.90$ m.

Longitud total del sedimentador (LT) en m.

$$LT = L1 + L2$$

$$LT = 0.90 + 9.80$$

$$LT = 10.70 \text{ m.}$$

Comprobamos la siguiente relación:

$$3.00 < \frac{LT}{B} < 6.00$$

$$3.00 < \frac{10.70}{3.00} < 6.00$$

$$3.00 < 3.57 < 6.00 \text{ (CORRECTO)}$$

Altura del sedimentador (H) en m.

Parámetros: $1.50 \text{ m} < H < 2.50 \text{ m}$.

Por tanto, asumimos: $H = 2.00 \text{ m}$.

Comprobamos la siguiente relación:

$$3.00 < \frac{LT}{H} < 6.00$$

$$5.00 < \frac{10.70}{2.00} < 20.00$$

$$5.00 < 5.35 < 20.00 \text{ (CORRECTO)}$$

Velocidad Horizontal (VH) en cm/seg.

$$V_H = \frac{Q}{B \times H}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

$$V_H = \frac{0.548}{3.00 \times 2.00}$$

$$V_H = 0.0913 \text{ m/seg}$$

$$V_H = 9.13 \text{ cm/seg}$$

Periodo de retención (T₀) en min.

$$T_0 = \frac{A_s \times H}{Q}$$

Donde:

A_s, es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

$$T_0 = \frac{29.26 \times 2.00}{0.548}$$

$$T_0 = 117.15 \text{ seg.}$$

$$T_0 = 1.95 \text{ min.}$$

4.8.3.3 ALTURA EN LA TOLVA DE LOS LODOS (H1 = H_{máx.})

Debemos tener en cuenta lo siguiente:

El fondo del sedimentador debe tener una determinada pendiente, para facilitar el deslizamiento de los sedimentos.

$$\text{Parámetros: } 5 \% < S < 10 \%$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } S = 10 \%$$

Por tanto, aplicamos la fórmula siguiente:

$$H1 = H_{max.} = H + S \times L2$$

Donde:

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

S, es la pendiente del sedimentador, 10 %

L2, es la longitud en la zona de sedimentación, 9.80 m.

$$H1 = H_{max.} = 2.00 + 0.10 \times 9.80$$

$$H1 = H_{máx.} = 3.00 \text{ (redondeo)}$$

4.8.3.4 ALTURA DEL AGUA EN EL VERTEDERO DE SALIDA (H2 = H_{vs})

Es el nivel que tendrá el agua en el punto de salida del sedimentador, está dada por la siguiente fórmula:

$$H2 = H_{vs.} = \left[\frac{Q}{1.84 \times B} \right]^{2/3}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

$$H_2 = H_{vs.} = \left[\frac{0.548}{1.84 \times 3.00} \right]^{2/3}$$

$$H_2 = H_{vs} = 0.20 \text{ m. (redondeo)}$$

4.8.3.5 DISEÑO DE LA PANTALLA DIFUSORA

Velocidad de paso en cada orificio (V_o) en m/seg.

La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.

Parámetros: $V_o < 0.15$ m/seg.

Por tanto, asumimos: $V_o = 0.10$ m/seg.

Área total de los orificios (A_o) en m².

$$A_o = \frac{Q}{V_o}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

V_o , es la velocidad de paso en cada orificio, 0.10 m/seg.

$$A_o = \frac{0.548}{0.10}$$

$$A_o = 5.48 \text{ m}^2.$$

Diámetro de cada orificio (d_o) en m.

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: $d_o = 1'' = 0.025$ m.

Área de cada orificio (a_o) en m².

$$a_o = \pi \times \frac{d_o^2}{4}$$

Donde:

do, es el diámetro de cada orificio, 0.025 m.

$$a_o = \pi \times \frac{0.025^2}{4}$$

$$a_o = 0.00049 \text{ m}^2$$

Número de orificios (n), adimensional

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: $n = 377$

Altura de la pantalla difusora con orificios (h) en m.

$$h = H - \frac{2}{5}H$$

Donde:

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

$$h = 2.00 - \frac{2}{5} \times (2.00)$$

$$h = 1.20 \text{ m.}$$

Cálculo de orificios en filas (nf) y columnas (nc).

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos:

$$n_f = 13$$

$$n_c = 29$$

Espaciamiento en filas (aa) y columnas (ab), en m.

$$a_a = a_b = \frac{h}{n_f - 1}$$

Donde:

h, es la altura de la pantalla difusora con orificios, 1.20 m.

nf, es el número de orificios por filas, 13

$$a_a = a_b = \frac{1.20}{13 - 1}$$

$$a_a = a_b = 0.10 \text{ m.}$$

Espaciamiento lateral respecto a la pared (a1) en m.

$$a_1 = \frac{B - a_a \times (n_c - 1)}{2}$$

Donde:

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

aa, es el espaciado de filas y columnas, 0.10 m.

nc, es el número de orificios por columnas, 29

$$a_1 = \frac{3.00 - 0.10 \times (29 - 1)}{2}$$

$$a_1 = 0.10 \text{ m.}$$

Tiempo de vaciado del sedimentador (T), en min.

$$T = \frac{60 * A_s * H^{1/2}}{4850 * A_{CL}}$$

$$A_{CL} = 0.20 \times 0.10$$

$$A_{CL} = 0.02 \text{ m}^2$$

Donde:

A_{CL} , es el área de la caja de lodos, 0.02 m².

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

A_s , es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

$$T = \frac{60 \times 29.26 \times 2.00^{1/2}}{4850 \times 0.02}$$

$$T = 25.60 \text{ min.}$$

4.8.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SEDIMENTADOR

4.8.4.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DEL SEDIMENTADOR

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, compuesta por doble enmallado, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos del sedimentador.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.20 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \phi_e - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h):	20 cm
Acero corrugado ($\Phi 1$):	1.27 cm
Acero corrugado ($\Phi 2$):	1.27 cm
Recubrimiento:	4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - 1.27 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 14.10 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión (f'_c):	210 kg/cm ²
Resistencia a la fluencia (f_y):	4200 kg/cm ²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{M_u}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \Phi * f'_c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°93 Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza del Sedimentador.

Losa												
Momento		a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	-	0.85	0.38	1.6	5						3.56	Cumple
	+	1.30	0.59	2.5		5					6.33	Cumple
M22	-	0.80	0.36	1.5	5						3.56	Cumple
	+	1.55	0.70	3.0		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de rejillas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°94 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza del Sedimentador.

Losa: M11	Inferior :		1	\emptyset	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm
M22	Inferior :		1	\emptyset	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.4.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

- a.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * b * d$$

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * 20 * 100$$

$$A_{smín\ HZ} = 4.00\ cm^2$$

- b.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{smín\ v} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{smín\ v} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$A_{smín\ v} = 3.00\ cm^2$$

4.8.4.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V13 y V23), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \emptyset * V_c$$

Donde:

V_u: Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

\emptyset : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 14.10 * 100}{1000}$$

$$V_c = 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

b.) En la losa:

$$V_{13} = 2.70 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 2.10 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.70 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.10 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

4.8.4.2 DISEÑO DE MUROS DEL SEDIMENTADOR

Por tanto, el espesor de los muros será de 0.20 m, doble enmallado al igual que la losa maciza, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \phi e - \frac{\phi v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado ($\phi 1$): 1.27 cm

Acero corrugado ($\Phi 2$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - 1.27 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 14.10 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como son los muros del sedimentador.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en los muros del sedimentador.

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Tabla N°95 Cálculo del Área de Acero en los Muros del Sedimentador.

MUROS CORTOS												
Momento		a	As r	Barras de acero					As p	VERIF.		
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		cm2	
M11	-	0.00	0.00	0.0		5					6.33	Cumple
	+	1.90	0.87	3.7		5					6.33	Cumple
M22	-	0.00	0.00	0.0		5					6.33	Cumple
	+	2.10	0.96	4.1		5					6.33	Cumple
MUROS LARGOS												
Momento		a	As r	Barras de acero					As p	VERIF.		
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		cm2	
M11	-	0.75	0.34	1.4		5					6.33	Cumple
	+	2.10	0.96	4.1		5					6.33	Cumple
M22	-	1.50	0.68	2.9		5					6.33	Cumple
	+	2.55	1.18	5.0		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de los muros de la cámara de rejillas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°96 Cálculo del Espaciamiento de los Muros del Sedimentador

MUROS CORTOS.:										
	M11	Hor. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
		Hor. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	M22	Ver. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
		Ver. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
MUROS LARGOS										
	M11	Hor. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
		Hor. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	M22	Ver. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
		Ver. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.4.2.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

c.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín HZ}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

d.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín V}} = 3.00 \text{ cm}^2$$

4.8.4.2.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

b.) En los muros:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 14.10 * 100}{1000}$$

$$V_c = 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.45 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.92 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

4.8.5 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE BOMBEO

Para hacer el diseño hidráulico de la cámara de bombeo, se tiene los siguientes datos de partida:

Tabla N°97 Datos de la Cuenca

Datos de la Cuenca		
Long cauce=	980.00	m
Long cauce=	0.98	km
Cota max=	41.60	m
Cota min=	39.00	m
Δ Cotas=	2.60	m
Pendiente=	0.0027	m/m
Superficie=	0.018894429	km ²
Precipitación=	92.20	mm
Duración P neta=	24	horas

Fuente: Elaborada por el autor

El tiempo de precipitación para nuestro análisis es de 24 horas (1440 minutos), por lo cual, el inicio de bombeo del agua en la cámara será a partir de 17.35 horas (2460 minutos) de llenado, siempre estando de lado de la seguridad, ya que pudiera ser que no haya energía eléctrica, cuando se suscita intensidades de lluvia muy altas.

4.8.5.1 CALCULO DE HIDROGRÁMA SINTÉTICO

El cálculo del hidrograma se realiza con la finalidad de encontrar el volumen de la cámara de bombeo, puesto que la norma nos dice que, el volumen de la cámara de bombeo, es aquel volumen que se encuentra debajo de las líneas del hidrograma.

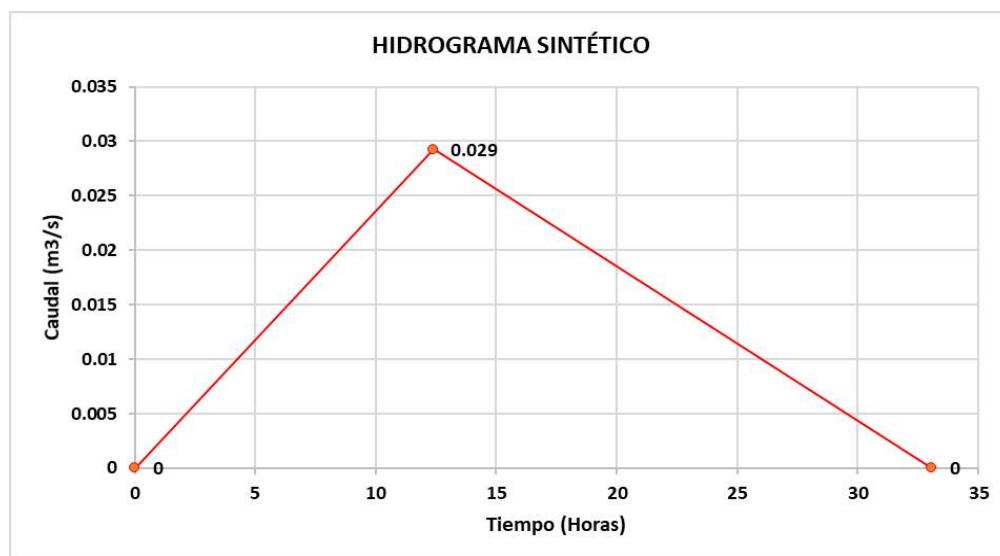
Tabla N°98 Datos del Hidrograma Sintético

Cálculos para el Hidrograma		
(Fórmula tiempo conc. de la norma 5.2-IC)		
t conc=	0.641	horas
tiempo punta=	12.38	horas
tiempo base=	33.07	horas
Caudal de la punta=	0.029	m ³ /seg.

Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede ver en la tabla anterior, se calcula diferentes parámetros los cuales, servirán para dibujar el hidrograma sintético.

Gráfico N°16 Hidrograma Sintético



Fuente: Elaborada por el autor

Una vez que hemos graficado el hidrograma sintético, procedemos hacer la interpretación de la misma:

Nota: el área debajo de las curvas del hidrograma es el volumen de agua que pasa en el tiempo determinado:

$$\text{Vol} = (\text{área triángulo} \times \text{altura})^2$$

$$\text{Vol} = (33.07 \times 0.029)^2$$

$$\text{Vol} = 1742.066 \text{ m}^3$$

Nota: se realiza una comprobación del volumen encontrado, utilizando el área de la cuenca y precipitación pluvial:

$$\text{Vol} = \text{área de la cuenca} \times \text{precipitación}$$

$$\text{Vol} = 0.01889 \times 10^6 \times 92.20 \times 10^{-3}$$

$$\text{Vol} = 1742.066 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen encontrado para la cámara de bombeo, es el correcto.

4.8.5.2 VOLUMEN ACUMULADO DE ESCURRIMIENTO

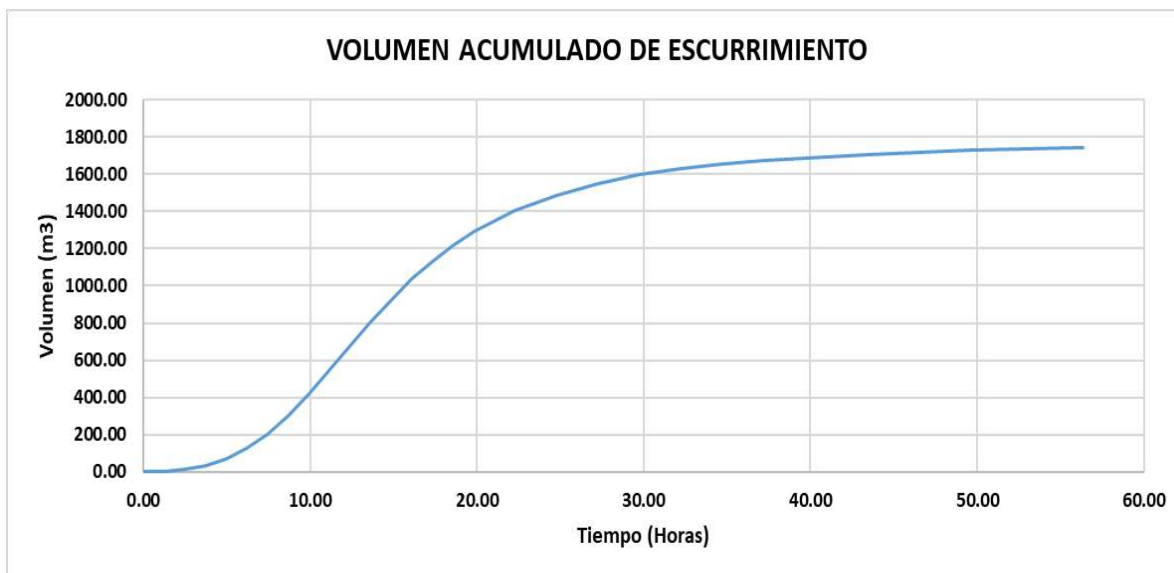
En la tabla N° 99, se muestra el cálculo del Volumen de entrada a la cámara de Bombeo en determinados periodos de tiempo.

Tabla N°99 Volumen de Entrada a la Cámara de Bombeo

t (horas)	Q (m3/s)	VolumenAcumulado (m3)
0.00	0.000	0.000
1.24	0.000	1.957
2.48	0.002	11.744
3.72	0.005	32.623
4.95	0.008	69.161
6.19	0.013	125.272
7.43	0.018	203.567
8.67	0.023	304.046
9.91	0.026	420.184
11.15	0.028	546.761
12.38	0.029	677.253
13.62	0.029	805.135
14.86	0.027	925.187
16.10	0.025	1034.800
17.34	0.022	1132.669
18.58	0.019	1217.489
19.82	0.017	1291.869
22.29	0.013	1404.092
24.77	0.009	1487.607
27.25	0.007	1550.243
29.72	0.005	1597.220
32.20	0.004	1631.148
34.68	0.003	1656.725
37.15	0.002	1676.298
43.35	0.001	1703.702
49.54	0.001	1726.538
55.73	0.001	1740.892
56.35	0.001	1742.066

Fuente: Elaborada por el autor

En la tabla mostrada, se puede ver la acumulación de volumen en la cámara de bombeo para diferentes periodos de tiempo.

Gráfico N°17 Volumen Acumulado de Escurrimiento

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.3 CAUDAL DE BOMBEO (Qb)

Entonces, si el tiempo de escurrimiento de las aguas es de 56.35 horas y el inicio de bombeo del agua en la cámara es después de 17.35 horas, esto quiere decir que el tiempo mínimo de bombeo para evacuar el agua de la cámara hacia el destino final, será de 39 horas (2340 minutos o 140400 segundos).

Por cálculo se tiene un volumen a evacuar de 1742.066 m³ en un tiempo de 39 horas, por tanto, el caudal de bombeo quedará de la siguiente manera:

Tabla N°100 Caudal de Bombeo (Qb)

	$Q_b = \frac{\text{Vol. Evacuar}}{\text{Tiempo Bombeo}}$		
Vol, a Evacuar	1742.066	m ³	
Tiempo Bombeo	140400	seg.	
	$Q_b = \frac{1742.066 \text{ m}^3}{140400 \text{ seg}}$		
	Qb=	0.012	m ³ /seg

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.4 VOLUMEN A EVACUAR CON RELACIÓN AL TIEMPO

A continuación, se muestra en la tabla N° 101, la relación tiempo vs volumen evacuado (vol. salida), en base al caudal de bombeo (Q_b) calculado anteriormente.

Tabla N°101 Tiempo vs Volumen Evacuado

Tiempo (Horas)	Vol Evacuado Acumulado (m3)
0	0.000
1	0.000
17.35	0.000
18.58	54.813
19.82	110.133
22.29	220.774
24.77	331.415
27.25	442.057
29.72	552.698
32.20	663.339
34.68	773.980
37.15	884.621
43.35	1161.224
49.54	1437.827
55.73	1714.430
56.35	1742.066

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°18 Tiempo vs Volumen Evacuado



Fuente: Elaborada por el autor

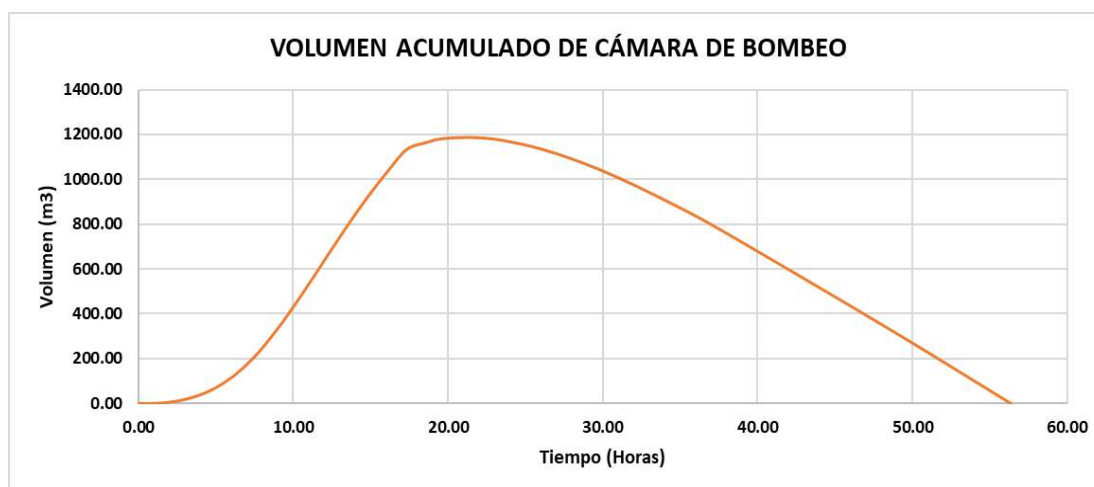
4.8.5.5 VOLUMEN ACUMULADO EN LA CÁMARA DE BOMBEO

A continuación, en la tabla N° 100, se muestra los volúmenes acumulados con respecto al tiempo.

Tabla N°102 Volumen Acumulado en la Cámara de Bombeo

t (horas)	Volumen Acumulado en Camara de Bombeo (m3)
0.00	0.000
1.24	1.957
2.48	11.744
3.72	32.623
4.95	69.161
6.19	125.272
7.43	203.567
8.67	304.046
9.91	420.184
11.15	546.761
12.38	677.253
13.62	805.135
14.86	925.187
16.10	1034.800
17.34	1132.669
18.58	1162.677
19.82	1181.736
22.29	1183.318
24.77	1156.192
27.25	1108.187
29.72	1044.523
32.20	967.809
34.68	882.745
37.15	791.677
43.35	542.478
49.54	288.711
55.73	26.462
56.35	0.000

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°19 Variación de Volúmenes

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.6 VARIACIÓN DE VOLUMENES

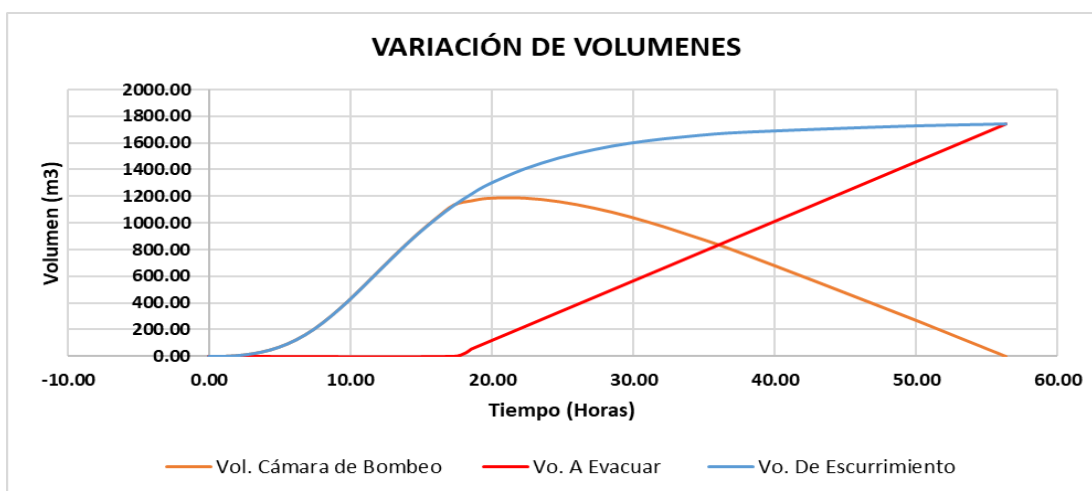
En la siguiente tabla, se muestra en resumen los volúmenes de entrada, salida y el volumen acumulado en la cámara de bombeo.

Tabla N°103 Variación de Volúmenes

t (horas)	Volumen de Entrada (m3)	Volumen de Salida (m3)	Volumen Acumulado en Camara de Bombeo (m3)
0.00	0.000	0	0.000
1.24	1.957	0	1.957
2.48	11.744	0	11.744
3.72	32.623	0	32.623
4.95	69.161	0	69.161
6.19	125.272	0	125.272
7.43	203.567	0	203.567
8.67	304.046	0	304.046
9.91	420.184	0	420.184
11.15	546.761	0	546.761
12.38	677.253	0	677.253
13.62	805.135	0	805.135
14.86	925.187	0	925.187
16.10	1034.800	0	1034.800
17.34	1132.669	0	1132.669
18.58	1217.489	54.813	1162.677
19.82	1291.869	110.133	1181.736
22.29	1404.092	220.774	1183.318
24.77	1487.607	331.415	1156.192
27.25	1550.243	442.057	1108.187
29.72	1597.220	552.698	1044.523
32.20	1631.148	663.339	967.809
34.68	1656.725	773.980	882.745
37.15	1676.298	884.621	791.677
43.35	1703.702	1161.224	542.478
49.54	1726.538	1437.827	288.711
55.73	1740.892	1714.430	26.462
56.35	1742.066	1742.066	0.000

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°20 Variación de Volúmenes



Fuente: Elaborada por el autor

En tanto, el volumen útil de la cámara de Bombeo será de 1567.860 m³.

$Q_b = 0.90 * \text{Vol. Evacuar}$		
Vol Util=	1567.860	m ³

4.8.5.7 CARGA DINÁMICA O ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

Viene a ser el incremento de la carga del flujo a través de la bomba. En otras palabras, es la suma de la carga de succión y la carga de impulsión.

$$H_b = H_s + H_i$$

Donde:

H_b: Altura dinámica o altura manométrica.

H_s: Carga de succión (m).

H_i: Carga de Impulsión (m).

4.8.5.7.1 CARGA DE SUCCIÓN (H_s)

Está dada por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la Cámara de Bombeo, sumado a ello la pérdida de carga que se genera.

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

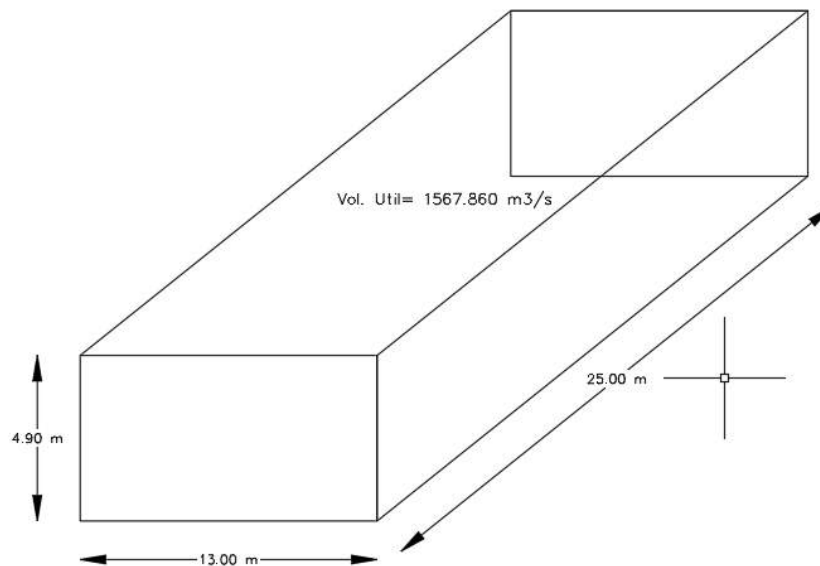
Donde:

hs: Altura de succión (m).

Δ hs: Pérdida de carga generada en la succión (m).

Según los datos líneas arriba, se tiene un volumen útil de Cámara de Bombeo de 353.19 m³, para lo cual se considerará las siguientes dimensiones para la cámara:

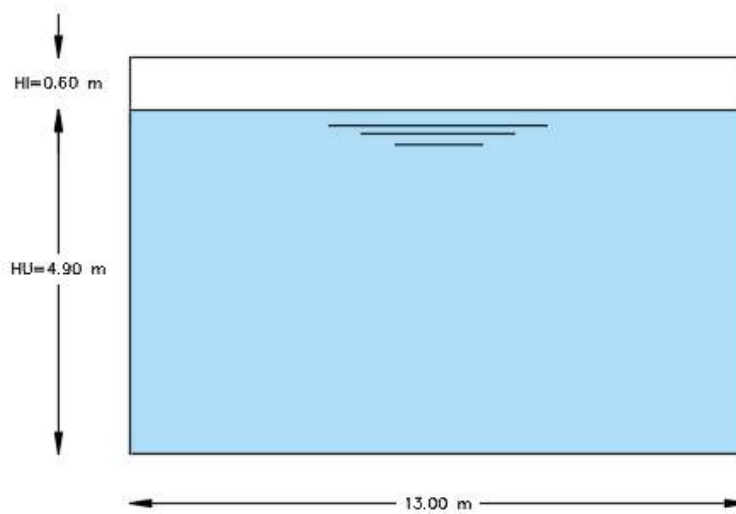
Gráfico N°21 Medidas de la Cámara de Bombeo



Fuente: Elaborada por el autor

Para considerar el volumen total de la cámara de bombeo, se debe tomar un HI (altura libre), la misma que está reglamentada y oscila entre 0.60m y 0.80m, para el caso específico de este proyecto, se ha tomado un valor de 0.60 m, el mismo que es suficiente para poder llegar al volumen total de la cámara de bombeo.

Entonces haciendo un corte, la dimensión en altura de la cámara de bombeo queda de la siguiente manera:

Gráfico N°22 Vista Frontal de la Cámara de Bombeo

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.1.1 SUMERGENCIA MÍNIMA (ΔH)

Está dada por la diferencia de altura entre la cota mínima de la cámara de bombeo y la boca de entrada a la tubería, la misma que debe cumplir los parámetros siguientes:

- a.) Para cumplir con los requerimientos hidráulicos, considerar la velocidad del flujo.

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g} + 0.20$$

$$V = \frac{4 * Q_b}{\pi * D^2}$$

Se procederá a calcular el diámetro de la tubería (D), a través de la siguiente fórmula, en la cual interviene el caudal de bombeo (Q_b) y el tiempo mínimo de bombeo (N).

Tabla N°104 Diámetro de la Tubería de Succión

	$D (m) = 0.5873 * N^{0.25} * \sqrt{Qb}$		
Tiempo de Bombeo	N=	39.00	Horas
Caudal de Bombeo	Qb=	0.012	m3/seg
	$D (m) = 0.5873 * 39^{0.25} * \sqrt{0.012}$		
	D (m)=	0.1635	m
	D (pulg)=	6.436	Pulg
D comercial=	D (pulg)=	8	Pulg
	D (m)=	0.2032	m

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez calculado el diámetro de la tubería de succión (D), se calculará la velocidad de flujo de la siguiente manera:

Tabla N°105 Velocidad de Flujo en la Tubería

Cudal de Bombeo	Qb=	0.012	m3/seg
D comercial=	D (m)=	0.2032	m
	$V = \frac{4 * 0.012}{\pi * 0.2032^2}$		
	V (m/s)=	0.383	m/s

Fuente: Elaborada por el autor

Para cumplir con el requerimiento hidráulico, la sumergencia mínima (ΔH) será:

Tabla N°106 Sumergencia Mínima (ΔH)

	$\Delta H = \frac{V^2}{2g} + 0.20$		
	$\Delta H = \frac{0.383^2}{2 (9.81)} + 0.20$		
	$\Delta H (m) =$	0.2075	m
	$\Delta H (cm) =$	20.7461	cm
Long. redondeada	$\Delta H (cm) =$	21.00	cm

Fuente: Elaborada por el autor

- b.) Para impedir el ingreso de aire, considerando el diámetro de la tubería de succión (D), la sumergencia mínima (ΔH) será:

Tabla N°107 Sumergencia Mínima (ΔH)

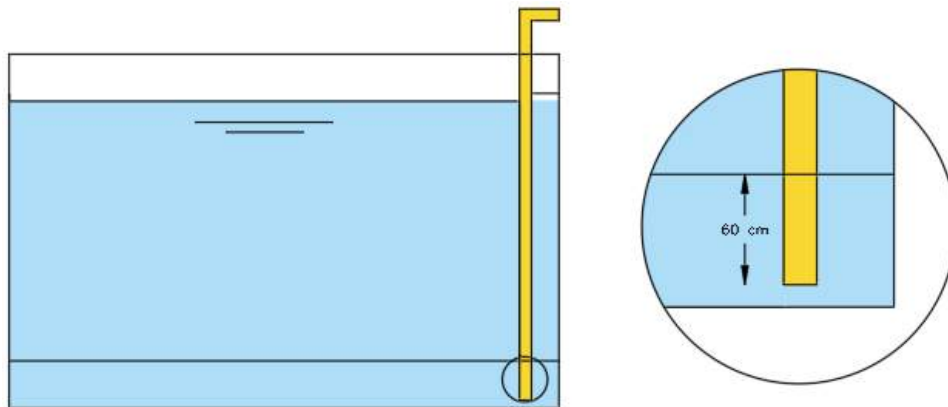
$\Delta H = 2.5 (D) + 0.10$		
$\Delta H = 2.5 (0.2032) + 0.10$		
ΔH (m) =	0.6080	m
ΔH (m) =	60.8000	cm
ΔH (cm) =	60.00	cm

Fuente: Elaborada por el autor

Por tanto, de los dos casos para hallar la sumergencia mínima (ΔH), se elige el que arroje mayor valor, por lo cual, se tiene:

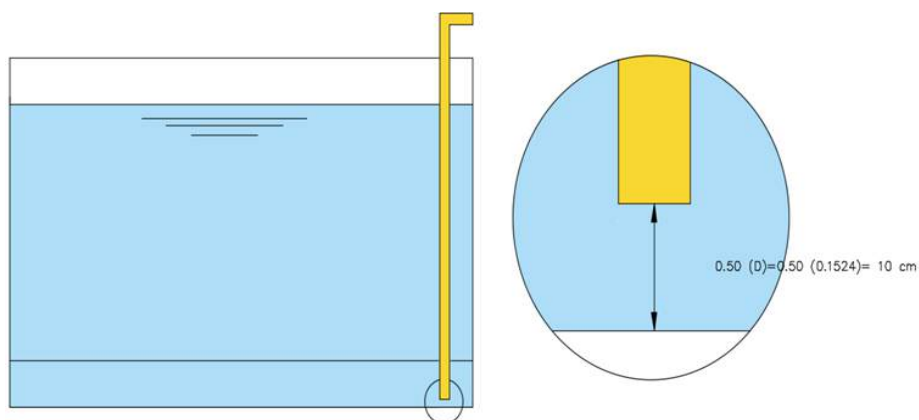
ΔH (cm) =	60.00	cm
-------------------	-------	----

Gráfico N°23 Sumergencia mínima (ΔH)



Fuente: Elaborada por el autor

Para determinar la longitud de la tubería de succión, se calcula la diferencia de cotas entre el fondo de la cámara de bombeo y el inicio de la tubería de succión, con la finalidad de evitar alguna deficiencia en el funcionamiento de la bomba.

Gráfico N°24 Distancia del fondo de la Cámara de Bombeo a la entrada de Tubería de Succión

Fuente: Elaborada por el autor

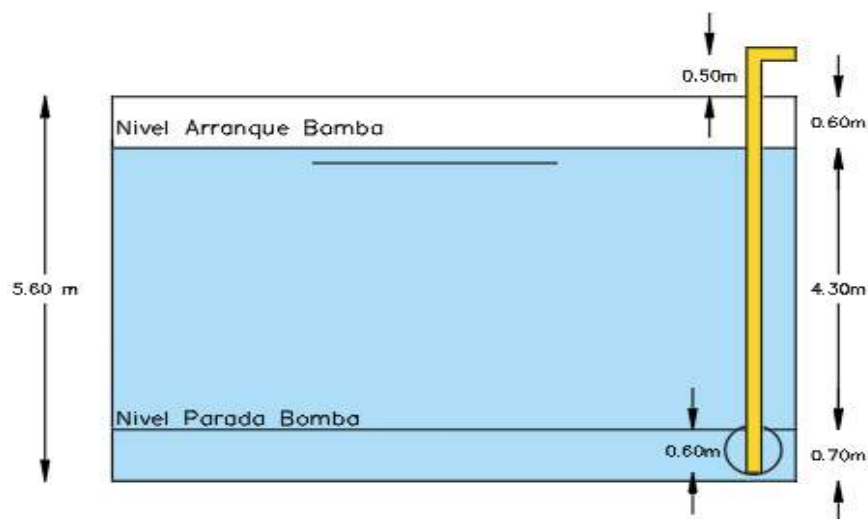
4.8.5.7.1.2 ALTURA DE SUCCIÓN (hs)

Según los cálculos líneas arriba, se procederá a calcular la altura de la tubería de succión, la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°108 Altura de la Tubería de Succión (hs)

Sumergencia minima	ΔH (cm) =	0.60	m
Altura	H=	4.30	m
Altura Libre	Hl=	0.60	m
Altura Tuberia a Bomba	H=	0.50	m
	hs=	6.00	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°25 Longitud Total de la Tubería de Succión

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.1.3 PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN ($h_{f1} + h_{f2}$)

4.8.5.7.1.3.1 PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN SUCCIÓN (h_{f1})

Para calcular la pérdida de carga lineal en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f1} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes de Hazen Williams, los cuales están en base al material del que está compuesto la tubería a usar.

Cuadro N°18 Coeficientes de Hazen - Williams

Material	Coficiente Hazen - Williams
Asbesto - Cemento	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de Saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 - 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 - 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 - 90
Concreto, acabado liso.	130
Concreto, acabado común.	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 - 140
Aluminio	130

De acuerdo a la fórmula anterior y considerando el cuadro N° 18, se calcula la pérdida de carga lineal en succión (h_{f1}), quedando de la siguiente manera:

Tabla N°109 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Succión (h_{f1})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Long. Tub. Succion	L=	11.40	m
D comercial=	D (m)=	0.2032	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.012	m ³ /s
$h_{f1} = \frac{10.679}{140^{1.852}} * \frac{11.40}{0.2032^{4.87}} * 0.012^{1.852}$			
hf1=		0.009	m

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.1.3.2 PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (h_{f2})

Para calcular la pérdida de carga por accesorios localizadas en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes “K” según los accesorios a utilizar.

Cuadro N°19 Coeficientes “K” para diferentes Accesorios

Accesorios	L/D	Diámetro nominal (en pulgadas)												
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
Válv.de compuerta(abierta)	8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1	
Válv.de globo(abierta)	340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Válv.de retención horizontal(check)	100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)	50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6	
Válv.de pie de disco(de huso)con colador	420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0	
Válv.de pie de disco con bisagra	75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con circulación por derivación)	60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72	

Fuente: Cameron Hydraulic data

Los accesorios que se utilizan para este proyecto son:

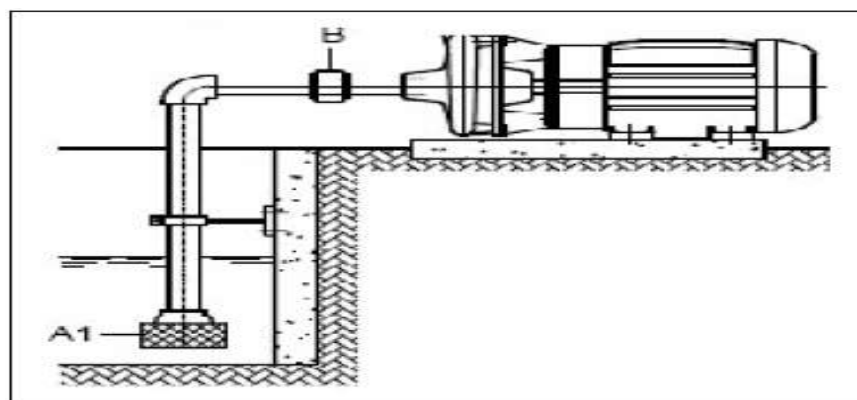


Tabla N°110 Accesorios a utilizar en la Tubería de Succión

Descripción	# Unidades	K	N * K
A1 - Valvula de Pie	1	6.30	6.30
B - Union universal 6"	1	5.00	5.00
Valvula Tipo Globo 6"	1	5.10	5.10
Codo 90 de 6"	2	0.45	0.90
Tee de 6"	1	0.90	0.90
		Total (K)=	18.20

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°111 Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Succión (h_{f2})

Vel. Media	V=	0.383	m/s
Coef. Perdida	K=	18.20	Adimensional
Aceleracion Gravedad	g=	9.81	m/s ²
	$h_{f2} = 16.85 * \frac{0.383^2}{2 (9.81)}$		
	hf2=	0.136	m

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez obtenidas la altura de succión (h_s) y a su vez las pérdidas de carga lineal y por accesorios (Δh_s), se procederá a calcular la pérdida de carga total por succión (H_s), la cual quedará de la siguiente manera:

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

Tabla N°112 Pérdida de Carga de Succión (H_s)

Altura Succion	hs=	6.00	m
Pérdida de Carga Lineal	hf1=	0.009	
Pérdida de Carga Singular	hf2=	0.136	
Perdida Carga Succion	Δh_s =	0.145	m
	$H_s = 6.00 + (0.009 + 0.136)$		
	Hs=	6.145	m
	Hs=	6.15	m

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.2 CARGA DE IMPULSIÓN (Hi)

Está dada por la diferencia de altura entre el eje de la bomba y el punto donde serán evacuadas las aguas de lluvia, sumado a ello la pérdida de carga que se genera.

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

Donde:

h_i : Altura de impulsión (m).

Δh_i : Pérdida de carga generada en la tubería de impulsión (m).

4.8.5.7.2.1 ALTURA DE IMPULSIÓN (h_i)

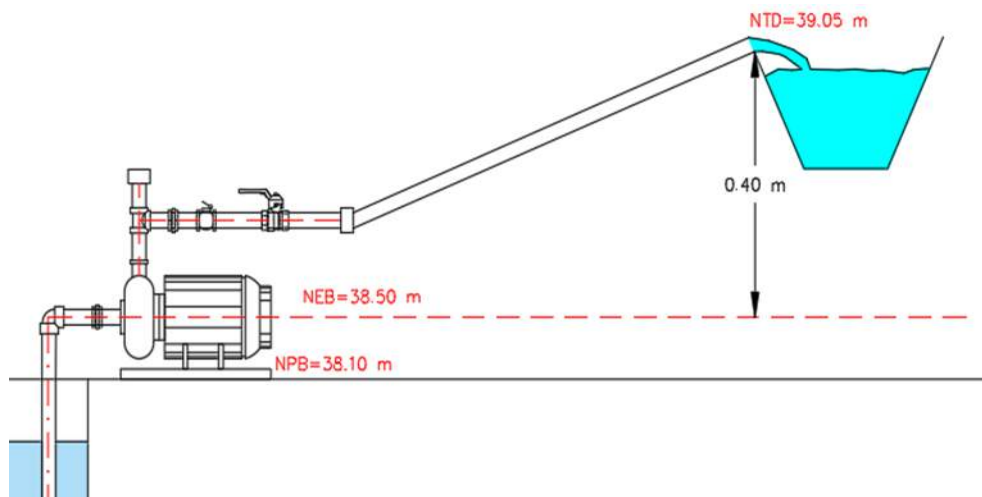
Según los cálculos líneas arriba, se procederá a calcular la altura de la tubería de impulsión, la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°113 Altura de la Tubería de Impulsión (h_i)

Cota al eje de bomba	NEB=	38.50	m
Cota del punto de evacuación	NTD=	39.05	m
Diámetro de tubería	Di=	0.2032	m
Altura Impulsion	h_i =	0.35	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°26 Altura de Impulsión (h_i)



Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.2.2 PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN ($h_{f1} + h_{f2}$)

4.8.5.7.2.2.1 PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN IMPULSIÓN ($h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$)

Para calcular la pérdida de carga lineal en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes de Hazen Williams, los cuales están en base al material del que está compuesto la tubería a usar.

Cuadro N°20 Coeficientes de Hazen - Williams

Material	Coefficiente Hazen - Williams
Asbesto – Cemento	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de Saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso.	130
Concreto, acabado común.	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 – 140
Aluminio	130

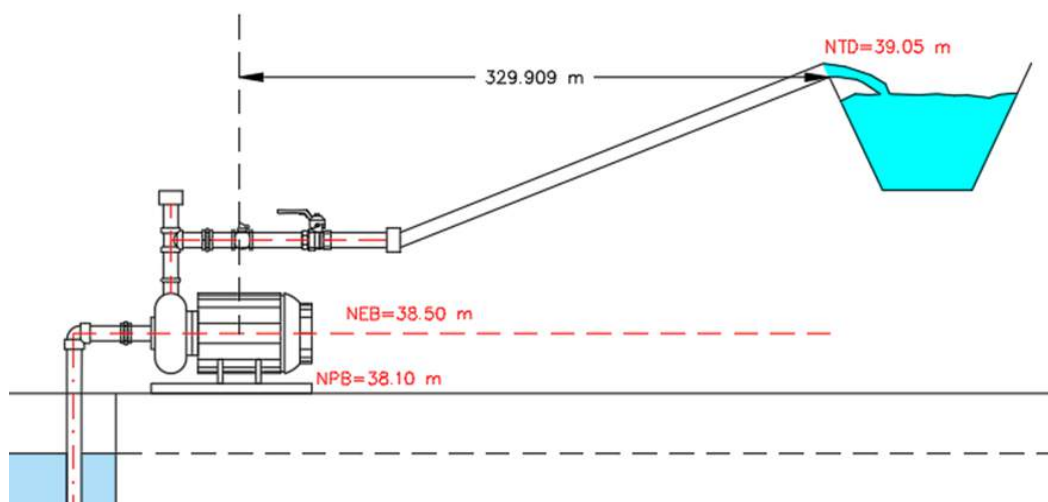
De acuerdo a las fórmulas siguientes y considerando el cuadro N° 20, se calcula la pérdida de carga lineal en succión (h_{f1}), quedando de la siguiente manera:

Tabla N°114 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{fA})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Long. Tub. Impulsion	L=	329.909	m
D comercial=	D (m)=	0.2032	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.012	m ³ /s
$h_{fA} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$			
	hfA=	0.258	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°27 Longitud Total de la Tubería de Impulsión



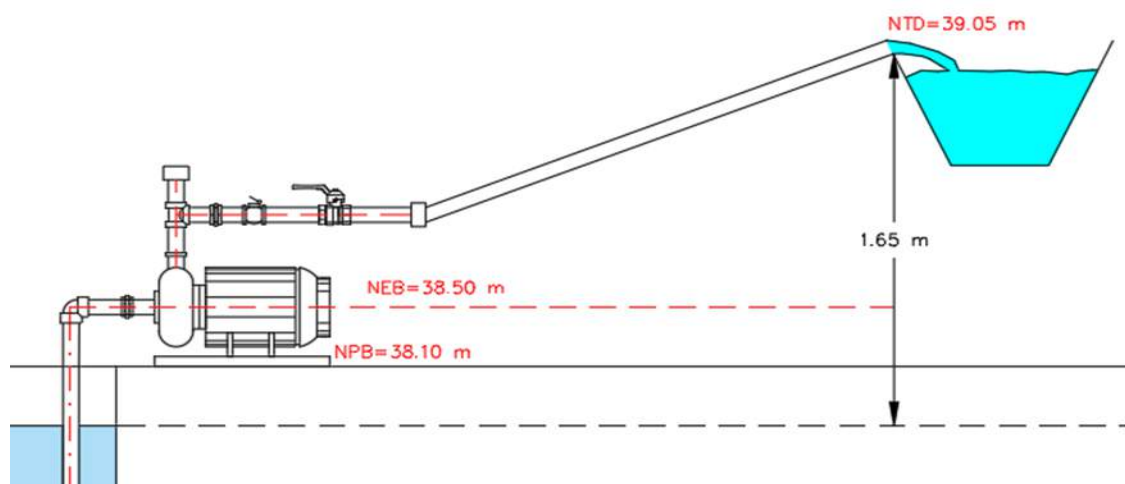
Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°115 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{fB})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Desnivel (Pozo y el Dren)	L=	1.65	m
D comercial=	D (m)=	0.2032	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.012	m ³ /s
$h_{fB} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$			
	hfB=	0.001	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°28 Altura entre el Nivel Máximo de la Cámara y el Nivel de Evacuación final



Fuente: Elaborada por el autor

Según los cálculos líneas arriba, se calcula la pérdida de carga lineal en la tubería de impulsión (h_{f1}), la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°116 Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{f1})

hfA=	0.258	
hfB=	0.001	
$h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$		
hf1=	0.260	m

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.7.2.2.2 PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (h_{f2})

Para calcular la pérdida de carga por accesorios localizadas en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$$

Los accesorios que se utilizan para este proyecto son:

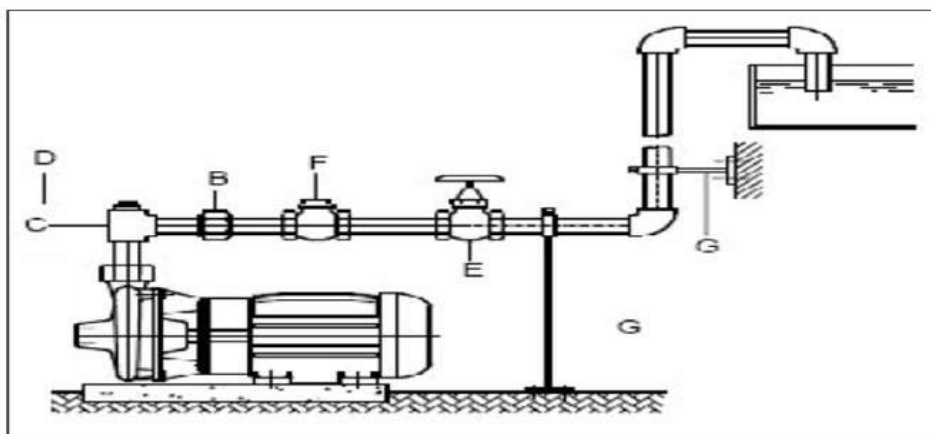


Tabla N°117 Accesorios a utilizar en la Tubería de Impulsión

Descripcion	# Unidades	K	N * K
C - Tee de 6"	2	0.90	1.80
D - Tapon de Cebado	1	2.10	2.10
B - Union universal	1	3.40	3.40
F - Valvula Check	1	1.50	1.50
E - Valvula de Compuerta	1	0.12	0.12
Codo 90 de 6"	2	0.45	0.90
		Total (K)=	9.82

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°118 Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Impulsión (h_{f2})

Vel. Media	V=	0.383	m/s
Coef. Pérdida	K=	9.82	Adimensional
Aceleracion Gravedad	g=	9.81	m/s ²
	$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$		
	hf2=	0.073	m

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez obtenidas la altura de impulsión (h_i) y a su vez las pérdidas de carga lineal y por accesorios (Δh_i), se procederá a calcular la pérdida de carga total por succión (H_i), la cual quedará de la siguiente manera:

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

Tabla N°119 Pérdida de Carga de Impulsión (H_i)

Altura Impulsion	hi=	0.35	m
Pérdida de Carga Lineal	hf1=	0.260	m
Pérdida de Carga Singular	hf2=	0.073	m
Perdida Carga Impulsion	Δh_i =	0.33	m
	$H_i = h_i + \Delta h_i$		
	Hi=	0.68	m
	Hi=	0.70	m

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°120 Altura Dinámica o Altura Manométrica Total (H_b)

	$H_b = H_s + H_i$		
Carga de Tub. Succion	Hs	6.15	m
Carga de Tub. Impulsion	Hi	0.70	m
	$H_b = 6.15 + 0.70$		
	Hb=	6.85	m

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.5.8 EQUIPO DE BOMBEO

4.8.5.8.1 POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

El cálculo del equipo de bombeo se realizará con la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b * H_b}{75 * n_b}$$

Reemplazando los datos calculados anteriormente y se obtiene:

Tabla N°121 Potencia del Equipo de Bombeo (P_b)

Caudal de Bombeo	Qb=	12.41	lt/s
Altura Manometrica Total	Hb=	6.85	m
Eficiencia de la Bomba	nb=	60	%
	$P_b = \frac{Q_b * H_b}{75 * n_b}$		
	Pb=	1.89	HP
Bomba Comercial	Pb=	2.00	HP

Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede observar en la tabla N° 121, se requerirá de una bomba con una potencia de 2 HP (caballos de fuerza), para poder bombear el agua de lluvia desde la cámara de bombeo hacia el destino final que es la acequia el pueblo, en un tiempo de 39 horas.

Si se quiere reducir el tiempo de bombeo a la mitad es decir de 39 horas de bombeo a tan solo 19.5 horas, se deberá aumentar la potencia de bomba de 2 HP a 4HP.

4.8.5.8.2 NÚMERO DE UNIDADES DE BOMBEO

Un criterio de seguridad que el proyectista debe adoptar es el referido a la “capacidad de reserva”. Esto es, la cantidad de equipos en reserva que la EB debe poseer, a fin de garantizar que ante la salida intempestiva o programada de un equipo haya otro en condiciones de poder sustituirlo.

Cuadro N°21 Número de Equipos de Reserva según el número de Bombas a utilizar

Nº Máq. Operables (n)	Nº Eq. Reserva (Nr)
1 a 5	1
6 a 12	2
12 a 25	3
más de 25	Consultar c/fabr

Fuente: Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Según el criterio de seguridad mencionado líneas arriba y en base al cuadro N° 20, se considerará una bomba de reserva, por lo cual, el presente proyecto contará con dos bombas de 10 HP cada una.

4.8.6 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE BOMBEO

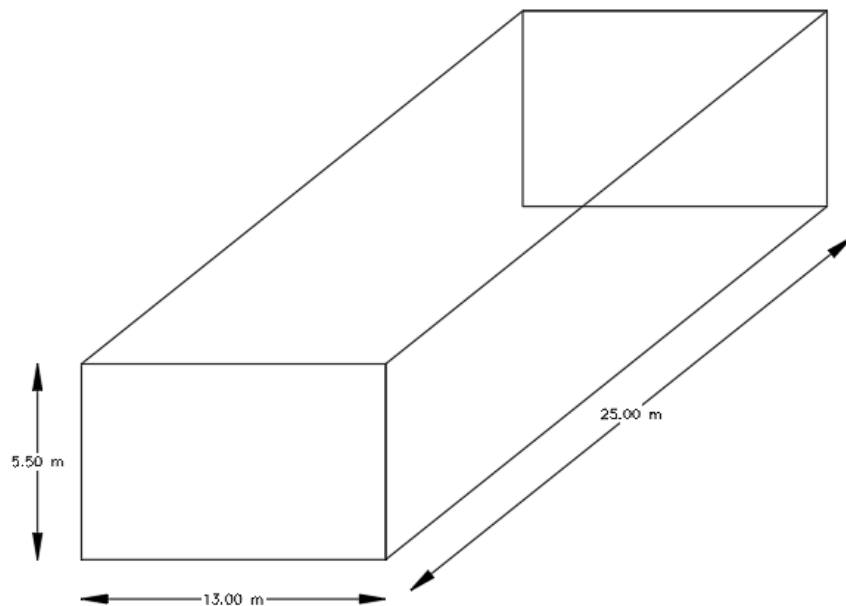
El diseño estructural de la cámara de bombeo para el presente proyecto denominado “DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”, se analizará por el programa SAP 2000, en el cual se ha simulado la cámara de bombeo teniendo en cuenta las propiedades del suelo donde se va a asentar, las propiedades de los materiales a usarse y también las cargas que actúan en la misma.

El área del terreno que se utilizará para la implementación de la cámara de bombeo será de 4000 m², el cual estará provisto de un cerco perimétrico, vías de acceso, cámara de rejillas, sedimentador, cámara de bombeo y caseta de bombeo.

4.8.6.1 GEOMETRÍA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

Según el cálculo hidráulico, las dimensiones requeridas para la cámara de bombeo son como se muestran en el gráfico siguiente:

Gráfico N°29 Geometría de la Cámara de Bombeo



Fuente: Elaborada por el autor

Una vez conocidas las medidas de la cámara de bombeo, se verificará que cumpla las relaciones siguientes:

Relación: Largo vs Altura, debe estar comprendida entre $(1 < \frac{L}{Al} < 5)$.

$$(1 < \frac{25}{5.50} < 5)$$

$$(1 < 4.55 < 5) \quad \text{“Si Cumple”}$$

Relación: Ancho vs Altura, debe estar comprendida entre $(0.5 < \frac{An}{Al} < 3)$.

$$(1 < \frac{13}{5.50} < 3)$$

$$(0.5 < 2.36 < 3) \quad \text{“Si Cumple”}$$

Por tanto, las dimensiones estipuladas en la cámara de bombeo, si cumplen las dos relaciones.

4.8.6.2 GENERALIDADES DE LA CÁMARA DE BOMBEO

4.8.6.2.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las propiedades del concreto a usarse son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$):	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (E_c):	217370.65 kg/cm ²
Módulo de Poison (μ):	0.25 Adimensional
Peso específico del Concreto Armado:	2400 kg/cm ³
Peso específico del Concreto Simple:	2300 kg/cm ³

Las propiedades del acero corrugado (ASTM 615) a usarse son:

Resistencia a la fluencia (f_y):	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (E_s):	21000000 kg/cm ²

4.8.6.2.2 CARGAS ASIGNADAS

Las cargas son asignadas de acuerdo a la norma E0.20 del Reglamento Nacional de edificaciones así tenemos:

Carga Muerta (DEAD):

Peso propio de los elementos.

Peso de los acabados: 100 kg/m²

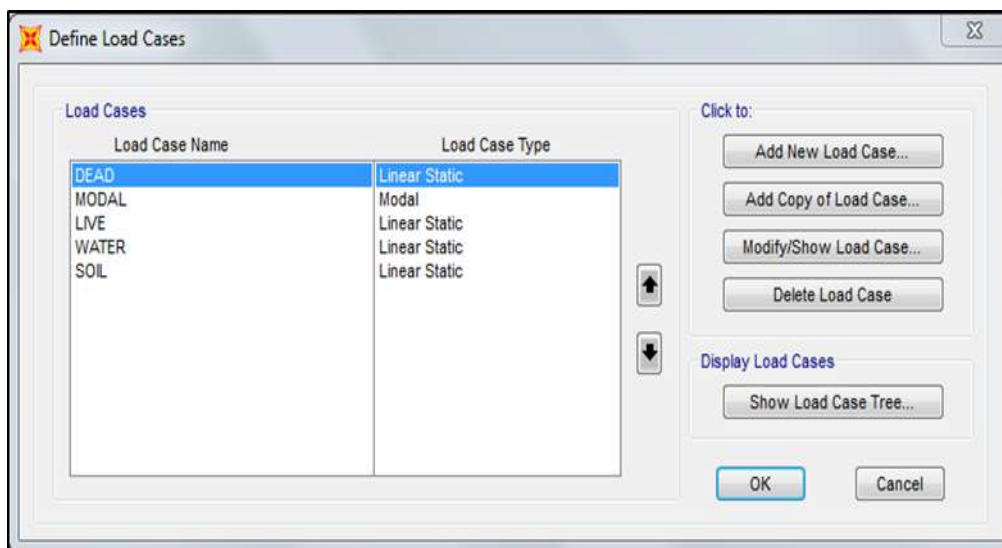
Carga Viva (LIVE):

Live: 200 kg/m²

Empujes Laterales:

Soil: Empuje del terreno.

Water: Empuje del agua.

Cuadro N°22 Cargas asignadas a los Muros y Losa de la Cámara de Bombeo

Fuente: Programa SAP 2000.

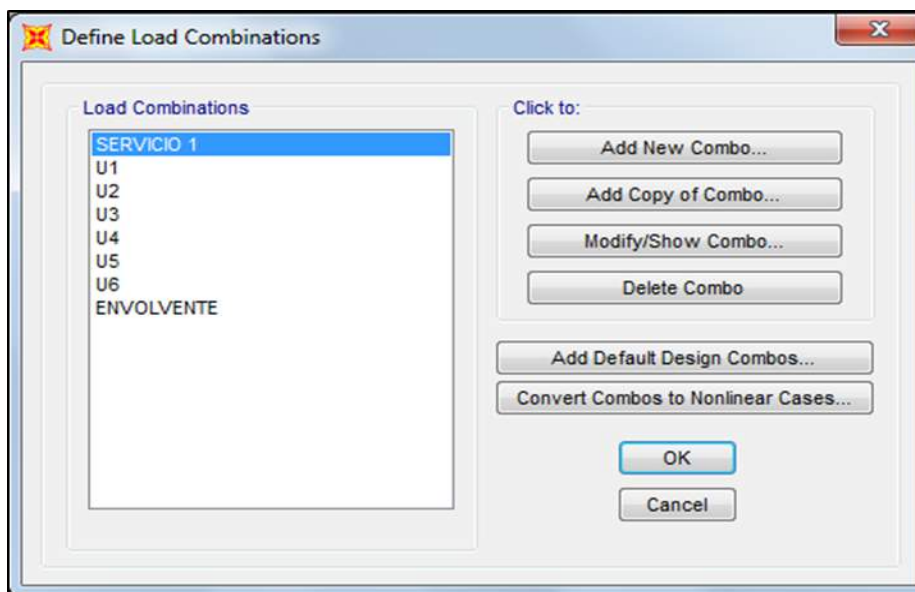
4.8.6.2.3 COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de cargas para el diseño de elementos estructurales se utilizaron de acuerdo a NTE (E.060) y a los casos de cargas aplicados:

- Combinación N° 1: $U1 = 1.4Dead + 1.7Live + 1.7Soil$
- Combinación N° 2: $U2 = 1.4Dead + 1.7Live + 1.7Soil + 1.7Water$
- Combinación N° 3: $U3 = 1.25Dead + 1.25Live + 1.7Soil$
- Combinación N° 4: $U4 = 1.25Dead + 1.25Live + 1.7Soil + 1.7Water$
- Combinación N° 5: $U5 = 0.9Dead + 1.7Soil$
- Combinación N° 6: $U6 = 0.9Dead + 1.7Soil + 1.7Water$
- Combinación N° 7: $Envolvente = U1 + U2 + U3 + \dots + U6$

Para el caso de comprobaciones de deflexiones y cimentaciones, se utilizan combinaciones de servicio:

- Combinación N° 8: $Servicio\ 1 = Dead + Live$

Cuadro N°23 Definición de Combinaciones y Envolvente

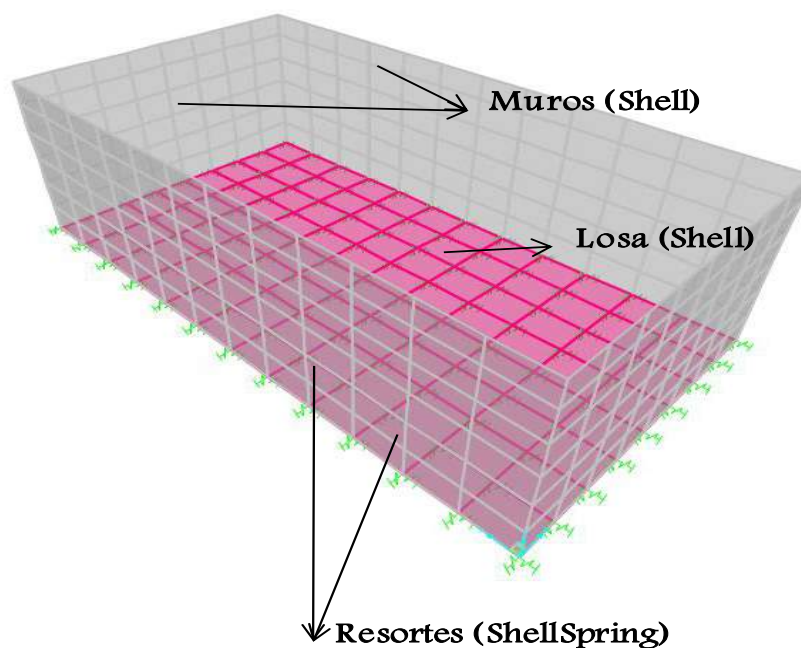
Fuente: Programa SAP 2000.

4.8.6.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

La estructura es una cámara de bombeo rectangular conformada por muros de concreto armado, los cuales son diseñados como muros de contención.

Por tanto, se usaron elementos shell para los muros de contención y la losa de fondo de la cámara de bombeo. Se aplicaron las cargas de empuje lateral mediante la asignación de un patrón de puntos (join patterns) que varían respecto a la altura.

Para la losa de fondo, se asignó shell spring (resortes) para la simulación del suelo de apoyo de la cámara de bombeo.

Gráfico N°30 Estructuración de la Cámara de Bombeo

Fuente: Programa SAP 2000.

4.8.6.4 CÁLCULO DE LAS PRESIONES DE SUELO

Se calcula la presión activa del suelo a través de las siguientes fórmulas:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

Los datos a utilizar serán tomados de la calicata N° 2, que es la más cercana al terreno donde se ubicará la cámara de diseño, siendo los valores los que se muestran a continuación:

Ángulo de cohesión (ϕ): 24.40 °

Peso volumétrico húmedo (γ): 1.433 Tn/m³

Altura de la Cámara (H): 4.40 m

Reemplazando las fórmulas anteriores se tiene:

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

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{24.40}{2}\right)$$

$$K_a = 0.644$$

La presión activa es de:

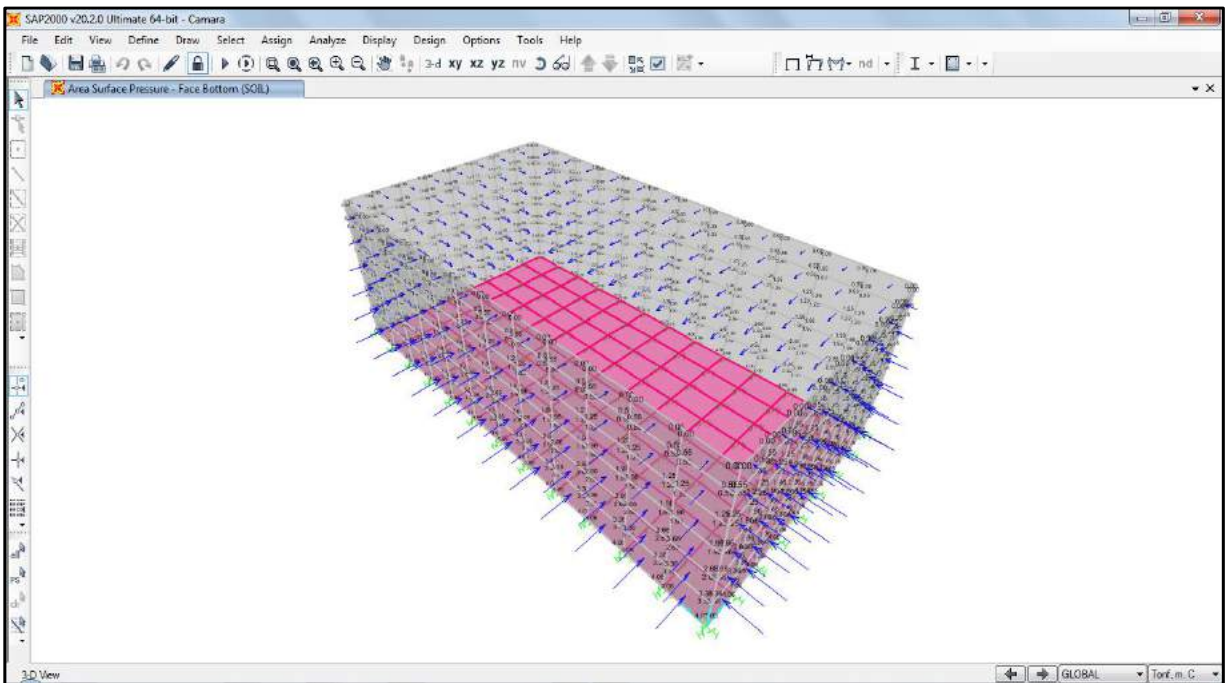
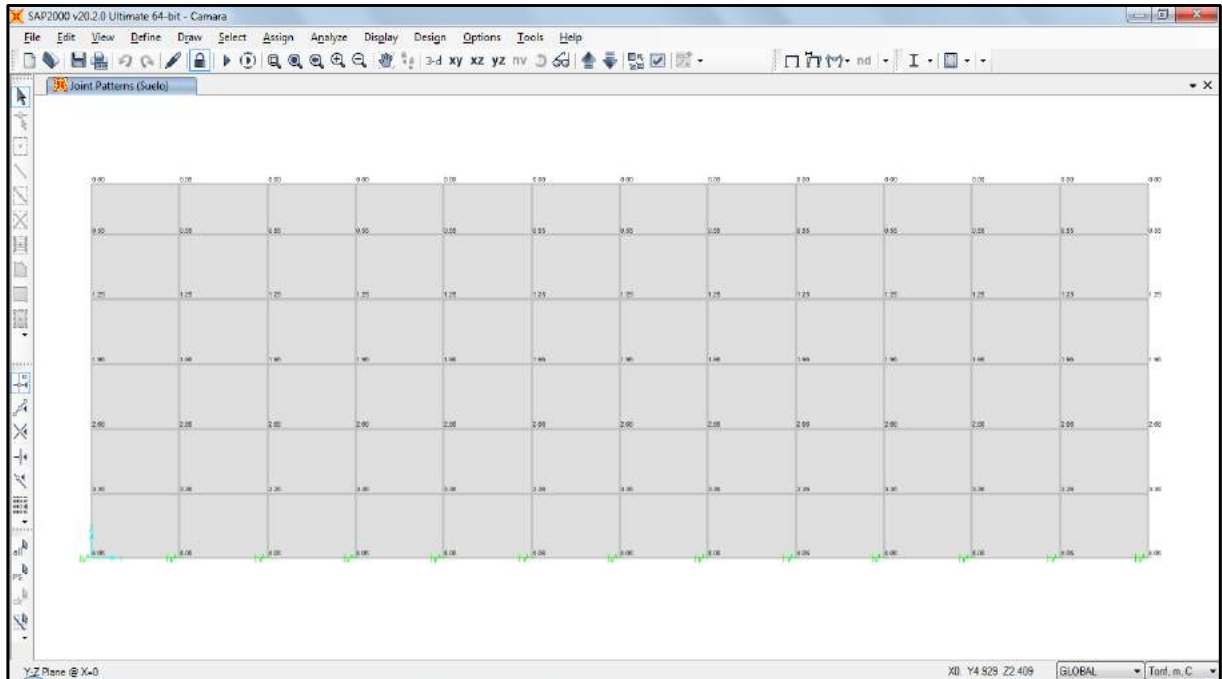
$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

$$P_a = \frac{1}{2} * 0.644 * 1.433 * 4.40^2$$

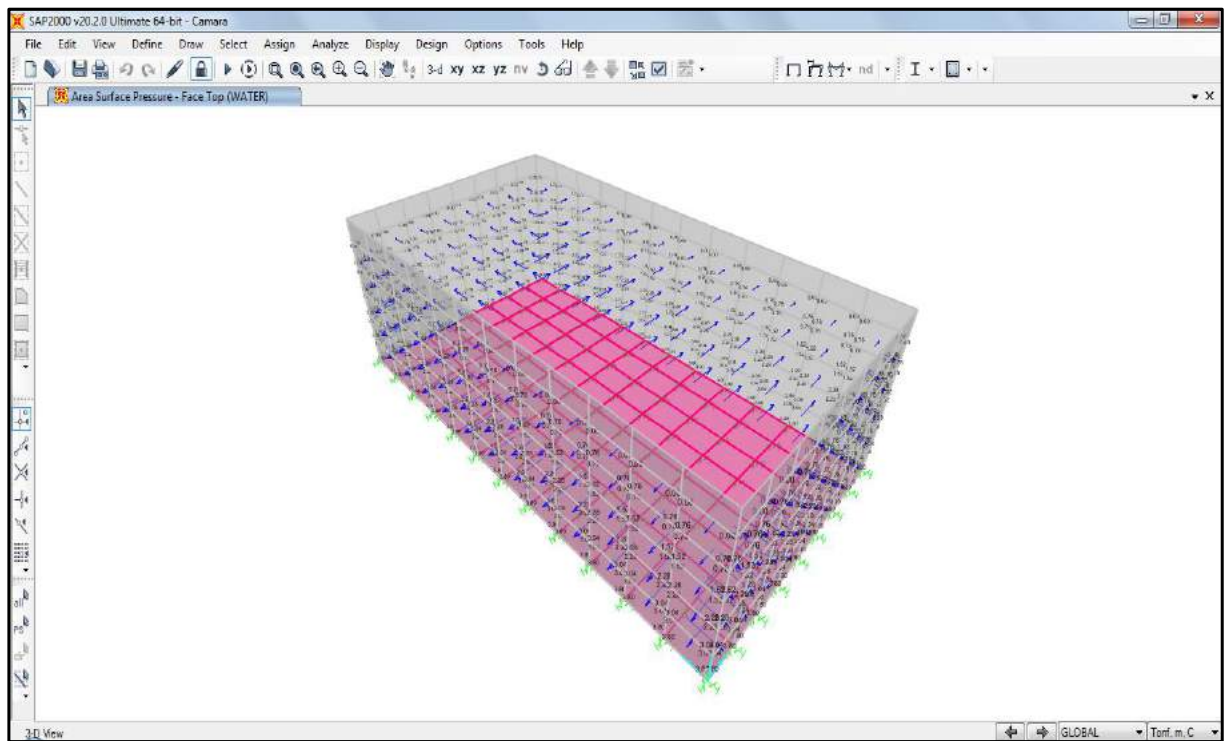
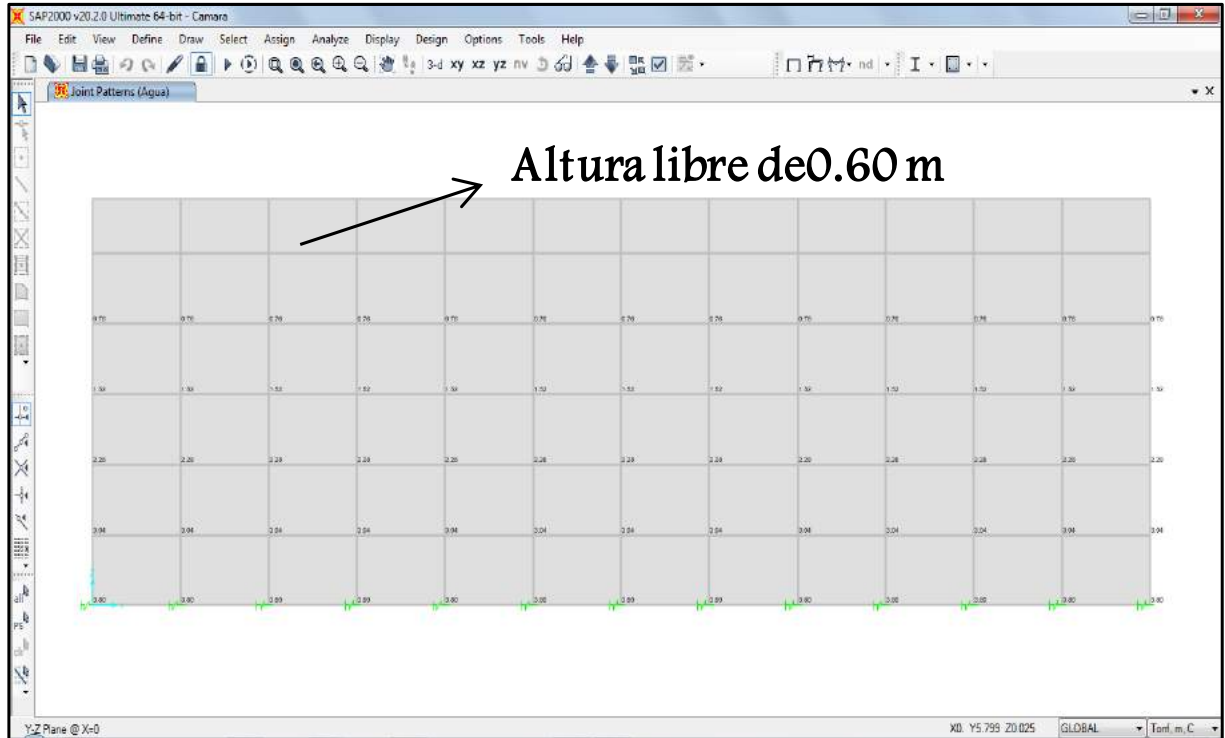
$$P_a = 8.94 \text{ Tn/m}^2$$

4.8.6.5 INSERCIÓN DE PRESIONES DEL SUELO Y AGUA EN SAP 2000

Se crea el patrón de puntos (join patterns) y se les asigna a los muros de la cámara de bombeo.

Gráfico N°31 Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Suelo)

Fuente: Programa SAP 2000.

Gráfico N°32 Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Agua)

Fuente: Programa SAP 2000.

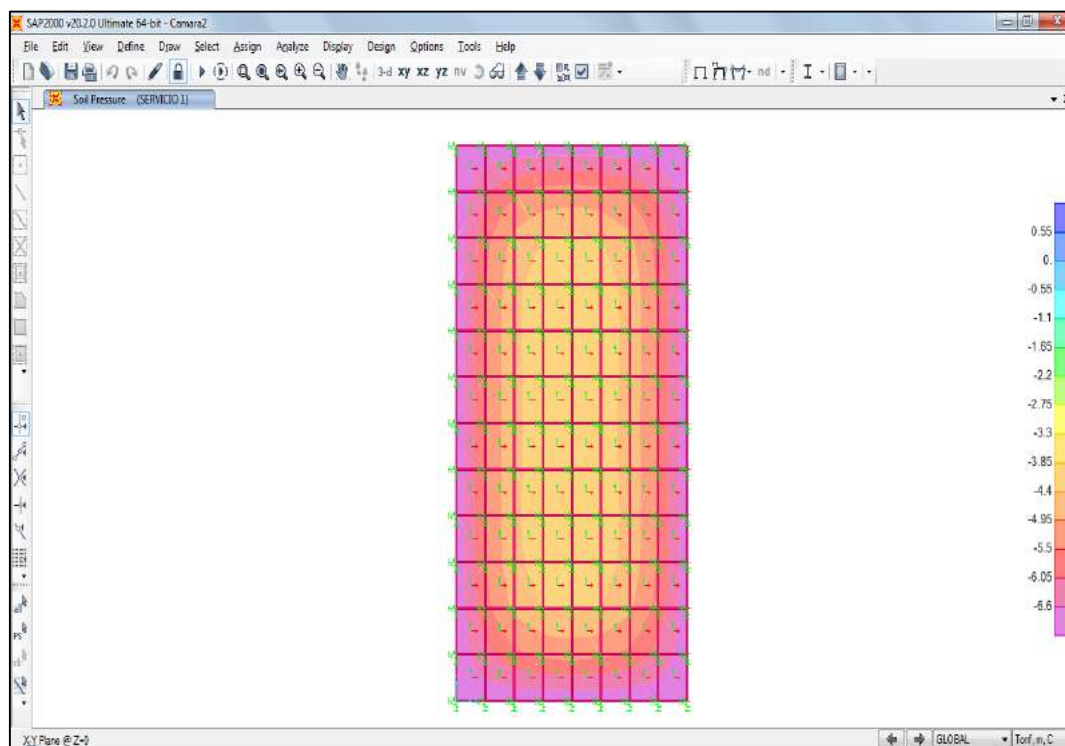
4.8.6.6 VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DEL SUELO

La presión del suelo correspondiente a la calicata N° 2, que es la más cercana al terreno de la cámara de bombeo, es de 0.87 kg/cm².

A través del programa SAP 2000, se hace la verificación correspondiente, dando como resultado que la presión máxima del suelo es de 0.70 kg/cm².

Por tanto, la presión obtenida del programa SAP 2000 es menor a la presión obtenida a través de los estudios de mecánica de suelo (EMS), eso quiere decir que es correcto.

Gráfico N°33 Presión Máxima del Suelo



Fuente: Programa SAP 2000.

4.8.6.7 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE BOMBEO

4.8.6.7.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos de la cámara de bombeo.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.20 m en dos direcciones, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 15.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M11 y M22), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M11, son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M22 son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°122 Cálculo del Área de Acero en la Losa de la Cámara de Bombeo

Losa												
Momento		a	As r	Barras de acero					As p	VERIF.		
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		cm2	
M11	-	0.55	0.22	1.0	5						3.56	Cumple
	+	2.7	1.14	4.8		5					6.33	Cumple
M22	-	0.90	0.37	1.6	5						3.56	Cumple
	+	2.7	1.14	4.8		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de bombeo, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°123 Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Bombeo

Losa: M11	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	Ø	3/8	"	@	20	cm
M22	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	Ø	3/8	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.6.7.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

a.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * b * d$$

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * 20 * 100$$

$$A_{smín\ HZ} = 4.00\ cm^2$$

b.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{\text{smín v}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{\text{smín v}} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín v}} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

4.8.6.7.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V13 y V23), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

Donde:

V_u: Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

ϕ: Factor de reducción por cortante.

V_c: Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 15.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 11.801 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 11.801 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{10.03 \text{ Tn/m}}$$

a.) En la losa:

$$V_{13} = 2.90 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 2.50 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 10.03 \text{ Tn/m}$$

Verificación por cortante: “Si Cumple”, no requiere refuerzo.

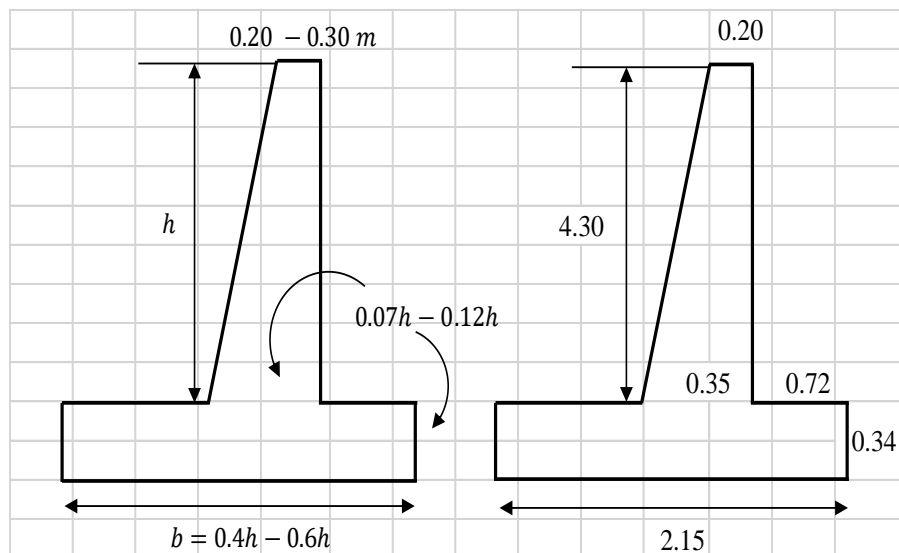
$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.90 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 10.03 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.50 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 10.03 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

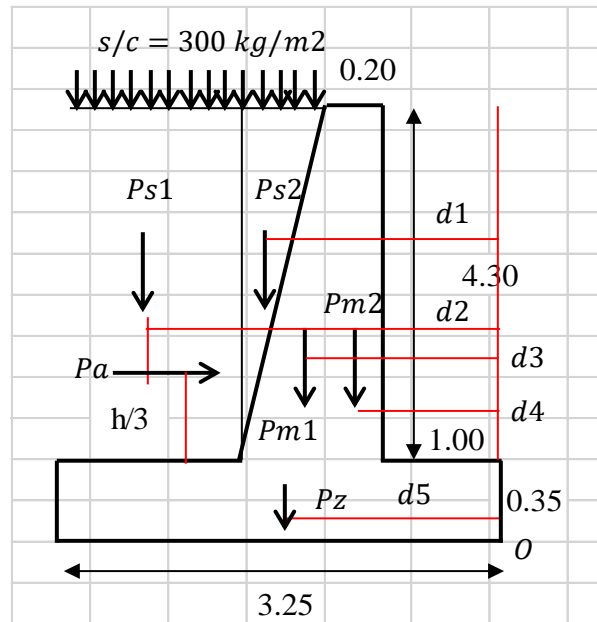
4.8.6.7.2 DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE LA CÁMARA DE BOMBEO

Se realiza un predimensionamiento de los muros de contención, las medidas son:



4.8.6.7.2.1 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN AL VUELCO

En la siguiente figura, se muestra las cargas actuantes en el muro de contención.



Se procederá a calcular las fuerzas que actúan en el muro:

$$\begin{aligned}
 Ps1 &= 13.5 \text{ Tn} \\
 Ps2 &= 0.46 \text{ Tn} \\
 Pm2 &= 2.06 \text{ Tn} \\
 Pm1 &= 0.77 \text{ Tn} \\
 Pz &= 2.73 \text{ Tn} \\
 S/C &= 0.30 \text{ Tn/m}
 \end{aligned}$$

Así mismo, se calcula los brazos de palanca para cada una de las fuerzas actuantes:

$$\begin{aligned}
 d1 &= 1.3 \text{ m} \\
 d2 &= 2.8 \text{ m} \\
 d3 &= 1.25 \text{ m} \\
 d4 &= 1.10 \text{ m} \\
 d5 &= 1.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Una vez que obtenemos las fuerzas y los brazos de palanca, se calcula el momento actuante (Ma) producido por la presión actuante del suelo a $1/3$ H.

$$M_a = P_a * \left(\frac{1}{3} * H + hm\right)$$

$$M_a = 8.54 * \left(\frac{1}{3} * 4.30 + 0.35\right)$$

$$M_a = 15.22 \text{ Tn} * m$$

Así mismo se calcula un momento resultante (Mr) producido por todas las fuerzas que actúan en el muro de contención.

$$M_r = \sum P * d$$

$$M_r = 45.90 \text{ Tn} * m$$

Finalmente verificamos si el muro de contención con las dimensiones calculadas, cumple o no por vuelco.

$$F_s = \frac{M_r}{M_a}$$

$$F_s = \frac{45.90 \text{ Tn} * m}{15.20 \text{ Tn} * m}$$

$$F_s = 3.02$$

Como se puede observar el factor de seguridad es de 3.02, y el factor de seguridad por norma es 1.50, por tanto, las medidas establecidas son las correctas.

4.8.6.7.2 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR DESLIZAMIENTO

Se calcula la fuerza actuante (Fa) producido por la presión actuante del suelo.

$$F_a = P_a$$

$$F_a = 8.54 \text{ Tn}$$

Así mismo se calcula la fuerza resultante (Fr), que no es más que la suma de todas las fuerzas que actúan en el muro de contención, afectada por el factor de fricción del suelo, considerado para este caso de 0.55.

$$Fr = f * (P_{\text{suelo}} + P_{\text{muro}}) \geq 1.25 * Pa$$

$$F_r = 10.70 \text{ Tn}$$

Finalmente verificamos si el muro de contención con las dimensiones calculadas, cumple o no por deslizamiento.

$$F_s = \frac{Fr}{Fa}$$

$$F_s = \frac{10.70 \text{ Tn} * m}{8.54 \text{ Tn} * m}$$

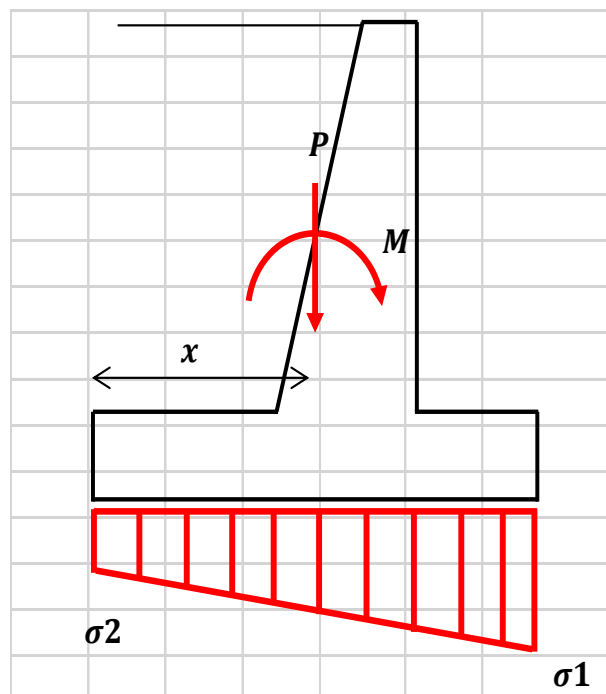
$$F_s = 1.26$$

Como se puede observar el factor de seguridad es de 1.26, y el factor de seguridad por norma es 1.25, por tanto, las medidas establecidas son las correctas.

4.8.6.7.2.3 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR PRESIONES DEL SUELO

Verificamos las presiones del suelo que no sean mayores a las máximas admisibles, mediante la fórmula de esfuerzo combinado:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M * C}{I}$$



Calculamos la carga vertical resultante (P), que no es más que la suma de todas las fuerzas que actúan en el muro de contención.

$$P = \sum P + S/C$$

$$P = 19.80 \text{ Tn}$$

Calculamos la ubicación de la carga vertical resultante (X).

$$X = 0.93 \text{ m}$$

Luego se calcula el momento actuante (M).

$$M = 1.43 \text{ Tn} * \text{m}$$

Finalmente calculamos las presiones del suelo. De acuerdo a la formula anteriormente mencionada.

$$\sigma_1 = 6.90 \text{ Tn/m}^2$$

$$\sigma_2 = 5.28 \text{ Tn/m}^2$$

Sabemos que, por los EMS la $\sigma_{admissible}$ es de 8.7 Tn/m², y las presiones generadas son menores, por tanto, las medidas del muro de contención si cumplen por presiones del suelo.

4.8.6.7.2.4 DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN

Por tanto, el espesor del muro de contención será de 0.35 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado (ϕ_2): 1.59 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 35 - 4 - \frac{1.59}{2}$$

$$d = 30.205 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

Calculamos el momento último para el siguiente estado más desfavorable.

En la sección crítica del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{ps}$$

$$M_{ps} = P_a * \frac{1}{3} * H$$

$$M_{ps} = 8.54 * \frac{1}{3} * 4.30$$

$$M_{ps} = 12.241 \text{ Tn} * \text{m}$$

Procedemos a calcular el momento último con la fórmula antes mencionada.

$$M_u = 1.7 * M_{ps}$$

$$M_u = 1.7 * 12.241$$

$$M_u = 20.809 \text{ Tn} * \text{m}$$

En la sección crítica del talón posterior del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{dead}$$

$$M_a = 5.32 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M_u = 7.44 \text{ Tn} * \text{m}$$

En la sección crítica del talón delantero del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{dead}$$

$$M_a = -3.03 T_n * m$$

$$M_u = -4.24 T_n * m$$

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Tabla N°124 Cálculo del Área de Acero en el Muro de Contención de la Cámara de Bombeo

Pared												
Momento			a	As r	Barras de acero					As p	VERIF.	
Tn * m			cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		cm2
Mu	-	20.8	4.59	19.5			10				19.8	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°125 Cálculo del Área de Acero en el Talón de los Muros de Contención de la Cámara de Bombeo

Talón												
Momento			a	As r	Barras de acero					As p	VERIF.	
Tn * m			cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		cm2
Mu	-	7.4	1.57	6.7		6					7.6	Cumple
Mu	-	4.2	0.89	3.8		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros del muro de contención de la cámara de bombeo, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°126 Cálculo del Espaciamiento del Muro de Contención de la Cámara de Bombeo

Talon:	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	Ø	1/2	"	@	16.7	cm
Paredes fondo.:									
	Horizontal		1	Ø	1/2	"	@	16.7	cm
	Vertical		1	Ø	5/8	"	@	10	cm
	Vertical		1	Ø	5/8	"	@	15	cm

Fuente: Elaborada por el autor

4.8.6.7.2.5 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

a.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 35 * 100$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 7.00 \text{ cm}^2$$

b.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 35 * 100$$

$$A_{s\text{mín V}} = 5.25 \text{ cm}^2$$

4.8.6.7.2.6 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * b_w$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

a.) En la zapata:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 35 * 100}{1000}$$

$$V_c = 26.882 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 26.882 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{22.85 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$15.93 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 22.85 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

b.) En las paredes del muro:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 30.205 * 100}{1000}$$

$$V_c = 23.199 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 23.199 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{19.93 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$15.93 \frac{T_n}{m} \leq 19.93 \frac{T_n}{m}$$

4.8.7 CASETA DE BOMBEO

La caseta de bombeo, será el lugar donde se alojarán las bombas a utilizar para evacuar el agua de lluvia acumulado en la cámara de bombeo.

Las dimensiones de la caseta de bombeo serán de 6 m x 5 m, un área total de 30 m².

Todas las dimensiones de los elementos estructurales (zapatas, vigas de cimentación, vigas de techo, columnas, losa aligerada), serán consideradas diseñadas siguiendo las normativas vigentes de nuestro país.

Todo cálculo mencionado a continuación, se mostrará en el plano N° 13, denominado “Caseta de bombeo”, para la visualización de un mejor detalle.

4.8.7.1 ZAPATAS

La capacidad portante del suelo correspondiente a la calicata N° 2 es de 1.02 kg/cm².

Según el diseño realizado para el cálculo de estos elementos, tenemos las siguientes medidas.

Profundidad de desplante: 1.20 m.

Altura de Zapatas: 0.65 m.

Sección de las Zapatas: B= 0.80 m y L= 1.00 m.

Se calculó el acero de refuerzo, el cual se dispondrá de la siguiente manera:

Aceros en sentido longitudinal: \emptyset 1/2" @ 0.15 m.

Aceros en sentido transversal: \emptyset 1/2" @ 0.15 m.

4.8.7.2 VIGAS DE CIMENTACIÓN

Según la norma E.030 “Diseño Sismo Resistente”, en el capítulo VII referido a cimentaciones, nos especifica lo siguiente:

Para suelos de capacidad portante menor que 0.15 MPa (1.53 Kg/cm²), se provee vigas de conexión en ambas direcciones.

El diseño de estos elementos que conectan las zapatas, tendrán los mismos criterios de diseño que las vigas de techo, según esto, se ha obtenido las siguientes dimensiones y distribuciones de acero.

Sección de las Vigas de conexión: $B= 0.25$ m y $H= 0.35$ m.

Haciendo referencia al acero de refuerzo, este se dispondrá de la siguiente manera:

Acero longitudinal: $4 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

4.8.7.3 VIGAS DE TECHO

Según el diseño realizado para el cálculo de las vigas de techo, se obtuvo los siguientes datos:

Vigas principales: Están dispuestas en el sentido de las abscisas, donde se tiene una luz de 5m.

Sección de Vigas principales: $B= 0.25$ m y $H= 0.35$ m.

Acero longitudinal: $6 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

Los aceros longitudinales, se dispondrán $2 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$ en la parte superior e inferior a lo largo de toda la viga, el resto son bastones, que se detallan en el plano N°13.

Vigas secundarias: Están dispuestas en el sentido de las ordenadas, donde se tiene dos tramos con una luz de 3m. cada una.

Sección de Vigas principales: $B= 0.25$ m y $H= 0.30$ m.

Acero longitudinal: $6 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

De igual manera que la viga principal, los aceros longitudinales, se dispondrán $2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$ en la parte superior e inferior a lo largo de toda la viga, el resto son bastones, que se detallan en el plano N°13.

4.8.7.4 COLUMNAS

El diseño de las columnas, se realizó a través del método del ACI.

Teniendo en cuenta el predimensionamiento realizado para las vigas, se estipula que las columnas tengan al menos 5 cm. más de espesor en su base que las vigas, con fines de empalmes de aceros.

Según el diseño elaborado, se obtuvieron los siguientes resultados:

Sección de las columnas: $B= 0.30 \text{ m}$ y $L= 0.30 \text{ m}$.

Haciendo referencia al acero de refuerzo, este se dispondrá de la siguiente manera:

Acero longitudinal: $4 \varnothing 5/8'' + 2 \varnothing 1/2''$

Estribos: $\varnothing 3/8''$: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10, R @ 0.15 m. A/S.

4.8.7.5 LOSA ALIGERADA

La losa a diseñar será de tipo aligerada, ya que, en la caseta de bombeo, no se necesitará una mayor prestación.

Según el diseño elaborado para la losa aligerada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Peralte o espesor de losa aligerada: 0.20 m.

Acero Inferior: $\varnothing 3/8''$

Acero superior: $\varnothing 1/2''$

El acero inferior, se colocará a lo largo de la losa y el acero superior serán bastones donde sea necesario, para una mejor visualización, el cálculo se detalla en el plano N°13.

4.8.7.6 MUROS DE ALBAÑILERIA

Los elementos no estructurales como son los muros de la caseta de bombeo, tendrán un espesor de 0.15 m., las unidades de ladrillo se dispondrán en soga, cumpliendo así lo estipulado por la NTP 331.017.

4.9 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.9.1 ACCIONES DEL PROYECTO

Se ha visto conveniente analizar el impacto ambiental del proyecto denominado “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”, por etapas, para un mejor análisis.

4.9.1.1 ETAPA PRELIMINAR

Elaboración del estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realiza con el fin de conocer bien el terreno del distrito de Túcume y la posición de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un estudio topográfico podemos observar la representación gráfica del mapa del área de estudio en Túcume.

Elaboración del estudio de suelos

El estudio de suelos nos permite tener información de un determinado terreno.

Elaboración del estudio hidrológico

Elaboración del estudio de tráfico

Aprobación del proyecto (permisos de las autoridades de turno)

Delimitación de la zona del proyecto

Obtención de permisos de la municipalidad

4.9.1.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Instalación del campamento de obra; construido e implementado para el alojamiento de los trabajadores de obra. Así mismo, se considerará la implementación de un área denominada Patio de Maquinas, la cual servirá de depósito del equipo a ser utilizado en obra, de conformidad a los procedimientos constructivos

Traslado de maquinaria

Operación y mantenimiento de maquinaria; que involucra el uso de la maquinaria y equipo, así como actividades como el traslado de éste a la zona del proyecto, y las tareas de mantenimiento de éstos (cambio de aceite, lubricado, limpieza, etc.).

Contratación de personal; que involucra el empleo de mano de obra dentro y fuera de la zona del proyecto, esto conllevará a la promoción del empleo a pobladores temporales de la zona.

Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria: el transporte de materiales a obra y transporte de combustible al campamento para la maquinaria pesada.

Pavimentación

Rompimiento de pistas

Movimiento de tierras

Veredas

Pintado señalización de tráfico

Drenaje pluvial

Obras de concreto

Transporte de material

4.9.1.3 ETAPA DE OPERACIÓN

Bloqueo de las calles (desplazamiento de unidades móviles)

Accesibilidad

Eliminación de residuos sólidos; esta actividad está considerada como una actividad de riesgo moderado – severo ya que se realizará por medio de maquinaria para carga y transporta el material. Será necesario un cargador frontal y un volquete de 12 cubos.

4.9.1.4 ETAPA DE ABANDONO DE OBRA

Liberación de trabajadores al término de la obra.

Retiro y desinstalación de campamentos; donde se realizan las actividades necesarias para retirar la infraestructura o readecuarla.

Limpieza de emplazamiento

4.9.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.9.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación del impacto ambiental que resultan del proyecto son:

La identificación de cada etapa con su respectiva tarea, reconociendo las causas ambientales que genera cada una de las etapas.

Identificación de cada factor ambiental

Evaluación de su 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

4.9.2.2 MÉTODO DE LEOPOLD

La Matriz de Leopold, es un método universalmente que se emplea para realizar evaluación del impacto ambiental que puede producir un o proyecto.

En sí, es una matriz interactiva simple donde se muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores o componentes ambientales posiblemente afectados en el otro eje de la matriz.

Cuando se presume que una acción determinada va a provocar un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de la intersección de la matriz y se describe además su magnitud e importancia

La matriz de Leopold se diseña a partir de la evaluación del impacto ambiental de una mina de fosfatos en california. Consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales, y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones causa de impacto. La matriz no es propiamente un método para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así la matriz de Leopold solo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario

ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control. [24]

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están constituidas como máximo con 88 factores ambientales las filas son acciones que pueden causar impactos. En cada celda se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala que va de uno a diez. La importancia del método diseñado por Leopold reside en que:

La fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectadas sobre diferentes factores ambientales

Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental

Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental. [25]

Magnitud se califica de 0 a 10 la valoración del impacto o de la alteración potencial que se provocaría añadiendo frente al número el signo “+” o “-” para indicar si el impacto es positivo o negativo

Importancia se evalúa la relevancia del impacto sobre la calidad del medio y la extensión territorial afectada puntuándose también de 0 a 10. [26]

Tabla N°127 Calificación De 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: [27]

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.”

Tabla N°128 Clasificación De Acuerdo A La Importancia

MAGNITUD		
CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECTACIÓN
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: [27]

Tabla N°129 Matriz Leopold

Evaluación de los Impactos Ambientales del Proyecto

"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"

MATRIZ DE LEOPOLD

Aspectos	Parametros	ACCIONES FACTORES	Etapa de Construcción										Etapa de Construcción					Etapa de Operación				Etapa de Abandono			MAGNITUD	PROMEDIO	MEDIDABLE DEL								
			Elaboración de estudios	Aprobación del Proyecto	Delimitación de la zona del Proyecto	Obtención de Autorizaciones	Instalaciones temporales (oficinas, patio de maquinaria, etc)	Traslado de maquinaria	Contratación de personal	Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria	Rompimiento de pistas	Remoción de vegetación	Corte, relleno	Plintado señalización de tráfico	Obras de concreto	Movimiento de tierras	Uso de maquinaria pesada	Operación de vehículos	Resacas, acedías, de quimicos, aceites, grasas, combustibles	Disposición de residuos sólidos	Generación de residuos (sólidos, desmonte)	Presencia de nueva estructura	Desplazamiento de unidades móviles	Incremento de tránsito				Eliminación de residuos sólidos	Aumento de comercio	Liberación de trabajadores al final de la obra	Desmantelamiento de instalaciones temporales	Limpieza de emplazamientos			
Físicos	Aire	Calidad del aire (por emisión de gases, humos)					4		4						4	5	6			4	3		2										-34		
		Calidad del aire (por emisión de partículas en suspensión)	2							4	1	4		2	2	4	4	5	5		4	4	4						4				-69		
		Contaminación acústica	3						4	5	3	5		3	2	4	2	3	4		2	4	3		2								-26		
	Agua	Contaminación de aguas superficiales							2		3						4	5	4					4										-22	
		Contaminación de agua subterráneas								4								3	4	2					4									-9	
		Calidad del agua								4								3	4					3										-15	
	Suelo	Erosión					2			4						2		3																-8	
Vibraciones							3		3						3	4																	-18		
Biológicos	Panorámico	Alteración del Paisaje	4														3	3	4															-16	
	Flora	Arboles, arbustos															3	2																-6	
	Fauna	animales																3																-8	
Socio-Económicos	Población	Migración					6		8																									26	
		Empleo	6					6	8					8	7	8																		69	
		MAGNITUD	0	0	0	0	6	-3	16	-11	-26	-7	-4	6	5	-12	-10	-9	-21	-10	-16	-4	-10	-11	-7	4	6	5	2						
		INTENSIDAD	9	0	0	0	5	11	12	9	29	4	13	5	7	6	16	8	15	9	11	3	8	10	5	16	3	3	3	11					
		PROMEDIO	10	0	0	0	30	11	96	-34	-72	-10	18	30	40	-19	10	-36	-64	-45	-46	-12	-30	-38	-18	44	18	15	32				-70		
																																			OK

Fuente: Elaborada Por el autor

4.9.2.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Con los resultados que hemos obtenido en la matriz Leopold podemos evaluar el impacto ambiental que genera el proyecto.

Tabla N°130 Jerarquización De Impactos

MEDIDA DEL IMPACTO	RANGO	SIMBOLOGIA
No Significativo	0-20,8	
Bajo	< 20,8- 60	
Medio	<60-162,8	
Alto	<162,8-516,8	
Muy alto	<516,8-960	

Fuente: [28]

Tabla N°131 Resultados De La Matriz De Leopold

Aspectos	Parametros	ACCIONES FACTORES	P R O M E D I O	M E D I D A D E L I M P A C T O
Físicos	Aire	Calidad del aire (por emisión de gases,humos)	-124	MEDIO
		Calidad del aire (por emisión de partículas en suspensión)	-166	ALTO
		Contaminación acustica	-82	MEDIO
	Agua	Contaminación de aguas superficiales	-53	BAJO
		Contaminación de agua subterrneas	-12	NO SIGNIFICATIVO
		Calidad del agua	-42	BAJO
	Suelo	Erosión	-18	NO SIGNIFICATIVO
		Vibraciones	-23	BAJO
	Biológicos	Panorámico	Alteración del Paisaje	-34
Flora		Arboles, arbustos	-12	NO SIGNIFICATIVO
Fauna		animales	-8	NO SIGNIFICATIVO
Socio-Económicos	Población	Migración	126	MEDIO
		Empleo	378	ALTO

Fuente: Elaborada Por el autor

4.9.2.4 RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el proyecto que estamos desarrollando, encontramos impactos bajos, medios, altos y significativos.

4.9.2.4.1 IMPACTO NO SIGNIFICATIVO

Contaminación de agua subterránea (Negativo)

Erosión (Negativo)

Flora (Negativo)

Fauna (Negativo)

4.9.2.4.2 IMPACTO BAJO

Contaminación de agua superficiales (Negativo)

Calidad de agua (Negativo)

Vibración (Negativo)

Alteración de paisaje (Negativo)

4.9.2.4.3 IMPACTO MEDO

Contaminación acústica (Negativo)

Migración (Positivo)

4.9.2.4.4 IMPACTO ALTO

Calidad del aire (por emisión de partículas en suspensión)

Empleo (Positivo)

4.9.2.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental (PMA) es una herramienta de gestión ambiental que, en función a los impactos identificados, valorados y obtenido su significación permite mitigar o controlar los impactos ambientales y sociales generados por las actividades de construcción y operación. Este

proceso permite planificar, definir y facilitar el desarrollo de medidas ambientales y sociales destinadas a prevenir los impactos encontrados.

4.9.2.5.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Etapa De Construcción

Se implementará un área específica para el almacenamiento temporal de todos los residuos sólidos que no tengan tratamiento como en el proceso de rompimiento de pistas.

Todo tipo de residuo se manejará de acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento (**Ley N° 27314**).

Mediante un cronograma de actividades y un plano se planificará las calles que se cerraran temporalmente para la construcción

Se implementará un Sistema de riego de calles destinadas al tránsito de vehículos durante la etapa de construcción y también donde se manejará maquinaria pesada

Se implementará una zona de campamento para todos los trabajadores de Proyecto y esta será de acceso restringido para personas ajenas al Proyecto

Dependiendo del trabajo realizado de cada trabajador se evaluará para el tipo de riesgo al que están expuestos para de acuerdo a ello usen sus EPP's (equipos de protección personal) como son los guantes, casco, mascarilla, lentes, zapatos punta acero, etc.

También se implementará los EPC (equipos de protección colectiva) como son las señalizaciones, línea de vida, escaleras

Se implementará un comité de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a Ley 29783.

Etapa de operación

De acuerdo a ley y por seguridad y bienestar de los trabajadores se aplicará el reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo estipulado por Ley 29783 y el D.S N° 005-2012-TR. Se realizará por un especialista en el tema como un Ingeniero de Seguridad o Ingeniero Industrial los siguientes documentos:

Reglamento Interno De Seguridad Y Salud En El Trabajo.

Política de seguridad y salud en el trabajo

Matriz IPERC

Señalización

Mapa de riesgo

Capacitaciones

Se implementará un área donde será debidamente señalada para los equipos de seguridad como son: extintores, gabinetes, señalización)

También se implementará un área donde se colocará los equipos de primeros auxilios, como es el botiquín, y un kit de emergencia. A su vez se hará una capacitación de primeros auxilios a todos los trabajadores.

Hacer simulacros de emergencia

4.9.2.5.2 MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y MITIGACIÓN

Etapa de Construcción

Contratar a un supervisor de seguridad y salud en el trabajo, para que verifique diariamente si se cumple los reglamentos establecidos de acuerdo a Ley 29783

Los residuos peligrosos serán manejados de acuerdo a Ley 27134 y de acuerdo a normas de la municipalidad de la zona.

Estar a la vista de todos los trabajadores los números de emergencias como, bomberos, centro médico, radio patrulla, etc.

Etapa de Operación

Formar una brigada de primeros auxilios ante cualquier y establecer una zona en el campamento donde sea segura y se pueda brindar los primeros auxilios

V. CONCLUSIONES

Gracias al sistema de drenaje pluvial y pavimentación propuesto, se logrará solucionar los problemas de inundaciones que se generan en el cercado de Túcume producto de las precipitaciones pluviales, direccionando las aguas de lluvia, debido a la implementación de pavimento y cunetas longitudinales en sus calles, dando como resultado una evacuación rápida y segura hacia el punto de desemboque final, mejorando así la calidad de vida de la población.

Con el estudio de tráfico, podemos concluir que el número de ejes equivalentes (Esal) para el diseño de la estructura del pavimento es de $4.83 * 10^5$ EE, considerado por la clasificación del Manual de Carreteras del MTC como una zona de tráfico medio.

A través del levantamiento topográfico, se concluye que el cercado de Túcume, tiene una topografía ondulada según la clasificación orográfica del Manual de Carreteras del MTC; además, se pudo conocer las zonas más altas con una cota máxima (47.389 m.s.n.m) y las zonas más bajas con una cota mínima (m 38.240 m.s.n.m) del distrito, con ello, se traza el diagrama de flujos, fundamental para conocer el recorrido (dirección) del agua de lluvia.

Se realizaron un total de veintiséis (26) calicatas a cielo abierto, a lo largo de los 67.50 km². aprox. de extensión territorial del cercado de Túcume, con profundidades variable de 1.30m a 1.75m., a través del estudio de suelo se concluye que el suelo de mayor predominancia son las arcillas limosas (CL).

Con el estudio de suelo, se determinó que el CBR de diseño para la estructura del pavimento es de 6.06 %; según el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito, considera este valor como una subrasante regular, es decir, no se necesita un mejoramiento de la capa de Subrasante.

Mediante el estudio hidrológico, se concluye lo siguiente: las intensidades de diseño son (39.62, 26.61, 22.64, 35.2) mm/hr; la precipitación para un tiempo de concentración de 60 min. y un periodo de retorno de 10 años, es de 20.77 mm.

El sistema de drenaje está conformado por cunetas longitudinales, las dimensiones son las siguientes: 0.50 * 0.45 m; 0.45 * 0.40 m; 0.45 * 0.35 m; siendo el primer valor el ancho y el segundo valor la altura de cuneta.

El tipo de pavimento a usar para este proyecto es el pavimento flexible, su diseño está elaborado en base a la metodología Aashto 93, la cual está avalada por RNE CE 010 "Pavimentos Urbanos", dando como resultado los siguientes espesores: capa sub base de 20 cm (e = 8"), capa base de 20 cm (e = 8") y la carpeta asfáltica 5 cm (e = 2").

El destino final de las aguas de lluvia será la acequia el pueblo, para ello se tiene el permiso correspondiente de la comisión de usuarios del sub sector hidráulico de Túcume, en donde nos autoriza la evacuación de las aguas de lluvia hacia la acequia.

VI. RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar un mantenimiento periódico al sistema de drenaje pluvial, con la finalidad de evitar que las estructuras hidráulicas se colmaten de sedimentos y ocasionen el mal funcionamiento del sistema.

Se debe contar con un profesional en el rubro de la supervisión, para garantizar una ejecución correcta de obra, siguiendo los lineamientos de diseño elaborados.

Para hacer el levantamiento topográfico, se puede usar una estación total, pero se debe tener en cuenta que este equipo necesita de varios cambios de estación los mismo que van a ir acumulando mucho margen de error, es por ellos que gracias a la tecnología hoy se tiene a la mano un equipo más sofisticado como es el GPS Diferencial, el cual necesita ser estacionado en un lugar de mayor altitud ya que trabaja con los satélites y van a dar una lectura más acertada a la realidad.

Se recomienda el uso de bolsas herméticas al momento de extraer las muestras de suelo para que no pierda su humedad y no se altere los resultados cuando se haga los estudios pertinentes.

El conteo vehicular, se debe contabilizar en época festiva, ya que así estaremos garantizando el máximo de vehículos que van a circular por las vías que se van a diseñar.

El método recomendado para el diseño de pavimento flexible es el método Aashto 93, ya que el Método PCA se usa para el diseño de pavimentos rígidos.

No esta demás resaltar la seguridad para este tipo de trabajos, implementando un sistema de gestión de seguridad y salud, de esta manera se garantizará el uso adecuado de los EPP (equipos de protección personal) como son casco, zapatos, chaleco, pantalón, guantes, de esta forma minimizaremos los accidentes e incidentes en obra.

Se recomienda cumplir con todas las políticas y normativa, como el Plan de Manejo Ambiental (PAMA), con la finalidad de mitigar los daños a nuestro medio ambiente.

Debido a la implementación de pavimento, cunetas y obras hidráulicas para el presente proyecto, se debe elaborar un convenio con alguna EPS (Empresa Prestadora De Servicios) en el rubro de saneamiento para que tenga a cargo la operación y mantenimiento de todas estas obras de ingeniería

y de esta manera garantizar el buen funcionamiento y deterioro prematuro de los sistemas implementados.

Para poner en marcha este tipo de proyectos en una zona arqueológica como lo es el distrito de Túcume, se debe solicitar ante el Ministerio de Cultura (MINCU) un Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), con la finalidad de obtener información y los permisos correspondientes sobre la existencia o no de restos arqueológicos en la zona donde se realizará el proyecto, de esta manera evitaremos el daño a restos arqueológicos con muchos años de antigüedad y a su vez evitar el riesgo de paralización de las obras.

Otros datos no menos importantes, es tener en cuenta la ubicación de instalaciones de agua y desagüe en nuestra zona de proyecto, ya que al realizar el corte y perfilado de nuestra subrasante para el pavimento, corremos el riesgo de dañar estas conexiones, para ello, se debe gestionar ante la municipalidad o en tal caso ante la empresa EPSEL, para que nos brinden la información pertinente y poder ubicar estas tuberías y no causar algún tipo de daño.

De igual forma se debería solicitar información a las empresas privadas de telefonía e instalaciones de gas domiciliario, para de esta manera tener en cuenta la ubicación correcta de dichas conexiones en caso las hubiera, poder realizar los trabajos con las medidas del caso y no generar algún tipo de alteración a estas conexiones domiciliarias.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. R. Cardenas Fleires, *Diseño de un sistema de drenaje pluvial óptimo y funcional para el sector "La Rotaria" de la parroquia Raúl Leoni De Maracaibo. EDO.- Zulia*, 2006.
- [2] Unesco, «Retrato de 15 ciudades emblemáticas del mundo,» París, 2016, pp. 25-26.
- [3] Comercio, *Indeci: 25 personas han perdido la vida a causa de las lluvias*, 07 Febrero 2017.
- [4] S. Expresión, *El Drenaje Pluvial: Verdades Sobre El Ansiado Proyecto*, 2017.
- [5] Comercio, *Lambayeque: así se mantienen las calles de Túcume*, 18 Marzo 2017.
- [6] R. Noticias, *Lambayeque : tres colegios de Túcume se inundaron tras lluvias*, 02 Febrero 2017.
- [7] Comercio, *Cementerio de Túcume queda inundado por lluvias y se desploma*, 06 Febrero 2017.
- [8] L. Trillo y R. Arístides , «Caracterización del tránsito para el diseño de pavimentos en zonas urbanas. Casos: calles y avenidas de los municipios San Diego y Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela,» *INGENIERIA UC*, 2015.
- [9] P. Mercado y Y. H. , *Pavimentación y construcción de veredas de la zona industrial–AA–HH Villa Hermosa y de la asociación de vivienda La Esmeralda del Distrito de Marcona–Provincia de Nazca, Ica*, 2011.
- [10] A. Granda y R. Ruly, *Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urb. Angamos, Piura*, 2013.
- [11] R. Quiroz y B. Saavedra , *Chiclayo, Tumán*, 2013.
- [12] P. C. Rojas Naira y V. H. Humpiri Pari, «Evaluación, diseño y modelamiento del drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM,» Puno, 2016.

- [13] H. Ávila, *Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático - caso de estudio: Ciudad de Barranquilla, Colombia*, Baranquilla, 2012.
- [14] «Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento,» *El Peruano*, 2017.
- [15] INCLAM, «Plan de Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira - Piura,» Piura, 2013.
- [16] MINISTERIO DEL AMBIENTE , «LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611,» LIMA, 2005.
- [17] 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.
- [18] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, *NORMA CE 010 Pavimentos Urbanos*, Lima, 2010.
- [19] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA E.050 Suelos Y Cimentaciones,» Lima, 2006.
- [20] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA OS.060 Drenaje Pluvial Urbano,» Lima, 2006.
- [21] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «Norma OS.070 Redes de Aguas Residuales,» LIMA, 2010.
- [22] MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentación)*, Lima, 2013.
- [23] J. Q. C. SMITH y J. D. CANAZA TICONA, «ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO POR ETAPAS Y COMPARACIÓN CON EL TIPO DE MATERIAL DE CADA CAPA ESTRUCTURAL EN LA OBRA CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA

CARRETERA MATARANI-PUNTA DE BOMBÓN TRAMO KM 2+000 AL KM 7+000»,» Arequipa, 2019.

- [24] M. Pardo y . M. Pardo Buendía, La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodología, Caracas: Fundamentos, 2012, pp. 138-140.
- [25] C. MUGURUZA CAÑAS y P. BORDERÍAS URIBEONDO , EVALUACIÓN AMBIENTAL2, Madrid: UNED, 2014.
- [26] A. B. Morancho, Dimensión medioambiental de la RSC, España: Netbiblo, 2010.
- [27] V. Conesa, Guia metodológica para la evaluacion del impacto ambiental, Mexico : Ediciones Mundi - Prensa , 2010.
- [28] J. A. DELGADO ROJAS y D. A. GONZALES BALLENA, «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,» Chiclayo, 2017.
- [29] MTC. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Carreteras)Suelos, Geologia, Geotecnia y Paavimentos*, Lima, 2013.
- [30] MTC, Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje, Lima: Macro, 2011, p. 221.
- [31] M. Mendoza, «SlideShare,» 28 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/mariejmendoza/caracteristicas-un-pavimento>.
- [32] MEF, «Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación,» Servicios Gráficos JMD s.r.l., 2015.
- [33] I. R. Romero Rodríguez , «DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA MARCAVELICA CUADRAS 01 A LA CUADRA 09, DEL DISTRITO DE VEINTISÉIS DE OCTUBRE, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA – MARZO 2017,» Piura, 2017.

- [34] ING. CIVIL, «CUEVA DEL INGENIERO CIVIL,» [En línea]. Available: <https://www.cuevadelcivil.com/2010/06/componentes-de-un-pavimento.html>.
- [35] E. Castillo, «SlideShare,» 23 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/mdulo-14-diseo-pavimentos-de-adoquines-fernando-sanchez-sabogal>.
- [36] MTC, «MANUAL DE CARRETERA, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS,» Lima, 2013.
- [37] «INGENIERIA CIVIL,» 13 Setiembre 2011. [En línea]. Available: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/09/periodo-de-diseno-pavimentos-de.html>.
- [38] «CLIMATE- DATA.ORG,» [En línea]. Available: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/lambayeque/tucume-54988/>.
- [39] J. A. DELGADO ROJAS y D. A. GONZALES BALLENA, «DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y,» Chiclayo, 2017.
- [40] Indeci, *Plan de Contingencia para el Fenómeno "El Niño" 2016-2017*, Chiclayo, 2016.
- [41] Indeci, *Plan de uso del suelo y propuestas de medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Túcume*, Túcume, 2004.
- [42] R. Noticias, *¿Cuál es la situación en cada provincia del Perú por el Fenómeno El Niño?*, 15 Marzo 2017.
- [43] CLIMATE-DATA.ORG, «DATOS CLIMÁTICOS MUNDIALES,» [En línea]. Available: <https://es.climate-data.org/>.
- [44] MTC, «Manual de Hidrología, Hidráulica Y Drenaje,» 2008. [En línea].
- [45] C. SIGRID. [En línea]. Available: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/>.
- [46] Climate, «Clima Tucume,» climate, Lambayeque - Túcume, 2017.

[47] Climate, «Clima Tucume,» Climate , Lambayeque - Tucume , 2017.

[48] M. D. d. Tucume, «INFROME DE EVALUACION DEL RIESGO DEINUNDACION PLUVIAL ORIGNADO POR LLUVIAS INTENSAS EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TUCUME,» 2017.

VIII. ANEXOS

ANEXO N°01 DOCUMENTACIÓN

DOCUMENTACIÓN N° 1.1: Carta de presentación a la Municipalidad de Túcume.



Chiclayo, 26 de abril del 2017

CARTA N°057-2017-USAT-EICA
 Señor
 Santos Sánchez Baldera
 Alcalde del Distrito de Túcume
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUCUME



De mi especial consideración:

Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo presentarle a la estudiante DAVILA GAMONAL, HECTOR EMANUEL con DNI 70054647, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental quien se encuentra desarrollando su proyecto de tesis titulada "Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación del Cercado de Túcume, Provincia y Departamento de Lambayeque, 2017".

Por esta razón, les solicitamos le otorguen las facilidades, permisos y apoyo pertinentes, brindándole la información necesaria para la continuidad de su proyecto.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente:



ING. ANIBAL DÍAZ ORREGO
 DIRECTOR DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL



ESCUELA DE INGENIERÍA
 CIVIL AMBIENTAL

Av. San Josémaría Escrivá N°355, Chiclayo-Perú • Central Telefónica: (074) 606200 - 606217 • Oficina de información: (074) 606203
 PregUSAT: (074) 606217 • www.usat.edu.pe • www.facebook.com/usat.peru

Fecha: 27/04/2017

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1. 2: Declaración Jurada



EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 100 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1048

Chiclayo, 02 de Mayo del 2017


DECLARACIÓN JURADA

Yo, HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL, identificada con DNI N° 70054647, con domicilio en la Avenida Belaunde Terry N°541 urbanización La Primavera - Chiclayo, alumno de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto "Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017" no ha sido ni viene siendo realizado por persona alguna o Institución de esta ciudad.

Para mayor constancia legalizo la presente Declaración ante el notario que suscribe.


Emanuel
HÉCTOR DÁVILA GAMONAL
DNI N° 70054647



CERTIFICO: QUE LA FIRMA QUE CORRESPONDE A Dávila Gamonal Héctor Emanuel

IDENTIFICADO CON DNI 70054647

NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO, ART. 100 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1048

CHICLAYO, 02 MAY 2017






Fecha: 02/05/2017

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1.3: Constancia presentada a la Municipalidad de Túcume.

074-422362
Municipalidad
de
Túcume

Chiclayo, 21 de Abril del 2017

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUCUME
TRAMITE DOCUMENTARIO
21 ABR 2017
EXP: HORA: 11:55 A
N° FOLIOS: FOLIOS:

TUCUME

ASUNTO: Solicita Constancia

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado

"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CASCO CENTRAL DEL DISTRITO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"

De mi consideración

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente

Que, en calidad de alumno en la especialidad de Ingeniería Civil Ambiental, de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, he proyectado ejecutar el proyecto de tesis denominado "Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Casco Central Del Distrito De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017" motivo por el cual solicito a su digno Despacho una **CONSTANCIA** que certifique que el mencionado proyecto no se encuentre en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Provincial de Túcume

Por lo expuesto, a Ud. Sr. Alcalde ruego acceder a mi solicitud por el motivo antes expuesto

Atentamente

Héctor Emanuel Dávila Gamonal

.....
HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL
DNI N° 70054647

Fecha: 21/04/2017**Fuente: Propia**

DOCUMENTACIÓN N° 1.4 Constancia presentada a la Municipalidad de Túcume.

Chiclayo, 21 de Abril del 2017

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUCUME
TRAMITE DOCUMENTARIO

21 ABR 2017

EXP. _____ HORA 11:34

N° FOLIOS _____ FOLIO _____

Sr. Santos Sánchez Baldera
ALCALDE DISTRITAL DE TUCUME

ASUNTO: Solicito autorización de acceso a información y permiso para realizar estudios topográficos, estudios de suelos e hidrológicos

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado
"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CASCO CENTRAL DEL DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"

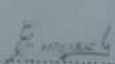
De mi consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente

Que, en calidad de alumno en la especialidad de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, he proyectado ejecutar el proyecto de tesis denominado "Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Casco Central Del Distrito De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017" motivo por el cual solicito a su digno Despacho la **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a la información que se requiera y el permiso correspondiente para realizar el Estudio Topográfico, así como los Estudios de Suelos y Estudios Hidrológicos en la zona en donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto, a Ud. Sr. Alcalde ruego acceder a mi solicitud por el motivo antes expuesto

Atentamente



 HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL
 DNI N° 70054647

Fecha: 21/04/2017

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1.5: Documento de la PNP presentada a la Municipalidad de Túcume.

Cargo

	Policia Nacional del Perú	Dirección Nacional de Operaciones Policiales	Región Policial Lambayeque
---	---------------------------	--	----------------------------

EXP. _____ HORA: 11:40
N° FOLIOS: _____ FIRMA: _____

"Año del Buen servicio al Ciudadano"

Túcume, 19 de Abril del 2017.

OFICIO N° 296-2017-IIMACROREGPOL/RPL/DIVPOL-LY/CS-LY/COM.TUCUME-"B".

SEÑOR : Santos SANCHEZ BALDERA
Alcalde y Presidente del Comité Distrital de Seguridad Ciudadana - Túcume.


ASUNTO : Información estadística por Fenómeno del Niño Costero.-
SOLICITA

Es grato dirigirme a Ud.; con la finalidad de hacer extensivo nuestro cordial y afectuoso saludo a nombre del personal PNP bajo mi mando, con la finalidad de solicitar muy respetuosamente disponer por quien corresponda a la brevedad posible se remita la información Estadística exacta a consecuencia del "Fenómeno del Niño Costero", de conformidad al cuadro que se adjunta

Aprovecho la oportunidad para expresarle los sentimientos de especial consideración y estima personal.

Dios Guarde a Ud.

CPR/wst.


 CP - 355998
 CARLA G. PAREDES RUIZ
 TENIENTE PNP.

Av. Federico Villarreal N° 864- Túcume Teléfonos: RPM # 957806298 Fijo 074- 422264
correo electrónico comisariapntucume@yahoo.es

Fecha: 19/04/2017

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1. 6: Constancia presentada a la Comisión de Usuarios del Sub Sector
Hidráulico de Túcume.

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Chiclayo, 13 de Julio del 2021

Sr. José Rogelio Sandoval Baldera
Presidente de la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Túcume

ASUNTO: Solicito autorización para la evacuación de las aguas pluviales.

REFERENCIA: Tesis denominada:

**"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017"**

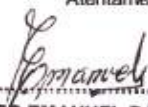
De mi consideración:

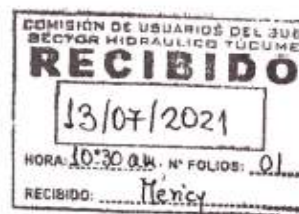
Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de bachiller en la especialidad de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, he desarrollado mi proyecto de tesis denominado **"Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017"** motivo por el cual solicito a su digno Despacho la **AUTORIZACIÓN Y EL PERMISO** respectivo para realizar la evacuación de las aguas pluviales en la acequia denominada **"EL PUEBLO"**, el cual es de carácter netamente académico.

Por lo expuesto, a Ud. Sr. Presidente ruego acceder a mi solicitud por el motivo antes expuesto.

Atentamente,


.....
HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL
BACH. INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
DNI N° 70054647



Fecha: 13/07/2021

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1. 7: Constancia de autorización de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico de Túcume.



Administración Local de Agua Chancay – Lambayeque
COMISIÓN DE USUARIOS DEL SUB SECTOR
HIDRÁULICO DE TÚCUME

R.U.C. N° 20192368465

FUNDADA EL 15 DE AGOSTO DE 1969

Calle Santa Rosa N° 487 – Túcume - Lambayeque

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

Túcume, 24 de Agosto del 2021

SEÑOR:

HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL
 BACH. INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ASUNTO: AUTORIZACIÓN Y PERMISO PARA LA
EVACUACIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES.

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo, al mismo tiempo respecto a su documento le comunico lo siguiente:

*Que, tomando conocimiento sobre la elaboración de la tesis "DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017" que Uds., ha tenido a bien realizar, y sabiendo que es un proyecto de gran importancia para el equipamiento urbano de la localidad, esta entidad brinda la **Autorización y permiso** respectivo para que las aguas pluviales sean evacuadas de forma rápida y segura hacia la acequia "EL PUEBLO", evitando malestar en la población.*

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,

COMISIÓN DE USUARIOS DEL SUB SECTOR HIDRÁULICO TÚCUME - CHANCAY

 JOSE ROGELIO SANDOVAL BALDERA
 PRESIDENTE

Email:comisiondeusuariosdetucume@gmail.com

Fecha: 23/08/2021

DOCUMENTACIÓN N° 1. 8: Certificado de Calibración de equipo topográfico – GPS
diferencial



INFORMACIÓN, REPRESENTACIONES, VENTAS Y MANTENIMIENTO
DE SISTEMAS, EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

AV. ALBERTO ALEXANDER N° 2201 - UNICE - LIMA - PERÚ
CÓDIGO TELEFÓNICO: 305-3600 FAX: 470-2252
E-mail: gerencia@isetek.com.pe
http://www.isetek.com.pe

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 16 - 09292

CUENTE: HENRY RAFAEL ALVITES LOPEZ

EQUIPO: Receptor GPS
MARCA: Leica
MODELO: GS-16
SERIE: 5508R00482

FECHA DE MANTENIMIENTO: 09-JUNIO-2018

FECHA DE VENCIMIENTO: 09-JUNIO-2019

ISETEK S.A. Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidas.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.

Precisión Levantamiento GPS Post Proceso (Estático de Alta Precisión)

HORIZONTAL	3 mm + 0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm + 0.4 ppm RMS

CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA	FECHA DE EMISION
 ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY Gerente de Servicio Técnico		JUNIO, 10, 2018

Fecha: 17/08/2018

Fuente: Propia

DOCUMENTACIÓN N° 1. 9: Certificado De Laboratorio De Suelos – Usat



LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CONSTANCIA DE USO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO

Por medio del presente, dejamos constancia que el estudiante HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL identificado con el código universitario 122AD38163 y DNI 70054647, realizó sus ensayos de mecánica de suelos para la presente tesis denominado “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”, desarrollando los siguientes ensayos:

Propiedades Físicas Y Mecánicas

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)

Limite Líquido (NTP 339.129)

Limite Plástico (NTP 339.129)

Contenido de Humedad (NTP 339.13)

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

Gravedad específica

Peso Volumétrico

CBR

Proctor modificado

Capacidad portante

Cuyos ensayos mencionados han sido asesorados por los técnicos encargados Sr. Henry Rivadeneira Oblitas

Se expide la presente constancia para los fines que se considere conveniente.

ANEXO N°02 : CUADROS DE REGISTRO POST FENÓMENO EL NIÑO COSTERO

CUADRO N° 2.01: Daños A La Vida Y La Salud – Febrero 2017

DAMNIFICADOS		AFECTADOS		DAÑOS A LA SALUD		
Familias	Personas	Familias	Personas	Fallecidos	Heridos	Desaparecidos
280	1680	550	3300	1	0	0

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.02: Resultado Del Empadronamiento De Damnificados

ADULTOS (16-A 60 AÑOS)		ADULTOS MAYORES (Mayor a 60 años)		MENORES (5 a 15 años)		INFANTES (Menores a 5 años)		DISCAPACITADOS	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Adultos	Niños
390	440	65	83	185	194	154	165	4	0

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.03: Daños Materiales

VIVIENDAS			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFFECTADA
Material Noble			
Adobe	80	20	110
Quincha	10	10	10
Madera			
Rustico			
Total	90	30	120

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.04: Daños Materiales

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFFECTADA
Inicial			2
Primaria			2
Secundaria			2
Superior			
Total			6

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.05: Daños Materiales

INFRAESTRUCTURA DE SALUD			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFECTADA
Postas			
Centro de Salud		1	2
Clinicas			
Hospitales			
Total		1	6

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.06: Daños A La Vida Y La Salud – marzo del 2017

DAMNIFICADOS		AFECTADOS		DAÑOS A LA SALUD		
Familias	Personas	Familias	Personas	Fallecidos	Heridos	Desaparecidos
114	758	487	2,209	2	0	0

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.07: Resultado Del Empadronamiento De Damnificados

ADULTOS (16-A 60 AÑOS)		ADULTOS MAYORES (Mayor a 60 años)		MENORES (5 a 15 años)		INFANTES (Menores a 5 años)		DISCAPACITADOS	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Adultos	Niños
113	126	80	96	75	72	94	92	6	4

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.08: Daños Materiales

VIVIENDAS			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFECTADA
Material Noble			84
Adobe	54	17	210
Quincha	32	11	193
Madera			
Rustico			
Total	86	28	487

Fuente: DIDUR – Túcume

CUADRO N° 2.09: Daños Materiales

INSTITUCIONES EDUCATIVAS			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFECTADA
Inicial			1
Primaria			1
Secundaria			1
Superior			
Total			3

Fuente: DIDUR – Túcume

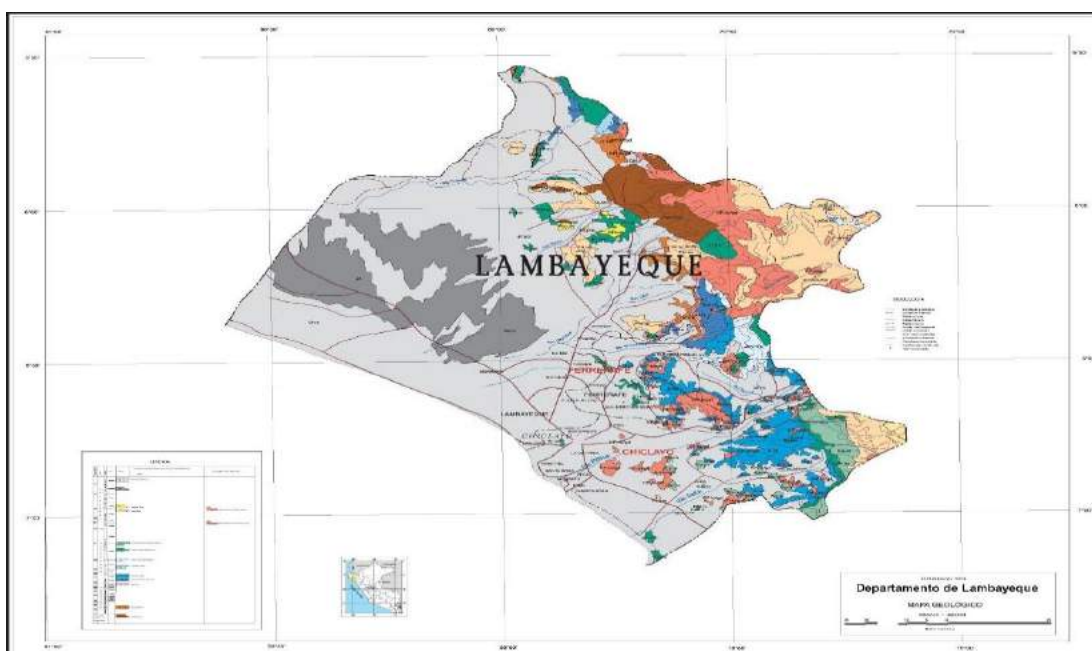
CUADRO N° 2.10: Daños Materiales

INFRAESTRUCTURA DE SALUD			
TIPOS	COLAPSADA	INHABITABLE	AFECTADA
Postas			
Centro de Salud		2	
Clinicas			
Hospitales			
Total		2	

Fuente: DIDUR – Túcume

ANEXO N°03: FOTOGRAFÍAS**FOTOGRAFÍA N° 3.1:** Ubicación del Departamento de Lambayeque en el país.

Fuente: Google

FOTOGRAFÍA N° 3.2: Departamento de Lambayeque y sus distritos.

Fuente: Google

FOTOGRAFÍA N° 3.3: Ubicación Satelital de Túcume.



Fuente: Google Earth.

FOTOGRAFÍA N° 3.4: Ubicación Satelital de Túcume.



Fuente: Google Earth

FOTOGRAFÍA N° 3.5: Ubicación Satelital del terreno para las estructuras hidráulicas.



Fuente: Google Earth.

FOTOGRAFÍA N° 3.6: Entrada al Distrito de Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.7: Municipalidad Distrital de Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.8: Municipalidad Distrital de Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.9: Biblioteca Distrital de Túcume (Área de DIDUR).



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.10: Centro de Salud Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.11: Interior del Centro de Salud - Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.12: Interior del Centro de Salud - Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.13: Fachada de la I.E.I. N° 217 - Túcume.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.14: Fachada de la I.E. FEDERICO VILLAREAL - Tucúme.



Fecha: 16 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.15: Vista lateral de la I.E. FEDERICO VILLAREAL - Tucúme.



Fecha: 17 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.16: Fachada del Colegio JORGE BASADRE - Tucumé.



Fecha: 17 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.17: Limpieza de las calles de Tucumé, después de las lluvias.



Fecha: 17 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.18: Calles inundadas por lluvias



Fecha: 15/03/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.19: Ca. Unión; limpieza de Separador Central de las calles de Túcume, después de las lluvias.



Fecha: 17 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 3.20: Cementerio del Distrito de Túcume, inundado por las fuertes lluvias.



Fecha: 06 /02/ 2017

Fuente: El Comercio

FOTOGRAFÍA N° 3.21: Lápidas destruidas por las constantes lluvias en Túcume.



Fecha: 06 /02/ 2017

Fuente: El Comercio

FOTOGRAFÍA N° 3.22: Colegio Federico Villareal inundado, por la falta de evacuación de lluvias.



Fecha: 13 /03/ 2017

Fuente: RPP Noticias

FOTOGRAFÍA N° 3.23: Interior de la Biblioteca de Túcume, convertida en un Centro de Atención Médico.



Fecha: 13 /03/ 2017

Fuente: RPP Noticias

FOTOGRAFÍA N° 3.24: Centro de Salud de Túcume, inundado por las lluvias.



Fecha: 13/03/ 2017

Fuente: RPP Noticia

ANEXO N°04: FOTOGRAFÍAS DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR EL FENÓMENO EL NIÑO COSTERO

Como se encuentra Túcume aproximadamente 3 meses después de ser golpeada por el Fenómeno “El Niño Costero”.

FOTOGRAFÍA N° 4.1: Estado del Centro de Salud de Túcume.



Fecha: 19 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.2: Única canaleta existente en calle la Unión; la cual se pierde en la misma calle y no desemboca en ningún lugar más que en la propia calle.



Fecha: 19 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.3: Parque central del distrito de Túcume; a más de 6 meses del inicio de la construcción.



Fecha: 24 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.4: Calle Convento; no cuenta con pavimentación; pero si con agua y alcantarillado.



Fecha: 24 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.5: Calle San Pedro; a partir de la intersección con la ca. Convento con dirección este; no cuenta con pavimentación; pero si con agua y alcantarillado.



Fecha: 20/04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.6: Av. Augusto B. Leguía; toda esta avenida, no cuenta con pavimentación; pero si con agua y alcantarillado.



Fecha: 20 /04/ 2017

Fuente: Propia

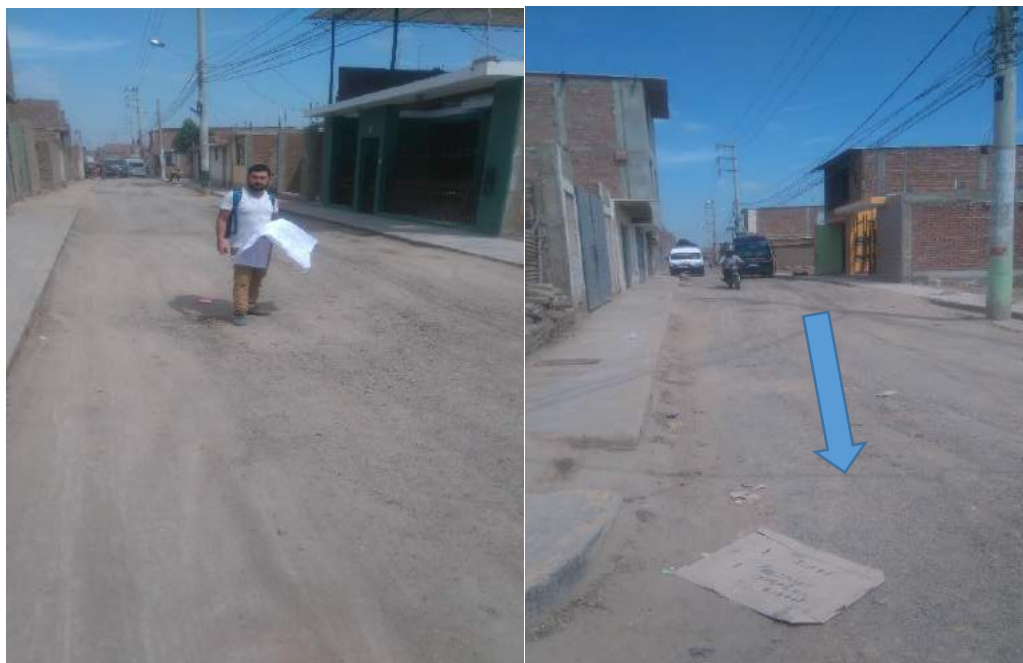
FOTOGRAFÍA N° 4.7: Intersección entre la ca. Cueto y la Ca. los Incas; con dirección al norte;
no cuenta con sus calles pavimentadas; pero si tienen agua y alcantarillado.



Fecha: 20 /04/ 2017

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 4.8: Intersección entre la ca. Cueto y la Ca. los Incas; con dirección al norte;
no cuenta con sus calles pavimentadas; pero si tienen agua y alcantarillado.



Fecha:20/04/ 2017

Fuente: Propia

ANEXO N°05: FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE TÚCUME

FOTOGRAFÍA N° 5.1: Estacionamiento del equipo topográfico, en la azotea de la Municipalidad del Distrito de Túcume.



Fecha: 14 /08/ 2018

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 5.2: Configuración del equipo GPS diferencial, para realizar levantamiento de zona de estudio.



Fecha: 15 /08/ 2018

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 5.3: Inicio de levantamiento topográfico, toma de puntos en acequias, y calles y avenidas de Túcume.



Fecha: 14 /08/ 2018

Fuente: Propia



Fecha: 14 /08/ 2018

Fuente: Propia



Fecha: 14 /08/ 2018

Fuente: Propia



Fecha: 15 /08/ 2018

Fuente: Propia



Fecha: 15 /08/ 2018
Fuente: Propia



Fecha: 15 /08/ 2018
Fuente: Propia



Fecha: 15 /08/ 2018
Fuente: Propia



Fecha: 15 /08/ 2018
Fuente: Propia

ANEXO N°06: FOTOGRAFÍAS DE REALIZACIÓN DE CALICATAS
Excavación para extraer una muestra representativa del terreno



Fecha: 08 /10/2018

Fuente: Propia

Datos de la excavación, profundidad, tipo de tierra y numero de excavacion



Fecha: 08 – 09 /10/2018

Fuente: Propia



Fecha: 11-12 /10/2018

Fuente: Propia

ANEXO N°07: FOTOGRAFÍAS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
Extracción de muestras del horno, para su posterior chancado



Fecha: 15-16 /10/2018

Fuente: Propia

Lavado de la muestra



Fecha: 19/10/2018

Fuente: Propia

Tamizado del suelo // Muestras



Fecha: 29/10/2018

Fuente: Propia

Tamizado del suelo // Se le agrega agua destilada para la realizacion del ensayo de la casa grande, para determinar(LP, LL, IP)



Fecha: 29/10/2018

Fuente: Propia

Realizacion de casa grande

Pesado del molde // Pesado del molde con muestra // Realizacion del ensayo CBR



Fecha: 29/10/2018

Fuente: Propia

Maquina CBR

Penetración de la muestra y obtención de las lecturas de CBR



Fecha: 05/11/2018

Fuente: Propia



Fecha: 07/11/2018

Fuente: Propia

ANEXO N°08: INFORME N°01: ESTUDIO DE TRÁFICO

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de tráfico, tiene por objetivo cuantificar, clasificar y conocer el volumen de tránsito que circulan por las calles del distrito de Túcume, cuyos resultados serán empleados en el proyecto de Tesis denominado: **“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”**

Para este estudio, se utiliza el tráfico actual y se determina la tasa de crecimiento en función a la estimación de los beneficios del proyecto y el impacto que tendrá en la economía del área de estudio.

El método que se utilizó en este estudio de tráfico, fue el conteo vehicular y su respectiva clasificación en una sola estación (E1), la misma que es establecida a criterio del tesista. En dicha estación, se realizaron conteos durante 7 días, en un horario de 7 de la mañana a 7 de la noche. Los conteos vehiculares, nos brindan información sobre la cantidad y el tipo de vehículos que circulan en la zona de estudio.

El cálculo del índice medio diario (IMD), se inicia con el conteo volumétrico y clasificación vehicular en el transcurso de los 7 días establecidos, posteriormente se realiza un reajuste con un factor de corrección estacional que depende del peaje más cercano al área de estudio, considerando además el mes de aforo; luego realizamos el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI, que se aplicarán para los vehículos ligeros y pesados.

En cuanto al censo de carga, se llevará a cabo para conocer los factores destructivos del pavimento de las cargas transmitidas por los vehículos pesados que circulan por la vía.

Para realizar el respectivo cálculo de los factores de equivalencia de carga (FEC) de cada grupo de ejes, se ha considerado la metodología originada en la carretera experimental AASHTO, la misma que es avalada por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

Imagen N°01 Ubicación De Estación Seleccionada



Fuente: Google Earth

1.1 OBJETIVOS

El presente informe Técnico tiene por finalidad, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por las calles del distrito de Túcume, y sobre la base de la información obtenida en campo, analizar el tráfico existente y proyectar el tráfico futuro y los ejes equivalentes para el dimensionamiento de las calles y avenidas de dicho distrito.

1.2 NORMATIVIDAD

El presente informe técnico, está bajo los lineamientos de las normas dadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

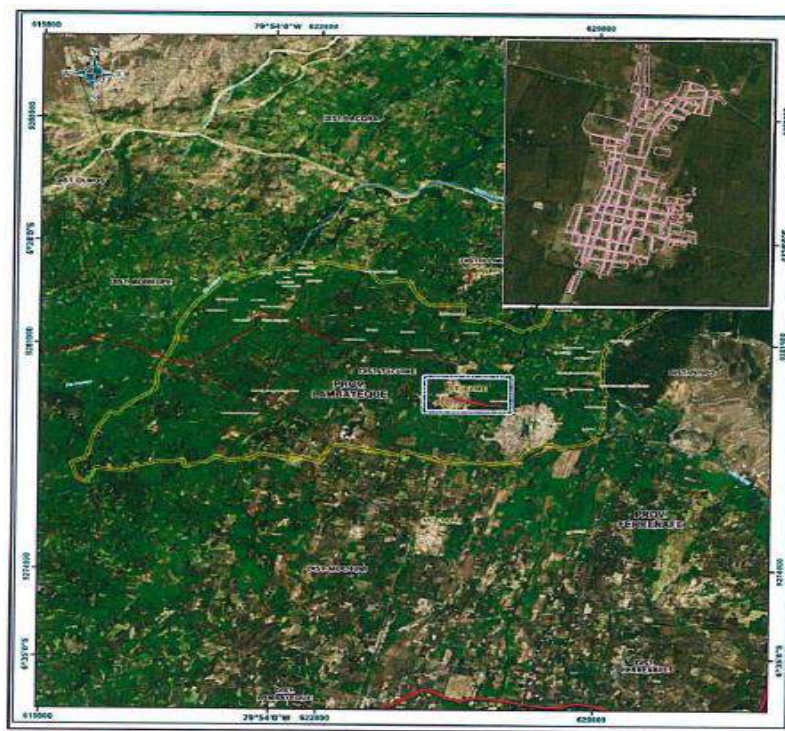
El proyecto que lleva como nombre **“Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017”**; se encuentra ubicado en el Distrito de Túcume.

Túcume, tiene una superficie de 67.5 km², lo que representa el 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 1.8% de la Región Lambayeque, en las coordenadas UTM 627610E, 9279656N, y coordenadas geográficas 6°30'56.09" Latitud Sur, 79°50'45.13" Longitud Oeste, a una altitud de 46 m.s.n.m. de esta forma este distrito forma parte de este frágil ecosistema de bosques secos de la costa norte de nuestro país.

El terreno en estudio tiene los siguientes límites:

- Por el Norte:** Limita con los Distritos de Illimo.
- Por el Sur:** Limita con los Distritos de Pítipo.
- Por el Este:** Limita con los Distritos de Mochumí.
- Por el Oeste:** Limita con los Distritos de Morrope.

Imagen N°02 Mapa De Ubicación Del Distrito De Túcume



Fuente: SIGRID-CENEPRED

1.4 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio, Túcume, se encuentra situada al norte de la ciudad de Chiclayo a unos 34.77 km de distancia aproximadamente, dicho acceso se da a través de la Carretera Panamericana Norte, cuenta con vías asfaltadas de punto a punto, sin embargo, las condiciones del camino desde Lambayeque hasta dicho distrito no se encuentran en buenas condiciones por lo que se retrasa el tiempo de viaje, el mismo que tiene un tiempo de duración de aproximadamente 45 minutos en transporte público.

Tabla N°01 Distancia Entre Los Principales Distritos De La Provincia De Lambayeque

Distritos	Chongoyape	Illimo	Jayanca	Mochumi	Morropo	Motupe	Olmos	Pacora	Salas	San José	Túcume	Lambayeque
Lambayeque	75.53	27.03	36.84	18.2	23.27	69.75	95.54	32.38	67.2	12.02	22.52	
Chonchope												
Illimo	48.51											
Jayanca	38.69	9.81										
Mochumi	57.34	8.83	18.64									
Morropo	74.42	25.91	35.73	19.67								
Motupe	5.78	42.73	32.91	51.56	68.64							
Olmos	31.57	68.52	58.70	77.35	94.43	25.79						
Pacora	63.16	5.36	4.46	14.19	31.27	37.37	63.16					
Salas	28.55	40.18	30.36	49.01	66.09	22.77	48.56	45.53				
San José	87.55	39.05	48.86	30.22	35.29	81.77	107.56	44.40	79.22			
Túcume	53.01	4.50	14.31	4.33	25.78	47.23	73.02	9.86	44.68	34.54		
CHICLAYO	87.78	39.27	49.08	30.44	35.51	82.00	107.79	44.63	79.45	24.27	34.77	12.25

Fuente: SIGRID-CENEPRED

II. TRABAJO DE CAMPO

2.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes: primarias y secundarias.

La información de origen primario, corresponde al levantamiento de información de campo, que permitirá actualizar, verificar y/o complementar la información secundaria que se tenga disponible. Como información primaria se tiene: los conteos de tráfico realizados por día y semanas, en el caso específico para el proyecto, se realizó el conteo vehicular por un periodo de siete (7) días.

Para llevar a cabo estas actividades fue necesario hacer el reconocimiento de la zona de estudio, para determinar el lugar de la estación para el control de tráfico; así mismo fue necesario hacer el uso de una ficha en la cual se llevaba el conteo de vehículos según día, hora y dirección del flujo vehicular.

En cuanto a las fuentes secundarias, estas corresponden a la información obtenida referente al tráfico u otra de carácter complementario proveniente de instituciones públicas y privadas, como del Índice Medio Diario Anual (IMDA) y de los factores de corrección, los mismos que se encuentran en documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

2.1.2 CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁFICO

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basa fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito en la zona de estudio.

El aforo se ejecuta registrando el tráfico por cada sentido de circulación. Se registra, además, la composición y características del tráfico para proporcionar información para el diseño.

Para realizar el conteo vehicular, se recomienda hacer la identificación de los requisitos en las estaciones de control previamente establecidas, tales requisitos son: la estación de conteo, las características de los vehículos, la fecha y hora del conteo y el sentido del tráfico para cada tipo de vehículo según eje.

2.2 ESTACIONES DE CONTEO VEHICULAR

El conteo volumétrico se realizó en una estación previamente identificada y seleccionada (E1

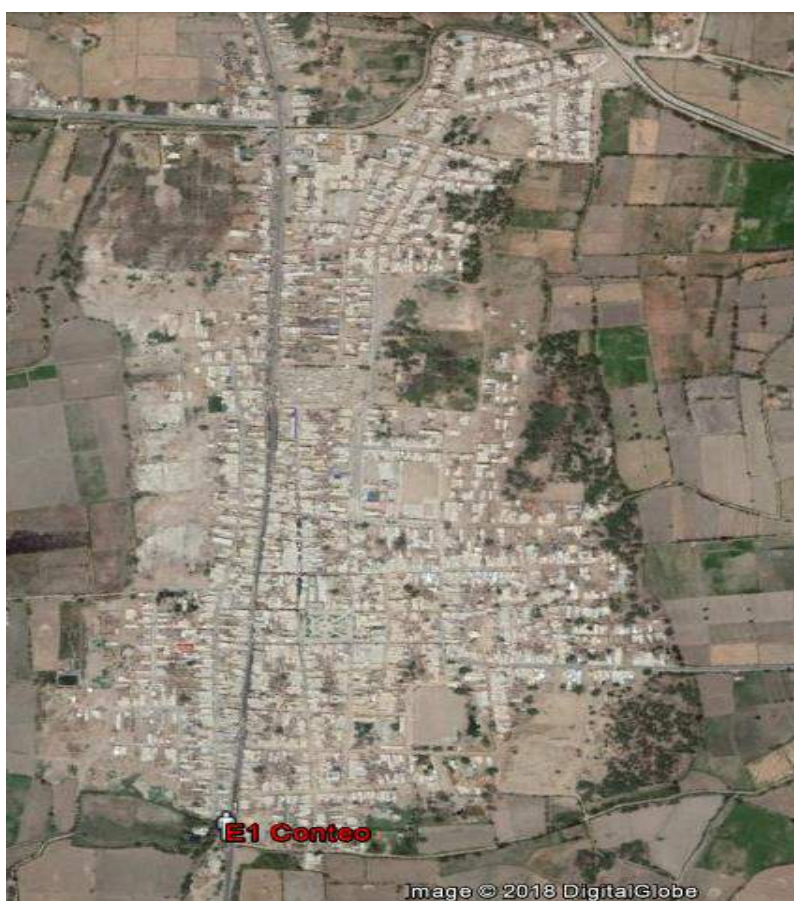
de conteo), durante un periodo de siete (7) días consecutivos de la semana y durante un periodo de 12 horas siendo los horarios de 7am a 7pm, dicho conteo se inició el día 03 hasta el 09 de setiembre del año 2018. El conteo se efectuó a todos los vehículos que circulaban por la avenida principal del distrito en ambas direcciones (entrada – salida), de manera simultánea y continua. (Tabla N°2)

Tabla N°02 Ubicación De La Estación De Conteo

N° Estación	Ubicación	Formato de Aplicación
E1 de Conteo	Ca. Santa Rosa	Conteo Vehicular

Fuente: Elaborada por el autor

Imagen N°03 Ubicación De Estación Seleccionada



Fuente: Google Maps

III.RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO

3.1 VOLUMEN VEHICULAR

En la siguiente tabla, se muestra la cantidad de vehículos en ambos sentidos, que transitan tomados en un periodo de siete (7) días.

Tabla N°03 Conteo Vehicular Por Clase De Vehículo Y Por Día (A/S)

DÍAS	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO	
TIPO DE VEHÍCULO	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
AUTO	33	42	35	22	26	16	29	10	16	25	29	16	20	26
CAMIONETA PICK UP	10	15	11	13	19	22	16	26	29	21	19	10	13	16
CAMIONETA RURAL (Combi)	28	22	27	20	31	16	25	28	11	19	22	28	13	11
BUS B3-1	2	2	3	4	3	3	4	1	3	2	4	3	5	4
CAMIÓN C3	2	1	2	4	1	2	3	4	1	3	4	2	2	3
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1
SUB-TOTAL	76	84	79	65	81	61	79	70	62	72	80	60	55	61
TOTAL	160		144		142		149		134		140		116	

Fuente: Elaborada por el autor

3.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

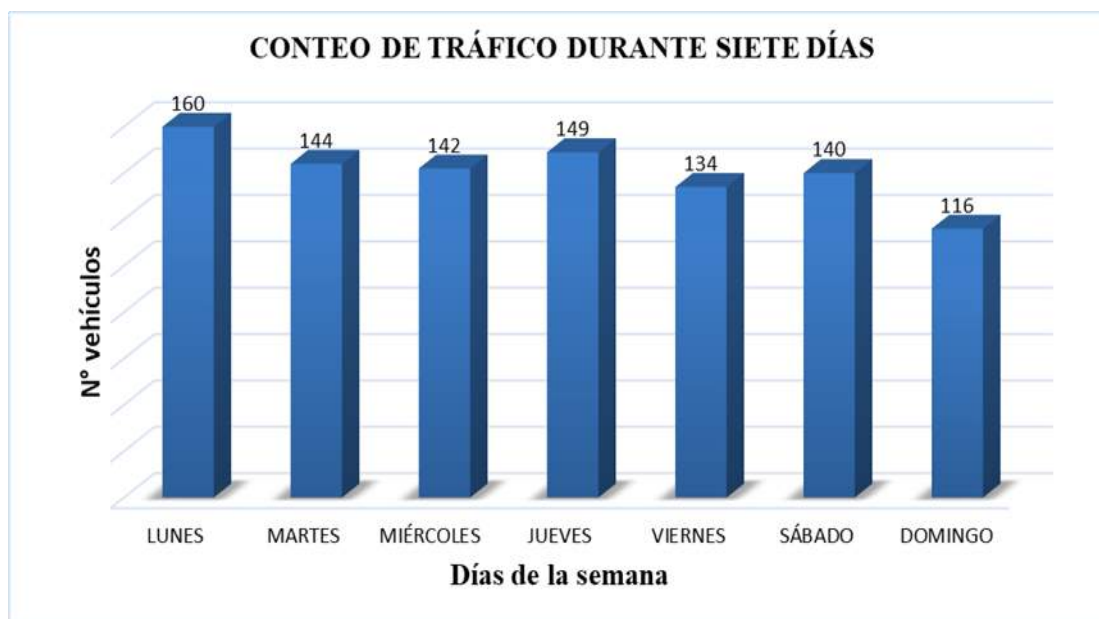
Es la cantidad total de vehículos que circulan en un periodo igual o menor a un año, dividido entre el número de días respectivo del periodo. [1]

El IMD fue tomado entre los días 03/09/2018 al 09/09/2018, logrando obtener una cantidad considerable de vehículos por día, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla N°04 Conteo De Tráfico Durante Siete Días

Conteo del tráfico durante siete días - mes de Septiembre							
Tipo de Vehículo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
AUTO	75	57	42	39	41	45	46
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°01 Conteo De Tráfico Durante Siete Días

Fuente: Elaborada por el autor

3.3 ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMDS)

El tráfico diario semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDs). Se encuentra mediante el volumen diario hallado en el conteo vehicular, utilizando la fórmula a continuación. [1]

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

Tabla N°05 Índice Medio Diario Semanal

Cálculo del IMDs									
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	SEMANA	
AUTO	75	57	42	39	41	45	46	345	49
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29	240	34
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24	301	43
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9	43	6
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5	34	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3	22	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116	985	141

Fuente: Elaborada por el autor

3.4 FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

Estos valores, serán tomados según el tipo de vehículo y el mes en el cual se haya llevado a cabo dicho conteo vehicular.

Tabla N°06 Factor De Corrección Estacional

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN	CÓDIGO	REGIÓN	MES	FC
VEHÍCULOS LIGEROS	MOCCE	P039	LAMBAYEQUE	SEPTIEMBRE	1.04
VEHÍCULOS PESADOS	MOCCE	P039	LAMBAYEQUE	SEPTIEMBRE	1.00

Fuente: Elaborada por el autor

3.5 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. [1]

El índice Medio Diario Anual, se calcula a través de la siguiente expresión.

$$\text{IMDa} = \text{IMDs} \times \text{FC}$$

$$\text{IMDs} = \sum \left(\frac{V_i}{7} \right)$$

Donde:

IMDs : Índice Medio Diario Semanal (muestra vehicular tomada)

IMDa : Índice Medio Anual

Vi : volumen vehicular diario de c/u de los días de conteo

FC : Factor de Corrección Estacional

Tabla N°07 Índice Medio Diario Anual (Imda)

Cálculo del IMDa											
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	SEMANA			
AUTO	75	57	42	39	41	45	46	345	49	1.042	51
CAMIONETA PICK UP	25	24	41	42	50	29	29	240	34	1.042	36
CAMIONETA RURAL (Combi)	50	47	47	53	30	50	24	301	43	1.042	45
BUS B3-1	4	7	6	5	5	7	9	43	6	1.004	6
CAMIÓN C3	3	6	3	7	4	6	5	34	5	1.004	5
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	4	3	3	22	3	1.004	3
TOTAL	160	144	142	149	134	140	116	985	141		146

Fuente: Elaborada por el autor

3.6 DEMANDA PROYECTADA

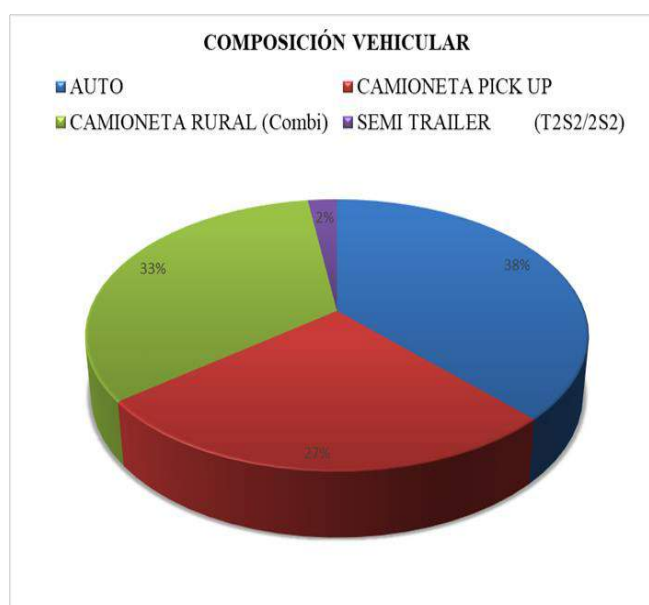
3.6.1 DEMANDA ACTUAL (TO)

Tabla N°08 Tráfico Actual Por Tipo De Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
AUTO	51	34.93
CAMIONETA PICK UP	36	24.66
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	30.82
BUS B3-1	6	4.11
CAMIÓN C3	5	3.42
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	2.05
IMD	146	100.00

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°02 Tráfico Actual Por Tipo De Vehículo



Fuente: Elaborada por el autor

3.6.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PBI (R)

Tabla N°09 Tasa De Crecimiento Poblacional Y Pbi En Lambayeque

$r_{vp} =$	1.50	Tasa de Crecimiento Anual de Lambayeque	(para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	2.20	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Lambayeque	(para vehículos de carga)

Fuente: INEI

3.6.3 TIEMPO DE PROYECCIÓN DE PROYECTO (N)

La cantidad de años para los que se ha proyectado el proyecto es de 10 años.

3.6.4 DEMANDA PROYECTADA (TN)

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

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T₀ = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

3.6.4.1 PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN SIN PROYECTO

Tabla N°10 Proyección De Tráfico – Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	146	146	149	150	152	154	156	159	163	166	167
AUTO	51	51	52	53	53	54	55	56	57	57	58
CAMIONETA PICK UP	36	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51
BUS B3-1	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
CAMIÓN C3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4

Fuente: Elaborada por el autor

3.6.4.2 PROYECCIÓN DE TRÁFICO – SITUACIÓN CON PROYECTO

Tabla N°11 Proyección De Tráfico – Situación Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	146	146	149	150	152	154	156	159	163	166	167
AUTO	51	51	52	53	53	54	55	56	57	57	58
CAMIONETA PICK UP	36	36	37	37	38	38	39	39	40	41	41
CAMIONETA RURAL (Combi)	45	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51
BUS B3-1	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
CAMIÓN C3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Tráfico Generado	0	75	76	77	78	78	80	82	83	85	85
AUTO	0	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29
CAMIONETA PICK UP	0	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21
CAMIONETA RURAL (Combi)	0	23	23	23	24	24	24	25	25	26	26
BUS B3-1	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
CAMIÓN C3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
IMDA TOTAL	146	221	225	227	230	232	236	241	246	251	252

Fuente: Elaborada por el autor

3.7 CÁLCULO DEL ESAL (W18)

Tabla N°12 Calculo De Los Ejes Equivalentes

	N° Veh / Día (2 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (1 Sentido)	N° Veh / Anual (365)	Factor Camión	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AUTO	87	0.5	43.5	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
CAMIONETA PICK UP	62		31	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
CAMIONETA RURAL (Combi)	77		38.5	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
BUS B3-1	11		5.5	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
CAMIÓN C3	9		4.5	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
SEMI TRAILER (T2S2/2S2)	6		3	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

ANEXO N°09: INFORME N°02: ESTUDIO DE MÉCANICA DE SUELOS

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de suelos, tiene por objetivo proporcionar los parámetros de resistencia necesarios para efectuar el diseño de la pavimentación, para el proyecto de Tesis denominado: **“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”**

Es por ello que, al realizar estos ensayos, vamos a saber cuáles son las características físicas y mecánicas del terreno que se está estudiando, a su vez también podremos saber su composición estratigráfica, es decir las capas o estratos de diferentes características que lo componen en su profundidad.

Una vez que ya hemos delimitado nuestra zona de estudio en el ítem anterior, realizamos un recorrido para saber la ubicación exacta de las exploraciones, esto debido a que, en el distrito de Túcume existen calles pavimentadas y la exploración en dichos lugares es imposible, es por ello que se optó por realizar las calicatas en las calles no pavimentadas y a su vez en terrenos que hasta la fecha no están habitados.

El número de exploraciones, está delimitado en la norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, el cual nos dice que se debe realizar las exploraciones a una distancia mínima de 100m y como máximo 500m; tomando como base lo dicho por la norma, se ha realizado veintiséis (26) exploraciones a cielo abierto, con profundidades entre 1.30 a 1.75m.

Todas las muestras obtenidas de las exploraciones a cielo abierto, han sido llevadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo (Usat), para su respectivo estudio, y obtener parámetros del suelo para poder diseñar la pavimentación del distrito.

1.1 OBJETIVO

El presente Informe Técnico tiene por objetivo dar a conocer las características del suelo y describir cada uno de los trabajos realizados en campo como en laboratorio, para el proyecto de Tesis denominado: **“Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017”**

1.2 NORMATIVA

El presente informe técnico está basado bajo los lineamientos de la norma E-050 “Suelos y Cimentaciones” del reglamento nacional de edificaciones.

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

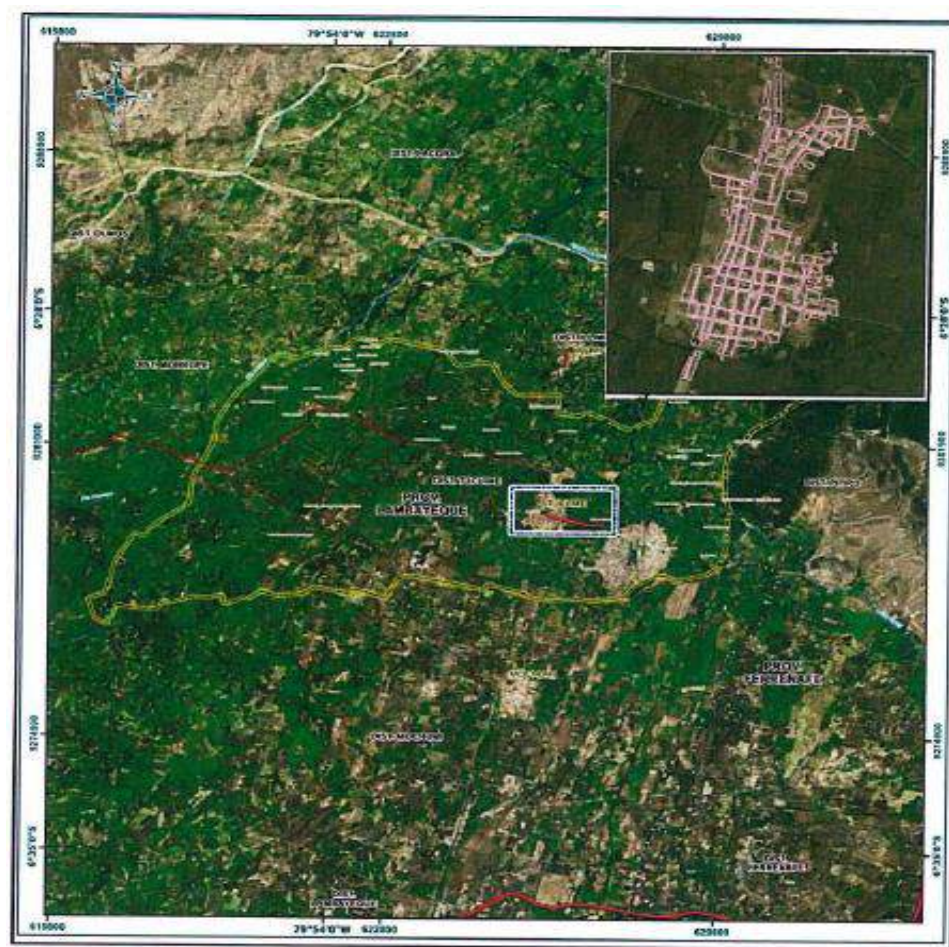
El proyecto que lleva como nombre **“Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017”**; se encuentra ubicado en el Distrito de Túcume.

Túcume, tiene una superficie de 67.5 km², lo que representa el 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 1.8% de la Región Lambayeque, en las coordenadas UTM 627610E, 9279656N, y coordenadas geográficas 6°30'56.09" Latitud Sur, 79°50'45.13" Longitud Oeste, a una altitud de 46 m.s.n.m. de esta forma este distrito forma parte de este frágil ecosistema de bosques secos de la costa norte de nuestro país.

El terreno en estudio tiene los siguientes límites:

Por el Norte:	Limita con los Distritos de Illimo.
Por el Sur:	Limita con los Distritos de Pítipo.
Por el Este:	Limita con los Distritos de Mochumí.
Por el Oeste:	Limita con los Distritos de Morrope.

Imagen N°01 Mapa De Ubicación Del Distrito De Túcume



Fuente: SIGRID-CENEPRED

1.4 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio, Túcume, se encuentra situada al norte de la ciudad de Chiclayo a unos 34.77 km de distancia aproximadamente, dicho acceso se da a través de la Carretera Panamericana Norte, cuenta con vías asfaltadas de punto a punto, sin embargo, las condiciones del camino desde Lambayeque hasta dicho distrito no se encuentran en buenas condiciones por lo que se retrasa el tiempo de viaje, el mismo que tiene un tiempo de duración de aproximadamente 45 minutos en transporte público.

Tabla N°01 Distancia Entre Los Principales Distritos De La Provincia De Lambayeque

Distritos	Chongoyape	Illimo	Jayanca	Mochumi	Morrope	Motupe	Olmos	Pacora	Salas	San José	Túcume	Lambayeque
Lambayeque	75.53	27.03	36.84	18.2	23.27	69.75	95.54	32.38	67.2	12.02	22.52	
Chonchope												
Illimo	48.51											
Jayanca	38.69	9.81										
Mochumi	57.34	8.83	18.64									
Morrope	74.42	25.91	35.73	19.67								
Motupe	5.78	42.73	32.91	51.56	68.64							
Olmos	31.57	68.52	58.70	77.35	94.43	25.79						
Pacora	63.16	5.36	4.46	14.19	31.27	37.37	63.16					
Salas	28.55	40.18	30.36	49.01	66.09	22.77	48.56	45.53				
San José	87.55	39.05	48.86	30.22	35.29	81.77	107.56	44.40	79.22			
Túcume	53.01	4.50	14.31	4.33	25.78	47.23	73.02	9.86	44.68	34.54		
CHICLAYO	87.78	39.27	49.08	30.44	35.51	82.00	107.79	44.63	79.45	24.27	34.77	12.25

Fuente: SIGRID-CENEPRED

II. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROYECTO

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante el método de exploración directa, habiendo realizado veintiséis (26) calicatas a cielo abierto, las mismas que han sido distribuidas de tal forma que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos en dicha zona del proyecto.

2.1 TRABAJOS DE CAMPO

2.1.1 CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Con la finalidad de definir las características del subsuelo de la zona en estudio, se realizaron veintiséis (26) calicatas o pozo a cielo abierto, con una profundidad promedio de 1.30 – 1.75 m respectivamente.

2.1.2 MUESTREO DISTURBADO

Se tomaron muestras representativas de cada una de las veintiséis (26) calicatas, de las cuales se lograron extraer muestras del suelo en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

Se extrajo asimismo muestra representativa de los sectores en estudio para la realización de ensayo como: clasificación granulometría por tamizado, contenido de humedad, límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), índice de plasticidad, gravedad específica (GS), proctor modificado, corte directo y CBR.

2.1.3 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, haciendo el uso de una pizarra, en la cual se iba anotando las principales características encontradas de cada una de las calicatas, tales como: número de calicata, ubicación, profundidad.

Tabla N°02 Registro De Excavaciones De Las Calicatas

PUNTO	DESCRIPCIÓN	COOR. ESTE	COOR. NORTE	PROFUNDIDAD (m)
2082	CALICATA 01	625872.6181	9279929.125	1.50
2083	CALICATA 02	626011.8052	9279899.242	1.75
2084	CALICATA 03	626467.8397	9280211.774	1.75
2085	CALICATA 04	626362.8994	9280287.482	1.75
2086	CALICATA 05	626046.9427	9280647.86	1.50
2087	CALICATA 06	626481.2893	9280354.512	1.50
2088	CALICATA 07	626160.3008	9280118.675	1.60
2089	CALICATA 08	626225.6625	9280308.684	1.55
2090	CALICATA 09	626264.3562	9280234.575	1.60
2091	CALICATA 10	626015.5015	9280581.561	1.40
2092	CALICATA 11	625818.2573	9280229.745	1.50
2093	CALICATA 12	626099.3539	9280867.646	1.50
2094	CALICATA 13	626244.0849	9280736.011	1.50
2095	CALICATA 14	626288.5353	9280826.399	1.50
2096	CALICATA 15	626346.8526	9280939.025	1.60
2098	CALICATA 16	626198.3319	9280066.048	1.50
2099	CALICATA 17	626396.4461	9281123.215	1.55
2100	CALICATA 18	626287.6724	9281137.51	1.50
2101	CALICATA 19	626504.0804	9281256.753	1.65
2102	CALICATA 20	626432.9452	9281312.922	1.60
2104	CALICATA 21	626324.2065	9281318.049	1.60
2105	CALICATA 22	626221.6942	9280587.061	1.30
2107	CALICATA 23	626358.089	9280468.994	1.50
2108	CALICATA 24	626321.372	9279993.254	1.50
2109	CALICATA 25	625921.4548	9280421.818	1.55
2110	CALICATA 26	625994.1673	9280284.962	1.50

Fuente: Elaborada por el autor.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

2.2.1 ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realiza una breve explicación y el objetivo de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Tabla N°03 Registro De Excavaciones De Las Calicatas

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO NTP	FINALIDAD DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	NTP 339.013	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación	NTP 339.13	Hallar el contenido de humedad natural de los suelos
Límite líquido	Clasificación	NTP 339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Límite Plástico	Clasificación	NTP 339.129	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
Gravedad Específica	Clasificación	NTP 339.134	Determinar la relación de vacíos de un suelo.
California Bearing Ratio -CBR	Diseño de Espesores	NTP 339.145	Determinar la capacidad de soporte del suelo. Permite inferir el módulo resiliente.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	NTP 339.141	Determina la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos (Curva de Compactación)
Corte Directo	Diseño de Espesores	NTP 339.171	Hallar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, valor que, será muy útil para el cálculo de la capacidad portante.

Fuente: Elaborado por el autor

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE LABORATORIO

2.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realiza una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.128)

El objetivo de este ensayo, es determinar la distribución granulométrica o la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.

Así mismo, a través de esta prueba, vamos a determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.

El análisis granulométrico al cuál se somete un suelo es de mucha ayuda para la construcción de proyectos, tanto estructuras como carreteras porque con este puede ser usado en mezclas de asfalto o concreto.

Los análisis granulométricos se realizan mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferentes enumeraciones, dependiendo de la separación de los cuadros de la maya. Los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen sus características ya determinadas

La gráfica granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren al porcentaje en peso de las partículas menores que el tamaño correspondiente.

La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de granulometría uniforme que corresponde generalmente a las arenas está representado por una línea casi vertical

Límite Líquido (NTP 339.129), Límite Plástico, Índice de Plasticidad (NTP 339.129)

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El nombre de estos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregarse agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

En cuanto al límite líquido, esta propiedad se mide mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en cuchara de Casagrande y se golpea consecutivamente contra la base de dicha máquina, haciendo girar la manivela, hasta que la zanja que previamente ha sido recortada, se cierra en una longitud de 12 mm (1/2”). Si el número de golpes para que cierre la zanja es de 25, la humedad del suelo corresponde al límite líquido.

Existen dos métodos para determinar el límite líquido:

Primero trazar una gráfica con el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas normales, e interpolar la humedad correspondiente a 25 golpes.

Según el método puntual, multiplicar por un factor (depende del N° de golpes) la humedad obtenida y obtener el límite líquido como resultado de tal multiplicación.

Por su parte el límite plástico, se mide mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3mm.

Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inherente (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro y se vuelve a amasarse hasta lograr un cilindro de 3mm.

Este procedimiento se realiza hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Con este contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad). Se mide el contenido de humedad el cual corresponde al límite plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos tres (3) veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

En cuanto al índice de plasticidad, se expresa en porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico. En general, el índice de plasticidad depende sólo de la cantidad de arcilla existente e indica la finura del suelo y su capacidad para cambiar de configuración sin alterar su volumen. Un IP elevado indica un exceso de arcilla o de coloides en el suelo. Siempre que el LP sea superior o igual al LL, su valor será cero.

El IP, también da una buena indicación de la compresibilidad. Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y AASHTO (NTP 339.134)

La clasificación de suelos es una categorización de suelos basada en características distintas y en criterios de suelo.

Clasificación según SUCS, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

Este método de ensayo describe un sistema para la clasificación de suelos minerales y orgánicos minerales con propósitos de ingeniería, basado en la determinación en laboratorio de las características de granulometría, límite líquido o índice de plástico.

Este sistema de clasificación, divide los suelos en:

Suelos de grano grueso.

Suelos de grano fino.

Suelos orgánicos.

Los suelos de grano grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N° 200.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N°200 y finos si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

En cuanto al sistema de clasificación AASHTO, este sistema es ampliamente usado en lo que es la ingeniería de vías y busca principalmente juzgar la aceptabilidad de un suelo para hacer uso como material de sub-base y base en un pavimento, basándose en la medición numérica de la calidad del suelo, determinado el índice de grupo (IG).

Basado como el SUCS, su clasificación en la granulometría por tamizado y en los límites plástico y líquido.

Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

Contenido de Humedad (NTP 339.127)

La finalidad de dicho ensayo es, determinar el contenido de agua que posee una muestra de suelo con respecto al peso seco de la muestra. Para ello se pesa una muestra antes y después de ser secada en horno hasta peso constante. Es una característica muy importante dado que en cierto tipo de suelos (finos), se usa para expresar su consistencia.

Gravedad específica (NTP 339.134)

El valor de la gravedad específica es necesario para calcular la relación de vacíos de un suelo, es utilizada en el análisis hidrométrico, es útil para predecir el peso unitario del suelo y sirve para graficar la recta de saturación máxima en el ensayo de compactación Proctor. La gravedad específica de un suelo (G_s) se define como el peso unitario del material en cuestión dividido por el peso unitario del agua destilada a cuatro grados Celsius.

Tabla N°04 Registro De Excavaciones De Las Calicatas

Calicata	Muestra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Cont. Humeda	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	26.63	22.45	4.18	31.04	ML	A-4 (7)
C-2	M-1	37.32	18.89	18.43	30.19	CL	A-6 (12)
C-3	M-1	23.99	10.86	13.13	28.44	CL	A-6 (4)
C-4	M-1	29.23	13.35	15.88	29.18	CL	A-6 (9)
C-5	M-1	35.32	11.11	24.21	21.95	CL	A-6 (14)
C-6	M-1	39.54	16.28	23.27	21.95	SC	A-6 (4)
C-7	M-1	30.40	8.06	22.35	23.43	CL	A-6 (13)
C-8	M-1	41.13	35.40	5.73	24.78	ML	A-5 (9)
C-9	M-1	33.15	17.91	15.24	21.38	CL	A-6 (11)
C-10	M-1	34.03	12.05	21.98	25.57	CL	A-6 (13)
C-11	M-1	26.32	18.02	8.30	24.05	CL	A-4 (9)
C-12	M-1	32.50	13.05	19.46	21.79	CL	A-6 (12)
C-13	M-1	31.42	12.92	18.50	26.39	CL	A-6 (12)
C-14	M-1	24.40	11.24	13.15	20.82	CL	A-6 (7)
C-15	M-1	26.09	15.38	10.71	28.16	CL	A-6 (8)
C-16	M-1	31.73	18.22	13.51	27.19	SC	A-2-6 (1)
C-17	M-1	32.36	19.54	12.81	20.82	CL	A-6 (9)
C-18	M-1	41.41	32.71	8.70	23.81	SM	A-5 (2)
C-19	M-1	22.65	15.86	6.79	20.91	SC-SM	A-2-4 (0)
C-20	M-1	27.37	11.81	15.56	20.91	CL	A-6 (10)
C-21	M-1	40.26	23.46	16.80	17.92	CL	A-6 (11)
C-22	M-1	35.59	22.29	13.30	16.14	CL	A-6 (9)
C-23	M-1	28.83	19.97	8.87	10.01	CL	A-4 (9)
C-24	M-1	27.08	19.17	7.91	16.55	CL	A-4 (6)
C-25	M-1	27.08	19.17	7.91	16.55	CL	A-4 (7)
C-26	M-1	41.00	18.37	22.63	21.38	CL	A-7-6 (13)

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla N°05 Resumen De Ensayos De Suelos - Propiedades Físicas

Calicata	Ensayo		Peso Volumétrico		Gravedad Específica (g/cm ³)
	Muestra	Prof. (m)	PVh (g/cm ³)	PVs (g/cm ³)	
C-2	M-1	0.10-1.75	1.433	1.210	2.141
C-5	M-1	0.05-1.50	1.531	1.275	2.242
C-9	M-1	0.15-1.60	1.876	1.630	2.294
C-15	M-1	0.10-1.60	1.403	1.240	2.273
C-21	M-1	0.10-1.60	1.612	1.284	2.222

Fuente: Elaborada por el autor.

2.2.3.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.013)

El objetivo de este ensayo, es determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una determinada compactación. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, de esta manera sabremos qué cantidad de agua se debe adicionar para obtener la mejor compactación.

Con el proceso de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que dicho valor es de mucha importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que, a medida que el contenido de humedad va creciendo, a partir de valores bajos, se obtendrán mayores pesos específicos secos y por ende, mejores compactaciones del suelo, pero esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que, al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuirán, resultando así peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, la misma que es llamada “óptima”, la misma que permite obtener el máximo peso específico, generalmente este valor de humedad está entre un 15 – 20% debajo del límite líquido del suelo. La compactación perfecta es cuando se ha eliminado completamente la presencia de aire y los espacios vacíos presentes.

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El objetivo es, determinar la relación de soporte de California, conocido por sus siglas (CBR) de un suelo que está sometido a esfuerzos cortantes, además evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base.

Los valores obtenidos, se expresan en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Estos valores de carga unitaria para diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

El CBR que se utiliza para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas, como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el

contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, por lo que se requiere un control minucioso; a menos que sea seguro que el suelo en estudio, no acumulará humedad después de la construcción, los ensayos de CBR se llevara a cabo sobre muestras saturadas.

Corte Directo (NTP 339.171)

Este ensayo tiene por objetivo, determinar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra, valor que, entre otras cosas será muy útil para el cálculo de la capacidad portante. La resistencia al esfuerzo cortante en el suelo se debe a dos componentes: la cohesión, aportada por la fracción del suelo y responsable, a su deformación, del comportamiento plástico de este y el rozamiento entre las partículas granulares o fricción.

Para determinar la resistencia del suelo, en el laboratorio uno de los equipos que se usa es la máquina de corte directo. El más típico es una caja de sección cuadrada dividido horizontalmente en dos mitades; dentro de ella se coloca la muestra de suelo con pedradas porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento y luego una cara horizontal creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra.

Tabla N°06 Resumen De Ensayo De Suelos - Propiedades Mecánicas

ENSAYOS			Corte Directo		Cap. Portante		Proctor Modificado		CBR	
Calicata	Muestra	Prof. (m)	C (kg/cm ²)	Φ	Continua (Kg/cm ²)	Cuadrada (Kg/cm ²)	Máx. Densidad Seca (g/cm ³)	Óptimo Cont. Humedad (%)	Pen. (0.1") 95%	Pen. (0.1") 100%
C-2	M-1	0.10-1.75	0.158	24.4	0.87	1.02	1.922	12.4	7.66	11.53
C-5	M-1	0.05-1.50	0.131	25.0	0.84	0.95	1.856	13.6	13.73	15.77
C-9	M-1	0.15-1.60	0.127	24.4	0.90	1.01	1.772	22	11.67	10.47
C-15	M-1	0.10-1.60	0.116	25.0	0.78	0.88	1.701	19.5	6.25	7.43
C-21	M-1	0.10-1.60	0.116	24.4	0.76	0.86	1.843	15.82	6.06	5.78

Fuente: Elaborada por el autor.

2.2.4 DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA ESTRATIGRAFÍA DE CAMPO

Cada exploración generó la descripción de campo de los suelos y con los resultados de laboratorio se ha establecido técnicamente los tipos de suelos y se ha generado los estratos, verificándose la homogeneidad de los materiales.

La profundidad máxima alcanzada en las calicatas fue de 1.75m.

2.2.5 CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Para el presente proyecto, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas a una distancia menor a 3.0 Km, se muestra los valores de CBR obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.1” de penetración, para los cuales se hallaron un total de 5 valores de CBR.

Tabla N°07 Valores De CBR

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor.

En la siguiente tabla “Calidad de Sub-rasante”, se muestra la calidad del terreno de Fundación según su valor de CBR al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad.

Tabla N°08 Calidad De Sub-Rasante

CBR (%)	CLASIFICACIÓN
<3	Sub-rasante muy pobre
3-5	Sub-rasante pobre
6-10	Sub-rasante regular
11-19	Sub-rasante buena
>20	Sub-rasante muy buena

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

2.2.6 SECTORIZACIÓN

La sectorización guarda relación con el tipo de material encontrado a lo largo del área en estudio y agruparlo en sectores que tengan tipos de suelo con características físico mecánicas similares.

Para el caso específico de este proyecto, el mismo que tiene una extensión territorial de aproximadamente 67.5 ha, se puede establecer zonas bien homogéneas, por lo que, según la estratigrafía confeccionada en base a los registros de calicatas realizadas en campo, diremos que, a lo largo del área en estudio, se está considerando un suelo con su característica homogénea por encontrarse con suelos similares, en los estratos encontrados.

ANEXO N°10: INFORME N°03: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

El presente informe topográfico, tiene por objetivo describir los trabajos de campo y gabinete que han sido ejecutados en la zona de estudio y a su vez forma parte esencial de los estudios definitivos del proyecto de tesis denominado, “Diseño del Drenaje Pluvial y Pavimentación del Cercado de Túcume, Provincia y Departamento de Lambayeque, 2017”.

Realizar el levantamiento topográfico en el distrito de Túcume, es una tarea trascendental, pues a raíz de este estudio, obtendremos los planos topográficos, así como también los perfiles de las diferentes calles del cercado, los mismo que sirven de base para llevar a cabo la ejecución de un proyecto de ingeniería de tal magnitud.

El levantamiento topográfico se desarrolla dentro del marco del trabajo de topografía al detalle.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las actividades mencionadas a continuación:

Recopilación de información.

Reconocimiento y foto de identificación de puntos de control terrestre.

Lectura de puntos de control terrestre.

1.1 OBJETIVO

El objetivo del levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planta como en altura, los puntos espaciales del terreno, los requisitos para el trazo de las curvas de nivel y la construcción de los diferentes planos topográficos. El levantamiento topográfico consiste en:

Establecer las bases de las redes de apoyo tanto horizontal como vertical.

1.2 NORMATIVA

El presente informe técnico está basado bajo los lineamientos de la norma E-060 “Drenaje Pluvial Urbano” del reglamento nacional de edificaciones.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El proyecto que lleva como nombre “**Diseño Del Drenaje Pluvial Y Pavimentación Del Cercado De Túcume, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2017**”; se encuentra ubicado en el Distrito de Túcume.

Túcume, tiene una superficie de 67.5 km², lo que representa el 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 1.8% de la Región Lambayeque, en las coordenadas UTM 627610E, 9279656N, y coordenadas geográficas 6°30’56.09” Latitud Sur, 79°50’45.13” Longitud Oeste, a una altitud de 46 m.s.n.m. de esta forma este distrito forma parte de este frágil ecosistema de bosques secos de la costa norte de nuestro país.

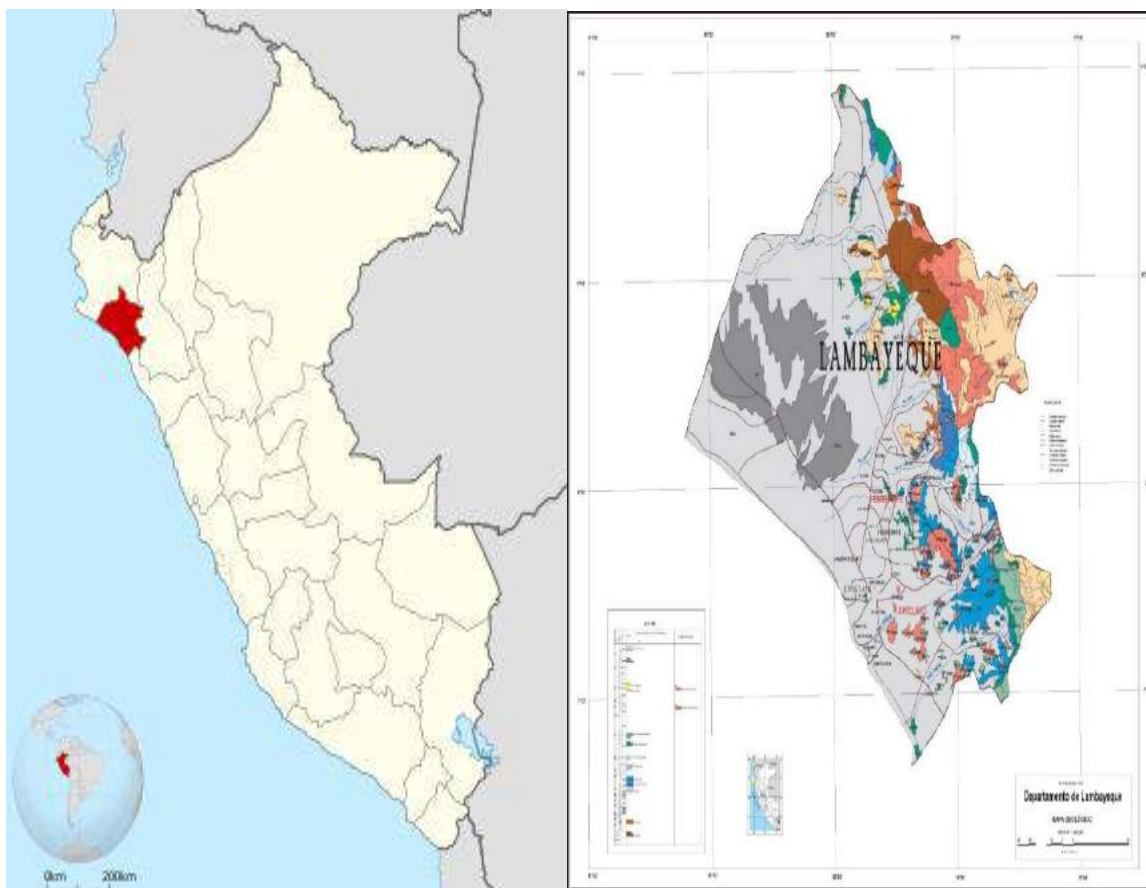
El terreno en estudio tiene los siguientes límites:

Por el Norte:	Limita con los Distritos de Illimo.
Por el Sur:	Limita con los Distritos de Pítipo.
Por el Este:	Limita con los Distritos de Mochumí.
Por el Oeste:	Limita con los Distritos de Morrope.

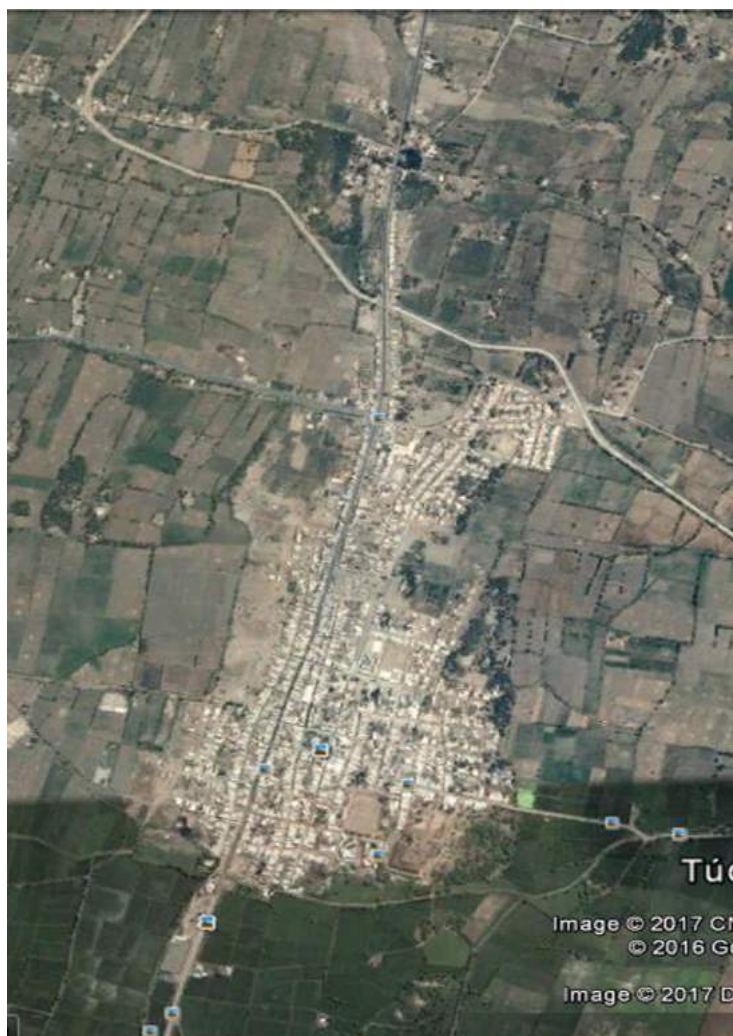
1.4 UBICACIÓN POLÍTICA

Distrito	: Túcume
Provincia	: Lambayeque
Departamento	: Lambayeque

Imagen N°01 Ubicación Del Departamento De Lambayeque Y Sus Distritos



Fuente: Google

Imagen N°02 Ubicación Satelital Del Distrito De Túcume

Fuente: Google Earth

1.5 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio, Túcume, se encuentra situada al norte de la ciudad de Chiclayo a unos 34.77 km de distancia aproximadamente, dicho acceso se da a través de la Carretera Panamericana Norte, cuenta con vías asfaltadas de punto a punto, sin embargo, las condiciones del camino desde Lambayeque hasta dicho distrito no se encuentran en buenas condiciones por lo que se retrasa el tiempo de viaje, el mismo que tiene un tiempo de duración de aproximadamente 45 minutos en transporte público.

Tabla N°01 Distancia Entre Los Principales Distritos De La Provincia De Lambayeque

Distritos	Chongoyape	Illimo	Jayanca	Mochumi	Morropo	Motupe	Olmos	Pacora	Salas	San José	Túcume	Lambayeque
Lambayeque	75.53	27.03	36.84	18.2	23.27	69.75	95.54	32.38	67.2	12.02	22.52	
Chonchope												
Illimo	48.51											
Jayanca	38.69	9.81										
Mochumi	57.34	8.83	18.64									
Morropo	74.42	25.91	35.73	19.67								
Motupe	5.78	42.73	32.91	51.56	68.64							
Olmos	31.57	68.52	58.70	77.35	94.43	25.79						
Pacora	63.16	5.36	4.46	14.19	31.27	37.37	63.16					
Salas	28.55	40.18	30.36	49.01	66.09	22.77	48.56	45.53				
San José	87.55	39.05	48.86	30.22	35.29	81.77	107.56	44.40	79.22			
Túcume	53.01	4.50	14.31	4.33	25.78	47.23	73.02	9.86	44.68	34.54		
CHICLAYO	87.78	39.27	49.08	30.44	35.51	82.00	107.79	44.63	79.45	24.27	34.77	12.25

Fuente: SIGRID-CENEPRED

II. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROYECTO

2.1 RECORRIDO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

El trabajo de levantamiento topográfico se inicia con un recorrido previo para conocer la zona de estudio, posteriormente a ello se procede a la lectura de los puntos Geodésicos obtenidos del equipo de topográfica (GPS diferencial), dicho levantamiento está referido al sistema WGS-84, ubicado en la zona 17S de la red Geodésica.

Realizándose un levantamiento topográfico por toda el área de influencia del proyecto como lo es el cercado de Túcume, lugar donde se está planteando la tesis mencionada.

2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar el control terrestre, se contó con la información siguiente:

Plano catastral de la zona de estudio, brindado por la municipalidad distrital de Túcume.

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse, y dar cumplimiento de lo requerido en los términos de referencia; se ha empleado un equipo electrónico de alta precisión como es el GPS diferencial, en el cual se fue almacenando la información codificada que luego es convertida en datos que se exportan al programa de cómputo (Civil 3D 2018) para realizar los trabajos concernientes a dicho proyecto.

2.3 PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Lo primero que se debe tener en cuenta, es nuestra área de influencia, para poder hacer una planificación y ver desde que zona podemos iniciar dicho trabajo, se debe tener en consideración que el equipo topográfico usado para el levantamiento, como es el GPS diferencial, debe estar debidamente calibrado y contar con un certificado que valide dicha calibración, ya que de esta manera estaremos seguros de tomar los puntos de forma correcta

Para realizar el levantamiento topográfico del cercado de Túcume, se efectuaron los siguientes pasos:

El equipo topográfico como es el GPS diferencial, se ubicó en la azotea de la municipalidad distrital de Túcume, siendo un lugar adecuado para el buen funcionamiento del equipo, ya que trabaja en base a señales emitida por satélites.

Se dio con el inicio de las lecturas en la acequia el Pueblo, localizada en la entrada al distrito.

Se hizo el levantamiento de un margen considerable de las acequias como son el Pueblo y el Pavo.

En cuanto a la lectura de puntos en las avenidas y calles del distrito, se fueron tomando un mínimo de tres (3) lecturas como es el margen izquierdo, margen derecho y a su vez tomando otros puntos en el centro de la calzada.

Se hizo el levantamiento de todos y cada uno de los buzones existente tanto en calles y avenidas pavimentadas y no pavimentadas.

Se consideró, además, tomar lectura de puntos denominados BM's con la intención de un replanteo a futuro.

Como resultado final del estudio topográfico, obtendremos los planos planimétricos (las curvas de nivel), generadas producto de los puntos tomados en campo, así mismo podremos obtener los planos alimétricos (perfiles longitudinales y transversales de las calles).

2.4 PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En esta etapa se procesa los datos tomados con el GPS diferencial, para su posterior exportación al programa de computo Civil 3D, en el cual se hará las triangulaciones correspondientes de manera que las curvas de nivel no se tiendan a cruzar. Cada uno de los puntos levantados en campo se especifican con su determinada descripción, sus coordenadas (este, norte), y su respectiva elevación.

Tabla N°02 Puntos De Levantamiento Topográfico – Túcume

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2	Dren 1	625868.2729	9279878.906	40.831
3	Dren 1	625868.6671	9279880.028	38.352
4	Dren 1	625868.9309	9279881.57	38.371
5	Dren 1	625869.3925	9279883.339	40.891
11	Dren 1	625859.6514	9279877.306	40.773
12	Dren 1	625859.637	9279878.799	38.310
13	Dren 1	625859.5586	9279880.304	38.314
14	Dren 1	625859.5921	9279879.631	38.311
15	Dren 1	625859.4879	9279881.826	40.683
16	Dren 1	625848.6339	9279882.57	40.912
17	Dren 1	625848.4076	9279881.304	38.271
18	Dren 1	625847.9462	9279879.65	38.275
19	Dren 1	625847.7743	9279878.294	40.060
35	Dren 1	625813.068	9279883.914	40.621
36	Dren 1	625813.2688	9279885.35	38.163
37	Dren 1	625813.4352	9279886.058	38.162
38	Dren 1	625813.4974	9279886.753	38.164
39	Dren 1	625813.7052	9279888.229	40.611
40	Dren 1	625790.5815	9279891.655	40.642
42	Dren 1	625790.2268	9279889.939	38.102
43	Dren 1	625789.9655	9279889.311	38.108
44	Dren 1	625789.7876	9279888.814	38.119
45	Dren 1	625789.5553	9279887.48	40.639
46	Dren 1	625776.9802	9279890.339	40.571
47	Dren 1	625777.5172	9279891.568	38.060
48	Dren 1	625777.8752	9279892.338	38.041
49	Dren 1	625778.1553	9279893.022	38.062
50	Dren 1	625778.6785	9279894.442	40.621
51	Dren 1	625764.2078	9279903.493	40.621
52	Dren 1	625763.4154	9279902.218	38.032
53	Dren 1	625763.0009	9279901.711	38.043
54	Dren 1	625762.5062	9279901.087	38.043
55	Dren 1	625761.6563	9279899.91	40.672
56	Dren 1	625749.4669	9279907.484	40.241
57	Dren 1	625750.1313	9279908.789	37.953
58	Dren 1	625750.5131	9279909.552	37.961
59	Dren 1	625750.8807	9279910.121	37.971
60	Dren 1	625751.1671	9279911.623	40.222
61	Dren 1	625744.9725	9279914.058	40.221
62	Dren 1	625744.6416	9279912.643	37.942
63	Dren 1	625744.4215	9279912.04	37.933
64	Dren 1	625744.1509	9279911.205	37.932
65	Dren 1	625743.7246	9279909.785	40.254
66	Dren 1	625737.9058	9279910.854	40.254
67	Dren 1	625738.0982	9279912.318	37.922

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
68	Dren 1	625738.1367	9279913.14	37.920
69	Dren 1	625738.3303	9279913.81	37.911
70	Dren 1	625738.5251	9279915.3	40.220
71	Dren 1	625877.5931	9279876.562	41.074
72	Dren 1	625877.9296	9279877.73	38.410
73	Dren 1	625878.4549	9279879.273	38.391
75	Dren 1	625878.8765	9279881.262	41.064
76	Dren 1	625894.7914	9279876.401	40.932
77	Dren 1	625894.3993	9279875.173	38.393
78	Dren 1	625894.3139	9279874.271	38.414
79	Dren 1	625894.008	9279873.526	38.411
80	Dren 1	625893.4057	9279872.294	41.192
81	Dren 1	625913.9981	9279867.669	41.023
82	Dren 1	625913.4285	9279866.247	38.462
83	Dren 1	625913.1239	9279865.451	38.441
84	Dren 1	625912.7701	9279864.862	38.441
85	Dren 1	625912.1215	9279863.595	40.972
86	Dren 1	625923.8191	9279863.02	41.053
87	Dren 1	625923.2902	9279861.579	38.522
88	Dren 1	625923.0177	9279861.002	38.541
89	Dren 1	625922.649	9279860.314	38.510
90	Dren 1	625922.072	9279859.049	41.041
91	Dren 1	625931.0801	9279860.46	41.013
92	Dren 1	625930.5996	9279859.205	38.564
93	Dren 1	625930.3892	9279858.437	38.554
94	Dren 1	625930.1146	9279857.614	38.570
95	Dren 1	625929.6946	9279856.371	41.041
96	Dren 1	625938.2763	9279858.574	41.052
97	Dren 1	625937.7471	9279857.015	38.561
98	Dren 1	625937.5182	9279856.41	38.573
99	Dren 1	625937.2403	9279855.561	38.514
100	Dren 1	625936.9297	9279854.418	40.644
101	Dren 1	625961.1392	9279852.149	41.112
102	Dren 1	625960.7156	9279850.681	38.621
103	Dren 1	625960.4711	9279850.002	38.610
104	Dren 1	625960.2585	9279849.237	38.621
105	Dren 1	625959.9435	9279848.005	41.110
106	pana	625884.1073	9279898.293	41.129
107	pana	625882.5431	9279898.883	41.1561
108	pana	625879.1262	9279899.823	41.2334
109	pana	625876.0951	9279901.054	41.1776
110	pana	625874.2347	9279901.603	41.2108
111	pana	625881.6828	9279927.022	40.8999
112	pana	625883.3971	9279926.885	40.9053

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
113	pana	625886.6636	9279926.206	40.9812
114	pana	625886.7207	9279926.137	40.9835
115	pana	625890.2573	9279924.931	40.9234
116	pana	625891.898	9279924.113	40.8694
117	pana	625898.886	9279950.351	40.6123
118	pana	625897.0353	9279950.815	40.6748
119	pana	625894.1555	9279951.931	40.7613
120	pana	625890.9807	9279953.14	40.6724
121	pana	625889.2971	9279953.785	40.6556
122	pana	625881.1183	9279942.048	40.6751
123	pana	625879.6814	9279938.101	40.738
124	pana	625878.0522	9279933.128	40.7063
125	pana	625867.0781	9279936.474	40.5868
126	pana	625867.9621	9279940.795	40.5793
127	pana	625868.9712	9279945.351	40.5261
128	pana	625858.0233	9279938.975	40.5266
129	BM-01	625858.2043	9279937.965	40.6267
130	BZ	625862.0988	9279942.13	40.5244
131	PAVIMEN	625867.6872	9279946.385	40.5043
132	PAVIMEN	625863.9452	9279947.394	40.5517
133	PAVIMEN	625858.5263	9279948.445	40.4867
134	PAVIMEN	625863.0504	9279970.433	40.4385
135	PAVIMEN	625867.1327	9279969.805	40.5268
136	PAVIMEN	625871.9833	9279968.504	40.4495
137	BZ	625869.5215	9279979.555	40.5443
138	PAVIMEN	625867.1887	9279990.352	40.4069
139	PAVIMEN	625871.5991	9279989.443	40.5071
140	PAVIMEN	625876.5579	9279988.135	40.3879
141	PAVIMEN	625877.147	9279990.344	40.4176
142	PAVIMEN	625877.6884	9279992.439	40.3587
143	PAVIMEN	625895.2406	9279983.203	40.4554
144	PAVIMEN	625895.6687	9279985.226	40.4826
145	PAVIMEN	625896.4786	9279987.661	40.4704
146	pana	625899.4854	9279987.417	40.3657
147	pana	625903.1545	9279986.083	40.481
148	pana	625907.1435	9279984.945	40.4439
149	pana	625909.0903	9279985.907	40.3977
150	BZ	625902.6014	9279983.154	40.4898
151	SINPAV	625908.8415	9279978.036	40.5808
152	SINPAV	625910.0219	9279980.89	40.4499
153	SINPAV	625911.8124	9279984.919	40.4891
154	SINPAV	625928.1914	9279982.707	40.4211
155	SINPAV	625927.9927	9279979.777	40.5176
156	SINPAV	625927.6296	9279975.656	40.4273

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
157	BZ	625925.3431	9279979.308	40.3831
158	SINPAV	625926.7096	9279975.77	40.4155
159	SINPAV	625957.2142	9279971.223	40.3576
160	SINPAV	625957.8855	9279974.76	40.4968
161	SINPAV	625958.7652	9279979.223	40.3379
162	SINPAV	625992.3828	9279975.279	40.2611
163	SINPAV	625991.8299	9279970.981	40.5198
164	SINPAV	625991.3021	9279966.305	40.3367
165	SINPAV	626022.1822	9279961.884	40.3049
166	SINPAV	626022.749	9279966.317	40.4113
167	SINPAV	626023.4546	9279971.45	40.2437
168	SINPAV	626022.1183	9279960.742	40.2825
169	SINPAV	626025.8945	9279959.426	40.3182
170	SINPAV	626031.1176	9279959.52	40.3981
171	SINPAV	626017.4037	9279939.283	40.4876
172	SINPAV	626020.8172	9279938.329	40.4525
173	SINPAV	626025.3056	9279937.452	40.4425
174	SINPAV	626011.2869	9279915.519	40.8194
175	SINPAV	626014.3813	9279914.496	40.6656
176	SINPAV	626017.6584	9279913.894	40.7028
177	SINPAV	626013.141	9279896.94	40.6254
178	SINPAV	626010.1886	9279897.473	40.6314
179	SINPAV	626005.2947	9279898.895	40.7814
180	SINPAV	625989.0194	9279849.947	40.9372
181	SINPAV	625991.8856	9279848.721	40.9215
182	SINPAV	625997.2885	9279847.335	40.9019
183	SINPAV	625996.8297	9279851.38	40.4562
184	SINPAV	625994.8663	9279852.619	40.4474
185	SINPAV	625991.778	9279854.091	40.789
186	SINPAV	626031.3457	9279960.404	40.3721
187	SINPAV	626032.5067	9279964.369	40.396
188	SINPAV	626036.3489	9279969.223	40.2028
189	SINPAV	626068.9024	9279966.099	40.2443
190	SINPAV	626069.9065	9279960.461	40.3798
191	SINPAV	626071.7669	9279954.732	40.3914
192	BZ	626076.047	9279958.341	40.2053
193	SINPAV	626079.1806	9279953.434	40.3165
194	SINPAV	626076.2828	9279953.473	40.2506
195	SINPAV	626072.9232	9279953.393	40.3365
196	SINPAV	626069.4055	9279913.913	40.6856
197	SINPAV	626064.1412	9279914.505	40.9731
198	SINPAV	626067.2018	9279914.004	40.6665
199	SINPAV	626054.8522	9279874.948	40.7885
200	SINPAV	626056.6249	9279874.315	40.8046

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
201	SINPAV	626059.2637	9279872.455	40.8769
203	SINPAV	626046.8529	9279835.453	41.0116
204	SINPAV	626044.481	9279836.687	41.1073
205	SINPAV	626079.3635	9279953.541	40.3207
206	SINPAV	626080.4546	9279958.095	40.2798
207	SINPAV	626081.9471	9279964.598	40.1981
208	SINPAV	626117.6811	9279960.897	40.3787
209	SINPAV	626117.6487	9279955.754	40.456
210	SINPAV	626117.5561	9279948.191	40.4625
211	BZ	626125.1413	9279952.724	40.0436
212	SINPAV	626172.3484	9279943.122	40.7476
213	SINPAV	626173.1177	9279946.818	40.9409
214	SINPAV	626174.5343	9279954.746	40.5409
215	SINPAV	626189.8636	9279941.35	41.3042
216	SINPAV	626188.9779	9279938.218	41.3048
217	SINPAV	626187.9498	9279934.453	41.1404
218	SINPAV	626219.8201	9279937.436	40.7207
219	SINPAV	626219.8446	9279935.461	40.7171
220	SINPAV	626220.3038	9279931.735	40.9619
221	SINPAV	626220.3796	9279927.771	41.0264
222	SINPAV	626220.8702	9279925.413	40.8794
223	SINPAV	626231.7515	9279927.573	40.6456
224	SINPAV	626231.0768	9279928.95	40.9733
225	SINPAV	626230.1545	9279931.681	40.8023
226	SINPAV	626230.2426	9279931.511	40.825
227	SINPAV	626229.0894	9279935.014	40.8428
228	SINPAV	626228.3787	9279936.649	40.6571
229	SINPAV	626233.0779	9279941.701	40.5746
230	SINPAV	626242.1569	9279936.508	40.6878
231	SINPAV	626248.8887	9279937.21	40.7557
232	PAVIMEN	626317.2088	9279984.466	42.445
233	PAVIMEN	626317.4889	9279987.18	42.4742
234	PAVIMEN	626318.6775	9279991.629	42.5485
235	PAVIMEN	626278.9046	9280001.035	41.2291
236	BZ	626276.7111	9279997.924	41.243
237	PAVIMEN	626275.2839	9279993.346	41.2131
238	PAVIMEN	626247.3893	9279999.192	41.0175
239	PAVIMEN	626248.3121	9280003.67	41.0454
240	PAVIMEN	626249.3482	9280008.043	41.0092
241	PAVIMEN	626195.8038	9280020.788	40.7563
242	PAVIMEN	626194.3055	9280016.048	40.8298
243	PAVIMEN	626193.0343	9280011.289	40.809
244	BZ	626191.4839	9280016.677	40.7879
245	BM-02	626191.6331	9280016.754	40.7902

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
246	PAVIMEN	626165.7094	9280017.345	40.6488
247	PAVIMEN	626166.7455	9280021.754	40.6821
248	PAVIMEN	626167.5291	9280026.397	40.6491
249	BZ	626142.6357	9280028.415	40.5582
250	PAVIMEN	626131.5144	9280025.922	40.5044
251	PAVIMEN	626131.7528	9280030.121	40.5194
252	PAVIMEN	626132.6243	9280034.393	40.4761
253	PAVIMEN	626100.7529	9280041.793	40.3648
254	PAVIMEN	626100.0869	9280037.704	40.3594
255	PAVIMEN	626099.1191	9280033.746	40.341
256	SINPAV	626098.3781	9280032.867	40.327
257	SINPAV	626093.4861	9280033.922	40.2874
258	SINPAV	626088.6849	9280035.347	40.2843
259	SINPAV	626080.7382	9280003.55	40.5531
260	SINPAV	626084.6245	9280001.792	40.4416
261	SINPAV	626090.2875	9280000.371	40.4705
262	SINPAV	626082.4431	9279966.877	40.3203
263	SINPAV	626078.1376	9279967.942	40.2846
264	SINPAV	626072.1211	9279968.551	40.2846
265	SINPAV	626069.0612	9279966.107	40.2383
266	SINPAV	626075.7567	9279964.913	40.2784
267	SINPAV	626081.797	9279964.715	40.2098
268	BZ	626094.5412	9280039.391	40.3468
269	PAVIMEN	626090.65	9280044.584	40.3343
270	PAVIMEN	626089.5166	9280041.022	40.3423
271	PAVIMEN	626088.252	9280036.853	40.3062
272	PAVIMEN	626066.724	9280042.168	40.283
273	PAVIMEN	626067.1367	9280045.795	40.2957
274	PAVIMEN	626068.0402	9280049.551	40.2937
275	PAVIMEN	626047.0416	9280054.486	40.2565
276	PAVIMEN	626046.7763	9280050.77	40.2788
277	PAVIMEN	626046.4257	9280047.333	40.2479
278	SINPAV	626045.5628	9280046.062	40.2102
279	SINPAV	626041.2486	9280046.893	40.2113
280	SINPAV	626034.8475	9280048.723	40.2185
281	SINPAV	626031.1675	9280023.332	40.4017
282	SINPAV	626035.5491	9280022.172	40.2459
283	SINPAV	626042.526	9280020.914	40.2988
284	SINPAV	626027.0042	9279994.498	40.3266
285	SINPAV	626032.5496	9279993.352	40.1992
286	SINPAV	626039.0154	9279992.28	40.2308
287	SINPAV	626036.3832	9279969.374	40.1951
288	SINPAV	626030.4815	9279970.878	40.2662
289	SINPAV	626023.5999	9279971.649	40.265

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
290	PAVIMEN	626034.6902	9280050.239	40.2674
291	PAVIMEN	626035.1374	9280052.976	40.2718
292	PAVIMEN	626035.7293	9280056.054	40.2552
293	PAVIMEN	625994.7156	9280065.974	40.2788
294	PAVIMEN	625993.7513	9280063.323	40.3021
295	PAVIMEN	625992.9184	9280060.581	40.3039
296	PAVIMEN	625992.8912	9280060.443	40.2825
297	BZ	625988.4708	9280064.962	40.3104
298	BZ	625959.8776	9280074.626	40.2939
299	BZ	625959.1539	9280071.852	40.357
301	PAVIMEN	625939.3278	9280079.665	40.2097
302	PAVIMEN	625938.6056	9280076.95	40.1829
303	PAVIMEN	625937.9018	9280073.788	40.2005
304	pana	625936.3183	9280073.593	40.106
305	pana	625937.0581	9280076.94	40.1598
306	pana	625938.2399	9280080.303	40.1683
307	pana	625930.0389	9280074.59	40.2211
308	pana	625923.373	9280076.202	40.2304
309	pana	625911.4573	9280036.773	40.2013
310	pana	625916.4197	9280033.828	40.2675
311	pana	625924.078	9280030.263	40.4792
312	pana	625912.0025	9279984.863	40.5056
313	pana	625903.9492	9279986.283	40.4851
314	pana	625896.7735	9279987.713	40.4148
315	PAVIMEN	625923.4453	9280077.207	40.2179
316	PAVIMEN	625924.2282	9280079.489	40.1984
317	PAVIMEN	625908.1898	9280081.355	40.1812
318	PAVIMEN	625908.5944	9280083.749	40.206
319	PAVIMEN	625908.9112	9280086.635	40.1351
320	PAVIMEN	625896.9878	9280089.958	40.156
321	PAVIMEN	625895.8756	9280084.305	40.1002
322	PAVIMEN	625891.5436	9280085.261	40.1553
323	PAVIMEN	625887.2441	9280086.323	40.1704
324	BZ	625884.6673	9280053.5	40.3236
325	PAVIMEN	625887.1766	9280043.661	40.3147
326	PAVIMEN	625883.0366	9280044.496	40.3708
327	PAVIMEN	625878.6683	9280045.096	40.2791
328	PAVIMEN	625868.0493	9279994.506	40.4033
329	PAVIMEN	625872.1913	9279993.401	40.4753
330	PAVIMEN	625877.1552	9279992.661	40.3201
331	BZ	625892.673	9280087.833	40.0878
332	PAVIMEN	625888.2425	9280091.836	40.1544
333	PAVIMEN	625888.2392	9280091.834	40.1569
334	PAVIMEN	625887.7319	9280089.819	40.146

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
335	PAVIMEN	625887.1091	9280087.179	40.1842
336	PAVIMEN	625865.2593	9280092.06	40.0499
337	PAVIMEN	625865.6919	9280094.836	40.0918
338	PAVIMEN	625866.3093	9280097.405	40.0479
339	BZ	625849.3637	9280098.752	40.0363
340	PAVIMEN	625842.6811	9280103.904	39.9688
341	PAVIMEN	625840.5333	9280100.493	40.054
342	PAVIMEN	625839.9221	9280097.707	39.9959
343	SINPAV	625834.978	9280098.19	39.9799
344	SINPAV	625830.9944	9280098.714	40.0818
345	SINPAV	625824.3929	9280063.184	40.3888
346	SINPAV	625826.3588	9280062.621	40.3461
347	SINPAV	625828.2283	9280062.015	40.4949
348	SINPAV	625819.3882	9280039.857	40.1925
349	SINPAV	625821.4666	9280039.151	40.1594
350	SINPAV	625823.951	9280038.598	40.3383
351	BZ	625833.8403	9280102.611	40.0363
352	PAVIMEN	625834.407	9280105.585	39.9996
353	PAVIMEN	625838.0834	9280104.736	39.9953
354	PAVIMEN	625842.2889	9280104.347	39.9465
355	PAVIMEN	625847.6434	9280136.817	40.202
356	PAVIMEN	625843.858	9280137.371	40.2601
357	PAVIMEN	625840.9069	9280137.827	40.173
358	BZ	625845.6196	9280149.067	40.2255
359	PAVIMEN	625854.0984	9280176.249	40.1775
360	PAVIMEN	625850.6411	9280176.62	40.1488
361	PAVIMEN	625847.2433	9280176.968	40.1802
362	PAVIMEN	625847.2396	9280176.408	40.1956
363	PAVIMEN	625846.2294	9280177.333	40.2675
364	PAVIMEN	625846.5858	9280180.708	40.2184
365	PAVIMEN	625847.5401	9280184.785	40.2037
366	PAVIMEN	625812.3055	9280192.191	40.0908
367	PAVIMEN	625811.3123	9280188.577	40.051
368	PAVIMEN	625809.6513	9280184.69	40.1417
369	PAVIMEN	625809.6264	9280184.715	40.078
370	BZ	625807.1458	9280189.326	40.1607
371	BZ	625807.1793	9280189.379	40.1563
372	PAVIMEN	625803.8491	9280185.487	40.1044
373	PAVIMEN	625804.3461	9280189.354	40.1573
374	PAVIMEN	625805.0008	9280193.814	40.1025
375	PAVIMEN	625779.1263	9280198.804	39.9627
376	PAVIMEN	625778.1805	9280194.236	40.059
377	PAVIMEN	625778.3034	9280194.248	40.0642
378	PAVIMEN	625777.6129	9280189.686	39.975

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
379	BZ	625762.7338	9280198.088	40.0201
380	PAVIMEN	625757.826	9280202.592	39.9393
381	PAVIMEN	625757.1176	9280198.982	39.75
382	PAVIMEN	625755.7991	9280193.125	39.928
383	PAVIMEN	625806.2636	9280193.72	40.1127
384	PAVIMEN	625809.0101	9280193.223	40.0431
385	PAVIMEN	625812.5396	9280192.133	40.0527
386	PAVIMEN	625822.1804	9280235.633	40.4519
387	PAVIMEN	625819.481	9280237.067	40.5054
388	PAVIMEN	625816.667	9280237.461	40.4773
389	BZ	625818.701	9280235.391	40.4987
390	BZ	625830.0862	9280280.814	40.7133
391	PAVIMEN	625827.0209	9280283.172	40.6674
392	PAVIMEN	625830.0498	9280283.181	40.7046
393	PAVIMEN	625833.1569	9280282.833	40.7016
394	BZ	625840.1003	9280326.159	40.8834
395	PAVIMEN	625843.1998	9280354.586	40.9651
396	PAVIMEN	625846.3315	9280354.291	41.0226
397	PAVIMEN	625849.0677	9280354.674	40.9872
398	PAVIMEN	625865.0788	9280425.689	40.443
399	PAVIMEN	625862.73	9280425.806	40.552
400	PAVIMEN	625860.2631	9280426.336	40.553
401	BZ	625863.1015	9280431.114	41.3004
402	BM-03	625859.8903	9280426.953	41.4027
403	PAVIMEN	625866.4883	9280426.958	40.327
404	PAVIMEN	625866.7642	9280430.393	40.365
405	PAVIMEN	625867.0084	9280433.843	40.329
406	PAVIMEN	625899.6596	9280429.398	40.657
407	PAVIMEN	625899.3848	9280426.373	40.611
408	PAVIMEN	625898.9926	9280422.517	40.669
409	PAVIMEN	625909.1529	9280420.984	40.743
410	PAVIMEN	625909.7648	9280424.498	40.792
411	PAVIMEN	625910.5541	9280427.86	40.772
412	BZ	625917.161	9280423.806	41.2655
413	PAVIMEN	625924.8884	9280424.996	40.657
414	PAVIMEN	625924.5126	9280421.278	40.856
415	PAVIMEN	625924.4911	9280418.028	40.825
416	PAVIMEN	625962.2306	9280407.886	41.1003
417	PAVIMEN	625963.4721	9280410.912	41.0488
418	PAVIMEN	625974.232	9280416.184	41.0964
419	BZ	625969.352	9280410.781	41.0593
420	BZ	625967.4676	9280408.164	41.0808
421	BZ	625970.2111	9280414.435	41.1438
422	PAVIMEN	625964.6441	9280404.906	41.0619

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
423	PAVIMEN	625966.4871	9280403.197	41.0985
424	PAVIMEN	625968.9297	9280401.978	41.0766
425	PAVIMEN	625959.1218	9280378.326	41.0633
426	PAVIMEN	625956.6455	9280379.288	41.0204
427	PAVIMEN	625954.7506	9280380.175	40.8965
428	BZ	625955.2991	9280372.713	41.0242
429	PAVIMEN	625956.4673	9280368.363	41.0247
430	PAVIMEN	625953.1203	9280368.73	41.0456
431	PAVIMEN	625950.4787	9280369.692	40.9852
432	BZ	625952.3505	9280370.139	41.0217
433	PAVIMEN	625940.2692	9280337.512	40.8972
434	PAVIMEN	625943.6929	9280336.521	40.962
435	PAVIMEN	625947.5041	9280335.038	40.8056
436	BZ	625940.7073	9280330.079	40.9166
437	PAVIMEN	625935.9889	9280311.512	40.8689
438	PAVIMEN	625938.0795	9280308.723	40.8553
439	PAVIMEN	625935.7036	9280308.077	40.8488
440	PAVIMEN	625941.8436	9280311.43	40.8279
441	PAVIMEN	625938.589	9280312.008	40.8443
442	PAVIMEN	625934.2533	9280311.95	40.8371
443	PAVIMEN	625935.443	9280301.375	40.8682
444	PAVIMEN	625932.6756	9280302.304	40.8722
445	PAVIMEN	625939.106	9280300.559	40.9018
446	BZ	625928.2762	9280266.749	40.8086
447	PAVIMEN	625924.508	9280265.342	40.7031
448	PAVIMEN	625927.371	9280264.271	40.7712
449	PAVIMEN	625930.7797	9280263.421	40.7364
450	BZ	625920.5981	9280237.909	40.7022
451	PAVIMEN	625918.6457	9280221.463	40.6491
452	PAVIMEN	625915.8045	9280221.805	40.6109
453	PAVIMEN	625854.9838	9280177.808	40.1973
454	PAVIMEN	625855.7323	9280180.056	40.2239
455	PAVIMEN	625856.5638	9280182.896	40.2176
456	PAVIMEN	625881.9453	9280177.115	40.2879
457	PAVIMEN	625881.9118	9280174.799	40.3401
458	PAVIMEN	625882.785	9280172.021	40.3496
459	PAVIMEN	625903.8798	9280168.338	40.3163
460	PAVIMEN	625904.3719	9280170.501	40.2319
461	PAVIMEN	625904.5411	9280172.561	40.2402
462	BZ	625909.3484	9280171.351	40.23
463	PAVIMEN	625911.2846	9280167.156	40.2738
464	PAVIMEN	625905.3001	9280166.592	40.3055
465	PAVIMEN	625907.8043	9280166.243	40.3188
466	BZ	625906.2504	9280161.943	40.4286

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
467	PAVIMEN	625899.8339	9280126.396	40.5537
468	PAVIMEN	625903.3202	9280125.052	40.4886
469	PAVIMEN	625897.0647	9280125.722	40.4735
470	PAVIMEN	625892.3791	9280096.364	40.2952
471	PAVIMEN	625890.286	9280093.039	40.1851
472	PAVIMEN	625893.1788	9280091.835	40.157
473	PAVIMEN	625896.5052	9280091.082	40.1667
474	PAVIMEN	625912.7843	9280168.048	40.2961
475	PAVIMEN	625913.7084	9280171.885	40.3457
476	PAVIMEN	625932.6844	9280165.348	39.447
477	PAVIMEN	625933.3102	9280167.125	39.7768
478	PAVIMEN	625949.2062	9280163.426	40.3949
479	PAVIMEN	625948.5409	9280160.873	40.3658
480	PAVIMEN	625947.3843	9280158.242	40.3661
481	BZ	625953.5682	9280159.612	40.4014
482	pana	625957.6768	9280154.14	40.4541
483	pana	625953.1862	9280155.428	40.3558
484	pana	625947.6346	9280157.363	40.2657
485	BZ	625942.529	9280119.321	40.2092
486	pana	625942.5814	9280119.291	40.2143
487	pana	625947.688	9280116.756	40.3344
488	pana	625941.9963	9280117.878	40.2032
489	pana	625937.7851	9280119.953	40.211
490	pana	625925.8122	9280084.35	40.208
491	pana	625931.3645	9280082.117	40.1864
492	pana	625938.0657	9280080.528	40.142
493	BM-04	625949.0704	9280166.687	40.5564
494	BM-04	625949.6908	9280165.204	40.4054
495	BM-04	625953.7339	9280163.303	40.3149
496	BM-04	625959.6898	9280161.908	40.4694
497	pana	625971.581	9280203.809	40.4757
498	pana	625966.7858	9280205.438	40.4662
499	BZ	625965.8203	9280202.766	40.4846
500	pana	625961.7456	9280206.962	40.518
501	pana	625976.3886	9280253.697	40.662
502	pana	625980.2942	9280252.472	40.6519
503	pana	625985.6283	9280251.219	40.6661
504	pana	625987.4736	9280288.116	40.8025
505	pana	625991.4827	9280287.896	40.7801
506	pana	625995.1655	9280286.819	40.8242
507	SINPAV	625958.1282	9280155.831	41.1063
508	SINPAV	625959.5685	9280157.604	40.8523
509	SINPAV	625960.0096	9280159.948	40.6634
510	SINPAV	625988.1437	9280148.739	39.8834

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
511	SINPAV	625987.8636	9280146.708	39.6196
512	SINPAV	625989.0376	9280150.933	40.014
513	SINPAV	626015.2004	9280143.712	40.504
514	SINPAV	626014.6171	9280141.503	40.4506
515	SINPAV	626014.1155	9280139.224	40.5313
516	SINPAV	626042.75	9280131.207	40.3375
517	SINPAV	626046.5817	9280132.271	40.2494
518	SINPAV	626042.817	9280136.063	40.2442
519	BZ	626050.7643	9280132.078	40.2668
520	BM-05	626046.2137	9280130.084	40.4529
521	SINPAV	626046.5531	9280130.182	40.3549
522	SINPAV	626042.734	9280133.223	40.2485
523	SINPAV	626047.1057	9280134.945	40.2548
524	BZ	626050.7843	9280132.137	40.2529
525	SINPAV	626054.4833	9280132.913	40.2628
526	SINPAV	626054.3471	9280130.478	40.2225
527	SINPAV	626054.1847	9280127.319	40.3027
528	SINPAV	626050.6974	9280127.73	40.2525
529	SINPAV	626046.4892	9280128.487	40.3905
530	SINPAV	626051.8646	9280105.211	40.3421
531	SINPAV	626048.0487	9280104.947	40.3736
532	SINPAV	626043.2205	9280105.372	40.3303
533	SINPAV	626048.6807	9280075.165	40.2276
534	SINPAV	626044.0385	9280075.401	40.2876
535	SINPAV	626039.0971	9280075.966	40.2297
536	SINPAV	626036.5063	9280059.149	40.2272
537	SINPAV	626040.8135	9280058.212	40.2186
538	SINPAV	626046.6162	9280056.901	40.1914
539	SINPAV	626054.6691	9280128.078	40.2148
540	SINPAV	626055.2464	9280129.635	40.2299
541	SINPAV	626055.5856	9280132.526	40.3295
542	SINPAV	626083.2164	9280126.228	40.409
543	SINPAV	626083.0229	9280124.035	40.3993
544	SINPAV	626082.8896	9280121.901	40.6913
545	SINPAV	626107.7592	9280115.401	40.4126
546	SINPAV	626108.0925	9280117.976	40.2762
547	SINPAV	626107.8927	9280120.226	40.3542
548	BZ	626114.1204	9280116.629	40.2938
549	PAVIMEN	626109.1724	9280114.503	40.3574
550	PAVIMEN	626113.0267	9280113.419	40.3549
551	PAVIMEN	626117.3782	9280112.286	40.3828
552	PAVIMEN	626112.0088	9280090.465	40.3601
553	PAVIMEN	626107.9454	9280091.321	40.3797
554	PAVIMEN	626103.5318	9280092.59	40.3836

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
555	BZ	626104.5176	9280078.23	40.3928
556	PAVIMEN	626100.3721	9280043.453	40.312
557	PAVIMEN	626097.2641	9280044.263	40.3118
558	PAVIMEN	626091.7345	9280045.847	40.3223
559	PAVIMEN	626117.3963	9280112.243	40.3815
560	PAVIMEN	626117.9027	9280114.613	40.3295
561	PAVIMEN	626118.6259	9280117.482	40.3513
562	PAVIMEN	626154.1904	9280103.461	40.7014
563	PAVIMEN	626154.897	9280106.059	40.7496
564	PAVIMEN	626155.3154	9280108.84	40.7126
565	BZ	626156.2068	9280107.054	40.7506
566	PAVIMEN	626160.5843	9280107.704	40.7314
567	PAVIMEN	626160.2523	9280104.811	40.7573
568	PAVIMEN	626159.5089	9280102.259	40.7664
569	PAVIMEN	626159.5001	9280102.257	40.7608
570	PAVIMEN	626177.641	9280097.769	41.1795
571	PAVIMEN	626178.6669	9280100.301	41.1919
572	PAVIMEN	626179.5691	9280103	41.1798
573	PAVIMEN	626201.7017	9280097.879	41.0787
574	PAVIMEN	626201.3693	9280094.77	41.07
575	PAVIMEN	626200.7732	9280092.195	41.1144
576	SINPAV	626202.0189	9280091.477	41.0923
577	SINPAV	626206.0075	9280090.521	41.2982
578	SINPAV	626211.1769	9280089.391	41.1959
579	SINPAV	626205.9199	9280067.41	41.11
580	SINPAV	626201.5283	9280066.413	40.9916
581	SIN PAVIM	626037.45	9280875.82	41.53
582	SINPAV	626195.7841	9280022.881	40.7671
583	SINPAV	626192.4818	9280023.63	40.7111
584	SINPAV	626187.7578	9280024.716	40.7249
585	SINPAV	626203.9972	9280099.45	41.1808
586	SINPAV	626207.246	9280096.793	41.3344
587	SINPAV	626212.0062	9280096.059	41.2813
588	SINPAV	626216.7919	9280117.495	41.483
589	SINPAV	626213.4806	9280118.383	41.3892
590	SINPAV	626209.1724	9280119.245	41.4337
591	SINPAV	626222.9548	9280139.69	41.4945
592	SINPAV	626218.8408	9280141.321	41.6182
593	SINPAV	626213.8052	9280143.038	41.7473
594	SINPAV	626221.1291	9280152.717	41.6314
595	SINPAV	626223.4079	9280150.507	41.6139
596	SINPAV	626226.0625	9280147.728	41.5539
597	SINPAV	626232.7417	9280150.49	41.7111
598	SINPAV	626233.1892	9280152.329	41.6091

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
599	SINPAV	626234.6807	9280154.547	41.8018
600	SINPAV	626268.5054	9280149.589	41.9957
601	SINPAV	626268.6824	9280147.061	41.848
602	SINPAV	626268.9739	9280144.718	42.2716
603	SINPAV	626271.1595	9280142.821	42.1402
604	SINPAV	626273.9873	9280141.895	42.3292
605	SINPAV	626278.0191	9280140.897	42.3716
606	PAVIMEN	626278.835	9280145.209	42.3634
607	PAVIMEN	626275.4297	9280147.075	42.1278
608	PAVIMEN	626271.0091	9280149.637	42.0102
609	BM-06	626270.0689	9280149.74	42.2209
610	PAVIMEN	626273.4733	9280160.542	42.2728
611	PAVIMEN	626277.0681	9280160.324	42.3368
612	PAVIMEN	626281.7986	9280159.747	42.3037
613	PAVIMEN	626288.0988	9280188.841	43.0951
614	PAVIMEN	626289.3758	9280195.446	43.2865
615	PAVIMEN	626290.9297	9280202.36	43.3371
616	PAVIMEN	626287.4154	9280203.446	43.2612
617	PAVIMEN	626282.5322	9280204.406	43.2445
618	PAVIMEN	626283.3551	9280189.47	43.0642
619	PAVIMEN	626279.4582	9280190.154	43.0428
620	BZ	626280.6546	9280191.22	43.0487
621	BZ	626285.4152	9280196.812	43.1944
622	PAVIMEN	626292.6289	9280199.676	43.3708
623	PAVIMEN	626291.6141	9280195.404	43.4021
624	PAVIMEN	626291.0876	9280191.253	43.3006
625	PAVIMEN	626317.0038	9280182.354	45.1835
626	PAVIMEN	626318.5548	9280185.611	45.2304
627	PAVIMEN	626320.3065	9280188.832	45.1769
628	PAVIMEN	626346.5505	9280170.678	46.5204
629	PAVIMEN	626347.8826	9280174.281	46.5628
630	PAVIMEN	626348.9618	9280177.943	46.4737
631	BZ	626351.1734	9280172.024	46.693
632	SINPAV	626347.5805	9280168.707	46.4902
633	SINPAV	626350.6745	9280167.482	46.4841
634	SINPAV	626355.9086	9280165.504	46.601
635	SINPAV	626352.9231	9280163.429	46.3404
636	SINPAV	626350.0785	9280163.853	46.377
637	SINPAV	626347.2953	9280164.681	46.4117
638	SINPAV	626343.6242	9280133.498	45.7354
639	SINPAV	626345.8321	9280132.13	45.6888
640	SINPAV	626348.2769	9280127.079	45.8163
641	BZ	626344.6536	9280119.506	45.5051
642	SINPAV	626337.8743	9280087.93	44.6794

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
643	SINPAV	626341.1807	9280086.821	44.7209
644	SINPAV	626343.5003	9280084.276	45.1274
645	SINPAV	626335.285	9280070.611	44.4629
646	SINPAV	626337.7135	9280069.342	44.4691
647	PAVIMENTO	626453.226	9280143.653	45.1
648	SINPAV	626333.9261	9280038.205	44.2447
649	SINPAV	626330.8183	9280037.631	43.9293
650	SINPAV	626328.2505	9280036.953	43.9484
651	SINPAV	626323.7336	9280003.949	43.9131
652	PAV	626458.814	9280142.698	44.909
653	SINPAV	626330.1896	9280001.493	43.2552
654	SINPAV	626329.1695	9279994.517	43.2961
655	SINPAV	626326.1262	9279994.429	43.0325
656	SINPAV	626322.9814	9279995.237	42.9075
657	SINPAV	626318.921	9279984.563	42.7282
658	SINPAV	626322.2935	9279983.288	42.9725
659	SINPAV	626327.0482	9279982.668	43.3707
660	PAVIMEN	626290.9869	9280202.424	43.3454
661	PAVIMEN	626286.9336	9280202.955	43.2606
662	PAVIMEN	626282.0745	9280203.517	43.2712
663	BZ	626285.0544	9280218.735	43.7741
664	PAVIMEN	626288.0966	9280218.729	43.791
665	PAVIMEN	626293.26	9280218.659	43.8162
666	PAVIMEN	626288.753	9280221.707	43.9027
667	PAVIMEN	626286.7035	9280226.603	44.0451
668	PAVIMEN	626289.7923	9280226.349	44.1276
669	PAVIMEN	626292.4796	9280226.347	44.2126
670	PAVIMEN	626294.745	9280229.162	44.4082
671	PAVIMEN	626290.5511	9280229.927	44.2589
672	PAVIMEN	626287.9226	9280230.065	44.2049
673	PAVIMEN	626284.5604	9280230.027	43.9283
674	PAVIMEN	626285.777	9280232.967	44.0375
675	PAVIMEN	626284.4392	9280230.137	43.8501
676	PAVIMEN	626285.725	9280232.755	44.0084
677	BZ	626290.3409	9280232.998	44.3346
678	BZ	626287.0031	9280235.742	44.2781
680	SINPAV	626276.9377	9280234.497	42.8836
681	SINPAV	626277.2608	9280237.288	42.8755
682	BZ	626253.7887	9280239.862	41.7782
683	BZ	626252.6252	9280242.135	41.7357
684	SINPAV	626251.4182	9280239.296	41.6623
685	SINPAV	626250.4312	9280237.523	41.8166
686	SINPAV	626222.8127	9280243.123	41.1991
687	SINPAV	626222.2316	9280245.701	41.0713

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
688	SINPAV	626220.2972	9280248.279	41.1365
689	SINPAV	626210.793	9280250.419	41.0303
690	SINPAV	626209.8889	9280248.063	40.9817
691	SINPAV	626209.3227	9280246.167	40.844
692	SINPAV	626206.6817	9280244.46	40.9935
693	SINPAV	626203.819	9280244.898	41.0115
694	SINPAV	626200.3797	9280244.799	41.0582
695	SINPAV	626200.6833	9280225.16	41.006
696	SINPAV	626197.3983	9280223.932	40.8913
697	SINPAV	626193.2914	9280223.144	41.0293
698	SINPAV	626191.7995	9280198.196	40.8777
699	SINPAV	626188.3084	9280196.83	40.9782
700	SINPAV	626183.8902	9280194.889	40.9007
701	SINPAV	626180.7657	9280167.239	40.7732
702	SINPAV	626177.8381	9280167.095	40.8547
703	SINPAV	626174.7774	9280166.553	40.7808
704	SINPAV	626163.9819	9280134.191	40.8545
705	SINPAV	626166.2148	9280133.015	40.7644
706	SINPAV	626168.2473	9280131.195	40.7176
707	SINPAV	626160.7797	9280109.703	40.7309
708	SINPAV	626159.1047	9280110.184	40.5519
709	SINPAV	626158.7432	9280110.183	40.6674
710	SINPAV	626156.8975	9280110.665	40.6766
711	PAVIMEN	626200.176	9280248.157	40.8478
712	PAVIMEN	626200.6075	9280250.358	40.8858
713	PAVIMEN	626200.7623	9280252.262	40.8979
714	BZ	626204.7633	9280250.604	40.9506
715	BM-07	626202.2713	9280254.111	41.1235
716	PAVIMEN	626185.4343	9280251.163	40.8981
717	PAVIMEN	626184.6155	9280253.449	41.6467
718	PAVIMEN	626462.2593	9280146.212	44.9341
719	BZ	626150.5234	9280260.681	40.7337
720	PAVIMEN	626156.1702	9280261.203	40.7351
721	PAVIMEN	626155.5714	9280258.877	40.7351
722	PAVIMEN	626155.9163	9280256.62	40.8395
723	PAVIMEN	626149.5112	9280258.249	40.7417
724	PAVIMEN	626147.0293	9280258.811	40.7285
725	PAVIMEN	626146.2801	9280255.757	40.7326
726	PAVIMEN	626148.7608	9280254.855	40.705
727	PAVIMEN	626151.5652	9280254.597	40.7235
728	PAVIMEN	626138.5017	9280225.822	40.6418
729	PAVIMEN	626140.6352	9280224.213	40.5788
730	PAVIMEN	626143.078	9280223.914	40.6803
731	PAVIMEN	626137.6446	9280211.834	40.6075

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
732	PAVIMEN	626135.3585	9280212.897	40.4986
733	PAVIMEN	626135.1192	9280212.85	40.7111
734	PAVIMEN	626140.0914	9280211.325	40.7011
735	BZ	626137.6805	9280211.93	40.6185
736	PAVIMEN	626134.7536	9280200.84	40.5248
737	PAVIMEN	626132.3123	9280202.119	40.5455
738	PAVIMEN	626137.5532	9280200.23	40.4981
739	PAVIMEN	626125.3623	9280177.163	40.4127
740	PAVIMEN	626128.1331	9280174.295	40.4548
741	PAVIMEN	626130.8001	9280171.28	40.4011
742	SINPAV	626129.0303	9280163.568	40.3974
743	SINPAV	626125.809	9280164.231	40.3955
744	SINPAV	626122.5846	9280164.803	40.351
745	BZ	626125.416	9280163.08	40.3973
746	SINPAV	626122.0103	9280134.024	40.3465
747	SINPAV	626118.0075	9280132.385	40.2644
748	SINPAV	626114.0201	9280132.19	40.2711
749	SINPAV	626111.3335	9280122.788	40.2667
750	SINPAV	626114.4268	9280121.153	40.3269
751	SINPAV	626114.4617	9280121.162	40.326
752	SINPAV	626118.2603	9280118.949	40.1318
753	PAVIMEN	626116.9667	9280118.746	40.3719
754	PAVIMEN	626143.603	9280267.291	40.751
755	PAVIMEN	626143.043	9280263.887	40.7606
756	PAVIMEN	626143.8239	9280259.967	40.755
757	PAVIMEN	626143.9663	9280259.439	40.7333
758	PAVIMEN	626127.024	9280270.859	40.6994
759	PAVIMEN	626123.9553	9280267.162	40.7215
760	PAVIMEN	626121.7777	9280263.427	40.6758
761	BZ	626111.0589	9280269.173	40.6816
762	PAVIMEN	626111.2937	9280273.983	40.6566
763	PAVIMEN	626108.8078	9280265.324	40.6958
764	PAVIMEN	626075.6353	9280281.342	40.6221
765	PAVIMEN	626074.997	9280276.509	40.65
766	PAVIMEN	626074.0239	9280271.354	40.6008
767	BZ	626069.8466	9280274.947	40.6881
768	PAVIMEN	626064.8563	9280272.556	40.6523
769	PAVIMEN	626065.2088	9280274.892	40.6056
770	PAVIMEN	626065.8421	9280278.013	40.6644
771	PAVIMEN	626064.792	9280272.892	40.5272
772	PAVIMEN	626068.9522	9280270.059	40.6182
773	PAVIMEN	626073.8007	9280271.114	40.6116
774	PAVIMEN	626066.6992	9280271.6	40.7018
775	PAVIMEN	626058.6091	9280218.301	40.4898

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
776	PAVIMEN	626061.1836	9280218.352	40.5151
777	PAVIMEN	626063.5159	9280218.108	40.5128
778	PAVIMEN	626054.5243	9280186.941	40.4535
779	PAVIMEN	626057.0863	9280185.694	40.4689
780	PAVIMEN	626059.9414	9280185.376	40.4857
781	BZ	626056.6055	9280178.609	40.4609
782	BZ	626047.2479	9280135.104	40.2379
783	PAVIMEN	626047.5721	9280136.166	40.2347
784	PAVIMEN	626051.1214	9280136.041	40.2373
785	PAVIMEN	626054.4168	9280135.711	40.24
786	PAVIMEN	626045.246	9280279.104	40.6526
787	PAVIMEN	626045.8198	9280281.389	40.6044
788	PAVIMEN	626044.6049	9280277.03	40.7325
789	BZ	626030.8522	9280282.46	40.7014
790	PAVIMEN	625998.6776	9280292.373	40.6889
791	PAVIMEN	625996.6391	9280287.59	40.6668
792	pana	625995.1954	9280286.836	40.8258
793	pana	625991.1961	9280286.93	40.7533
794	pana	625991.1912	9280286.923	40.761
795	pana	625987.5128	9280288.089	40.799
796	pana	625981.2398	9280268.125	40.7371
797	pana	625983.9772	9280264.166	40.6786
798	pana	625988.9611	9280263.853	40.7983
799	pana	625978.895	9280230.46	40.6741
800	pana	625975.7099	9280230.429	40.5331
801	pana	625974.2339	9280230.746	40.525
802	pana	625969.2348	9280231.347	40.5593
803	pana	625970.4066	9280199.44	40.5126
804	pana	625966.2709	9280199.655	40.5023
805	pana	625960.1355	9280201.615	40.4998
806	BZ	625965.605	9280202.852	40.4857
807	pana	625948.8702	9280163.51	40.3753
808	pana	625953.6714	9280162.853	40.422
809	pana	625959.4138	9280160.081	40.4407
810	PAVIMEN	625987.4913	9280288.364	40.7675
811	PAVIMEN	625988.4298	9280291.601	40.7678
812	PAVIMEN	625989.772	9280296.841	40.8285
813	PAVIMEN	625986.5446	9280294.969	40.8152
814	PAVIMEN	625984.7199	9280292.781	40.7592
815	PAVIMEN	625983.8199	9280290.176	40.7577
816	BZ	625966.1664	9280298.656	40.807
817	PAVIMEN	625963.7168	9280296.749	41.0449
818	PAVIMEN	625962.9608	9280299.544	40.747
819	PAVIMEN	625961.2075	9280298.659	41.0347

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
820	PAVIMEN	625944.5355	9280305.14	40.7728
821	PAVIMEN	625943.7839	9280303.07	40.7705
822	PAVIMEN	625943.6159	9280305.806	40.7963
823	PAVIMEN	625943.458	9280308.158	40.7779
824	PAVIMEN	625960.1021	9280369.515	40.9822
825	PAVIMEN	625960.859	9280372.01	40.9859
826	PAVIMEN	625961.542	9280374.004	40.9789
827	PAVIMEN	625981.129	9280370.001	41.0475
828	PAVIMEN	625981.443	9280367.263	41.0429
829	PAVIMEN	625981.4012	9280364.777	41.0727
830	BZ	625983.7952	9280366.793	41.0574
831	PAVIMEN	626003.5016	9280359.551	40.8979
832	PAVIMEN	626004.6524	9280361.777	40.959
833	PAVIMEN	626005.8722	9280364.291	40.9743
834	pana	626007.3903	9280364.485	40.9618
835	pana	626005.9354	9280361.302	40.9421
836	pana	626004.9011	9280357.485	40.9001
837	pana	626008.3671	9280356.204	40.9492
838	pana	626013.2109	9280360.208	40.8923
839	pana	626012.3752	9280355.09	40.9897
840	pana	626000.5327	9280339.436	40.8792
841	pana	626004.3334	9280337.74	40.8921
842	pana	626007.7692	9280336.574	41.0322
843	pana	625989.8844	9280297.166	40.8539
844	pana	625992.5441	9280296.178	40.8578
845	pana	625997.5033	9280295.82	40.8598
846	PAVIMEN	626014.2224	9280360.908	40.975
847	PAVIMEN	626015.1839	9280356.718	40.9357
848	PAVIMEN	626014.5339	9280363.896	41.0107
849	PAVIMEN	626044.961	9280350.102	40.761
850	PAVIMEN	626045.3438	9280352.112	40.9178
851	PAVIMEN	626045.8058	9280354.723	41.1068
852	PAVIMEN	626045.5315	9280353.526	40.802
853	PAVIMEN	626045.7794	9280354.743	40.7982
854	PAVIMEN	626079.2563	9280344.637	41.0955
855	PAVIMEN	626079.658	9280347.901	41.2988
856	PAVIMEN	626436.2834	9280147.721	45.7665
857	PAVIMEN	626075.8973	9280343.129	40.6929
858	PAVIMEN	626077.3247	9280345.236	41.2
859	PAVIMEN	626079.0168	9280345.637	41.403
860	BZ	626081.6933	9280343.763	40.7071
861	PAVIMEN	626081.2036	9280336.801	40.6329
862	PAVIMEN	626077.8562	9280337.211	40.628
863	PAVIMEN	626084.1128	9280334.573	40.6379

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
864	PAVIMEN	626080.4652	9280316.63	40.6709
865	PAVIMEN	626077.1155	9280317.105	40.6647
866	PAVIMEN	626073.4244	9280315.132	41.065
867	PAVIMEN	626074.5571	9280308.876	40.6648
868	PAVIMEN	626073.699	9280283.637	40.6316
869	PAVIMEN	626070.4716	9280283.514	40.6408
870	PAVIMEN	626066.6788	9280282.187	40.6314
871	PAVIMEN	626065.8275	9280278.109	40.6231
872	PAVIMEN	626086.8583	9280335.834	40.6853
873	PAVIMEN	626087.73	9280339.487	40.739
874	PAVIMEN	626087.812	9280339.744	40.7082
875	PAVIMEN	626085.3291	9280345.261	40.6907
876	PAVIMEN	626109.4736	9280331.095	40.7121
877	PAVIMEN	626110.8293	9280335.036	40.741
878	PAVIMEN	626112.0837	9280339.208	40.694
879	BZ	626121.5838	9280334.84	40.751
880	PAVIMEN	626128.8358	9280327.037	40.7273
881	PAVIMEN	626130.9378	9280330.812	40.7571
882	PAVIMEN	626144.6703	9280327.838	40.7555
883	PAVIMEN	626146.1971	9280331.277	41.2469
884	SIN PAV	625742.8214	9280123.195	39.501
885	PAVIMEN	626144.7533	9280323.703	40.7641
886	PAVIMEN	626152.3177	9280322.16	40.78
887	PAVIMEN	626153.5605	9280325.843	40.7929
888	PAVIMEN	626157.6362	9280328.685	41.3067
889	PAVIMEN	626154.2919	9280319.962	40.7901
890	PAVIMEN	626159.1351	9280319.291	40.7952
891	PAVIMEN	626163.5838	9280318.729	40.9695
892	PAVIMEN	626154.2412	9280319.934	40.7753
893	PAVIMEN	626149.6222	9280296.656	40.7729
894	PAVIMEN	626154.7395	9280295.653	40.8041
895	PAVIMEN	626159.9964	9280294.768	40.758
896	BZ	626156.7123	9280293.186	40.7582
897	BZ	626143.7897	9280269.241	40.7449
898	PAVIMEN	626143.7741	9280269.185	40.7283
899	PAVIMEN	626149.2986	9280267.767	40.7654
900	PAVIMEN	626154.9785	9280262.41	40.718
901	PAVIMEN	626166.9642	9280321.595	40.7559
902	PAVIMEN	626168.0177	9280323.955	40.805
903	PAVIMEN	626167.9207	9280326.582	40.8668
904	PAVIMEN	626195.806	9280318.113	41.1862
905	PAVIMEN	626196.0439	9280315.938	41.1737
906	PAVIMEN	626212.8201	9280312.512	41.3635
907	PAVIMEN	626212.7728	9280312.504	41.3693

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
908	PAVIMEN	626213.3243	9280314.222	41.4022
909	PAVIMEN	626213.8235	9280316.239	41.4317
910	PAVIMEN	626218.7485	9280309.765	41.6004
911	PAVIMEN	626222.6444	9280310.479	41.713
912	PAVIMEN	626215.3038	9280309.96	41.5383
913	PAVIMEN	626218.5924	9280289.417	41.4701
914	PAVIMEN	626218.5982	9280289.409	41.47
915	PAVIMEN	626215.4037	9280290.245	41.4244
916	PAVIMEN	626212.3017	9280290.642	41.6173
917	SINPAV	626209.113	9280252.531	40.9768
918	SINPAV	626206.4031	9280252.832	40.8836
919	SINPAV	626203.6901	9280253.64	40.8898
920	SINPAV	626222.7416	9280310.618	41.7017
921	SINPAV	626223.1419	9280311.96	41.5955
922	SINPAV	626222.9729	9280313.883	41.6267
923	SINPAV	626252.6827	9280306.962	41.9617
924	SINPAV	626253.1018	9280308.753	42.0314
925	SINPAV	626252.5845	9280304.615	42.0304
926	SINPAV	626300.9127	9280299.689	43.1772
927	SINPAV	626300.3893	9280297.291	43.0679
928	SINPAV	626297.8036	9280295.57	43.0121
929	BM-08	626299.2083	9280292.723	43.4084
930	BZ	626304.2149	9280296.49	43.2568
931	PAVIMEN	626302.8654	9280292.064	43.445
932	PAVIMEN	626299.6692	9280292.49	43.3408
933	PAVIMEN	626305.3321	9280291.124	43.4118
934	PAVIMEN	626301.7937	9280272.937	44.1565
935	PAVIMEN	626298.6707	9280273.045	44.1888
936	PAVIMEN	626295.8728	9280273.443	44.1791
937	PAVIMEN	626299.1113	9280260.273	44.5336
938	PAVIMEN	626296.5994	9280260.027	44.4846
939	PAVIMEN	626293.2116	9280259.665	44.4766
940	PAVIMEN	626287.9927	9280236.05	44.328
941	PAVIMEN	626290.994	9280235.666	44.3934
942	PAVIMEN	626295.702	9280236	44.389
943	SIN PAV	625743.594	9280120.02	39.478
944	SIN PAV	625741.5221	9280117.163	39.462
945	SIN PAV	625754.0641	9280120.844	40.078
946	SINPAV	626322.7613	9280290.445	44.9689
947	SINPAV	626325.2377	9280292.372	44.8529
948	SINPAV	626325.4278	9280292.39	44.8707
949	SINPAV	626326.4983	9280294.553	44.988
950	SINPAV	626336.761	9280292.908	46.1161
951	SINPAV	626336.5273	9280290.229	46.2154

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
952	SINPAV	626334.9613	9280288.008	46.4423
953	SINPAV	626335.0215	9280288.029	46.3599
954	SINPAV	626354.8851	9280285.289	46.2052
955	SINPAV	626355.386	9280287.499	46.0689
956	SINPAV	626355.6767	9280289.649	46.0131
957	SINPAV	626375.1002	9280288.488	45.4792
958	SINPAV	626375.3843	9280286.333	45.7297
959	SINPAV	626377.8451	9280285.448	45.82
960	PAVIMEN	626307.3796	9280298.787	43.2545
961	PAVIMEN	626304.7841	9280299.53	43.1388
962	PAVIMEN	626301.1872	9280299.717	43.1181
963	PAVIMEN	626307.4322	9280331.439	42.236
964	PAVIMEN	626310.6441	9280331.289	42.2852
965	PAVIMEN	626313.7903	9280331.03	42.2105
966	PAVIMEN	626318.8116	9280353.532	40.7649
967	PAVIMEN	626315.7769	9280353.917	41.8027
968	PAVIMEN	626312.1226	9280354.63	41.7413
969	PAVIMEN	626312.1113	9280354.651	41.7494
970	PAVIMEN	626322.7953	9280374.4	41.5299
971	PAVIMEN	626320.0363	9280374.821	41.5842
972	PAVIMEN	626316.4515	9280375.679	41.5171
973	SINPAV	626497.4263	9280354.709	45.8344
974	SINPAV	626497.256	9280352.67	45.9536
975	SINPAV	626496.7599	9280350.114	46.228
976	SINPAV	626483.9177	9280351.324	45.7354
977	SINPAV	626483.925	9280354.203	45.2152
978	SINPAV	626483.7099	9280357.172	45.1769
979	SINPAV	626459.4003	9280359.069	43.3289
980	SINPAV	626458.544	9280356.259	43.2166
981	SINPAV	626457.9645	9280351.685	43.0791
982	SINPAV	626455.9115	9280349.579	42.8386
983	SINPAV	626453.7882	9280349.814	42.7131
984	SINPAV	626450.3321	9280350.185	42.5239
985	SINPAV	626447.6138	9280329.951	42.7744
986	SINPAV	626447.5483	9280329.999	42.7732
987	SINPAV	626450.7921	9280329.746	42.6509
988	SINPAV	626455.4785	9280327.411	42.8057
989	BZ	626452.9843	9280314.933	42.7425
990	SINPAV	626460.9399	9280298.772	42.8593
991	SINPAV	626457.8219	9280297.25	42.8166
992	SINPAV	626452.349	9280294.055	42.758
993	SINPAV	626453.085	9280286.79	42.8168
994	SINPAV	626455.1944	9280276.013	42.8943
995	SINPAV	626455.3981	9280275.852	42.8847

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
996	SINPAV	626460.5988	9280274.232	42.8472
997	SINPAV	626468.9686	9280273.394	42.9276
998	BM-09	626454.8281	9280275.714	42.9381
999	SINPAV	626215.973	9280315.803	41.487
1000	SINPAV	626465.1367	9280279.151	42.8469
1001	SINPAV	626468.1813	9280248.404	43.1037
1002	SINPAV	626464.2786	9280247.567	43.1842
1003	SINPAV	626459.6695	9280246.68	43.1756
1004	SINPAV	626466.9383	9280216.166	43.4153
1005	SINPAV	626464.0777	9280215.277	43.4248
1006	SINPAV	626461.1946	9280212.523	43.4746
1007	SINPAV	626457.0769	9280176.87	43.9893
1008	SINPAV	626460.0081	9280175.989	43.8388
1009	SINPAV	626464.601	9280174.478	43.8982
1010	SINPAV	626463.8699	9280153.079	44.8893
1011	SINPAV	626460.4841	9280153.39	44.8799
1012	SINPAV	626454.9769	9280155.435	44.7952
1013	SINPAV	626451.8016	9280153.255	45.0269
1014	PAVIMEN	626450.654	9280150.838	45.441
1015	PAVIMEN	626458.3899	9280151.883	45.0243
1016	PAVIMEN	626465.4257	9280150.255	44.9913
1017	PAVIMEN	626424.9364	9280159.225	46.2091
1018	PAVIMEN	626423.4205	9280155.984	46.3137
1019	PAVIMEN	626419.3408	9280151.788	46.433
1020	PAVIMEN	626400.1802	9280156.164	47.2809
1021	PAVIMEN	626400.744	9280160.359	47.3888
1022	PAVIMEN	626401.5466	9280164.94	47.3085
1023	BZ	626368.0013	9280169.613	47.0712
1024	BZ	626361.6936	9280165.773	46.9752
1025	PAVIMEN	626356.1883	9280165.56	46.6383
1026	PAVIMEN	626356.3646	9280170.915	46.7918
1027	PAVIMEN	626356.2902	9280175.851	46.713
1028	BZ	626351.4506	9280172.115	46.6922
1029	PAVIMEN	626346.682	9280170.616	46.5037
1030	PAVIMEN	626347.2551	9280174.372	46.5348
1031	PAVIMEN	626346.7693	9280178.554	46.4054
1032	PAVIMEN	626322.3639	9280188.039	45.2962
1033	PAVIMEN	626320.7184	9280184.986	45.3374
1034	BZ	626319.1091	9280181.862	45.2854
1035	PAVIMEN	626291.1449	9280191.038	43.3059
1036	PAVIMEN	626291.4724	9280195.841	43.3958
1037	PAVIMEN	626291.313	9280200.753	43.2582
1038	PAVIMEN	626381.5787	9280291.216	44.9182
1039	PAVIMEN	626382.3005	9280289.4	45.1233

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1040	PAVIMEN	626382.9907	9280287.901	45.3193
1041	PAVIMEN	626391.4135	9280295.649	43.8538
1042	PAVIMEN	626392.5491	9280293.489	43.8193
1043	PAVIMEN	626393.9816	9280290.214	44.1184
1044	PAVIMEN	626398.4795	9280291.021	43.826
1045	PAVIMEN	626399.7416	9280293.054	43.4879
1046	PAVIMEN	626400.9226	9280296.372	43.4557
1047	PAVIMEN	626412.4958	9280285.748	43.5076
1048	PAVIMEN	626413.9397	9280289.222	43.0899
1049	PAVIMEN	626415.2003	9280294.089	42.9278
1050	SINPAV	626434.7624	9280279.64	42.8531
1051	SINPAV	626436.3248	9280283.492	42.7809
1052	SINPAV	626441.4794	9280288.739	42.7766
1053	SINPAV	626452.7299	9280286.551	42.8234
1054	SINPAV	626453.548	9280282.873	42.8339
1055	SINPAV	626455.0951	9280276.229	42.9154
1056	BZ	626453.2088	9280355.887	42.7525
1057	SINPAV	626451.1215	9280361.126	42.6444
1058	SINPAV	626449.9421	9280356.729	42.5128
1059	SINPAV	626449.2929	9280351.37	42.4186
1060	SINPAV	626402.6917	9280370.054	41.7841
1061	SINPAV	626399.6301	9280365.751	41.7224
1062	SINPAV	626396.2075	9280362.123	41.703
1063	SINPAV	626364.3554	9280377.044	41.5878
1064	SINPAV	626361.4992	9280373.63	41.5688
1065	SINPAV	626357.8482	9280369.406	41.784
1066	PAVIMEN	626323.2911	9280375.568	41.5225
1067	PAVIMEN	626346.7693	9280178.554	46.4054
1068	PAVIMEN	626324.0818	9280378.159	41.4742
1069	PAVIMEN	626322.3639	9280188.039	45.2962
1070	PAVIMEN	626325.3832	9280381.692	41.5256
1071	PAVIMEN	626325.3832	9280381.692	41.5256
1072	BZ	626320.7986	9280378.371	41.5957
1073	BZ	626319.1091	9280181.862	45.2854
1074	PAVIMEN	626316.2809	9280376.264	41.459
1075	PAVIMEN	626317.355	9280378.951	41.4972
1076	PAVIMEN	626317.6475	9280381.857	41.5104
1077	PAVIMEN	626278.7099	9280385.665	41.2879
1078	PAVIMEN	626279.0205	9280383.587	41.2596
1079	PAVIMEN	626279.1172	9280387.695	41.3297
1080	BZ	626276.3618	9280385.692	41.3328
1081	SINPAV	626237.1177	9280392.569	41.2265
1082	SINPAV	626237.496	9280394.509	41.279
1083	SINPAV	626236.8623	9280390.324	41.2596

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1084	SINPAV	626235.1246	9280389.93	41.2542
1085	SINPAV	626231.3793	9280390.739	41.2871
1086	SINPAV	626226.1878	9280390.102	41.4319
1087	SINPAV	626224.6547	9280353.496	41.6089
1088	SINPAV	626228.8908	9280352.277	41.6841
1089	SINPAV	626221.155	9280352.332	41.5683
1090	SINPAV	626222.9369	9280314.009	41.6369
1091	SINPAV	626219.7299	9280314.938	41.585
1092	SINPAV	626213.7243	9280316.348	41.4084
1093	PAVIMEN	626225.2382	9280392.234	41.2013
1094	PAVIMEN	626225.3692	9280394.446	41.2399
1095	PAVIMEN	626225.607	9280396.589	41.1742
1096	PAVIMEN	626198.9607	9280400.844	41.1906
1097	PAVIMEN	626198.6259	9280398.574	41.1804
1098	PAVIMEN	626198.9612	9280396.352	41.1799
1099	BZ	626177.425	9280401.7	41.207
1100	PAVIMEN	626178.5788	9280401.668	41.162
1101	PAVIMEN	626181.0409	9280403.736	41.127
1102	PAVIMEN	626178.6032	9280399.203	41.161
1103	PAVIMEN	626174.1083	9280399.72	41.1609
1104	PAVIMEN	626174.4663	9280402.276	41.1669
1105	PAVIMEN	626174.9636	9280405.123	41.1914
1106	PAVIMEN	626173.7189	9280398.129	41.1782
1107	PAVIMEN	626177.9779	9280397.994	41.197
1108	PAVIMEN	626175.869	9280397.865	41.1572
1109	PAVIMEN	626173.7876	9280397.883	41.1551
1110	BZ	626169.773	9280362.433	41.0107
1111	PAVIMEN	626167.4088	9280362.662	40.909
1112	PAVIMEN	626171.6697	9280361.085	40.98
1113	PAVIMEN	626164.1482	9280331.811	40.8446
1114	PAVIMEN	626166.3184	9280329.879	40.8895
1115	PAVIMEN	626161.4572	9280330.499	40.8587
1116	PAVIMEN	626142.9883	9280410.924	41.0226
1117	PAVIMEN	626141.9913	9280408.45	41.0033
1118	PAVIMEN	626141.3682	9280405.906	41.0117
1119	BZ	626135.9899	9280409.797	40.955
1120	PAVIMEN	626100.6939	9280413.601	40.8219
1121	PAVIMEN	626099.7586	9280416.798	40.8227
1122	PAVIMEN	626102.06	9280418.976	40.8545
1123	BZ	626096.3768	9280416.945	40.8363
1124	PAVIMEN	626092.6887	9280414.541	40.8111
1125	PAVIMEN	626096.2256	9280413.842	40.7953
1126	PAVIMEN	626091.8612	9280390.802	40.7723
1127	PAVIMEN	626094.3386	9280389.324	40.8191

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1128	PAVIMEN	626089.3024	9280392.212	40.81
1129	BZ	626089.4202	9280380.891	40.7775
1130	PAVIMEN	626088.943	9280344.237	40.694
1131	PAVIMEN	626082.2117	9280345.997	40.692
1132	PAVIMEN	626078.5998	9280347.087	40.905
1133	PAVIMEN	626090.9557	9280419.191	40.7906
1134	PAVIMEN	626090.7262	9280417.077	40.8167
1135	PAVIMEN	626091.5757	9280421.294	40.8402
1136	BZ	626059.691	9280424.7	40.8356
1137	PAVIMEN	626059.0663	9280424.224	40.8481
1138	PAVIMEN	626059.5392	9280426.307	40.8162
1139	PAVIMEN	626059.7642	9280428.707	40.8334
1140	PAVIMEN	626035.4255	9280435.695	41.0604
1141	PAVIMEN	626034.483	9280432.23	40.9941
1142	PAVIMEN	626034.4694	9280432.25	40.9882
1143	PAVIMEN	626033.3329	9280429.288	41.0348
1144	pana	626033.3338	9280429.256	41.0454
1145	pana	626030.2106	9280429.333	40.9847
1146	pana	626025.9305	9280431.553	41.0392
1147	pana	626017.1309	9280399.691	41.081
1148	pana	626020.4771	9280398.541	41.0467
1149	pana	626023.9389	9280396.912	41.1336
1150	pana	626010.7025	9280364.442	40.9521
1151	pana	626014.1126	9280363.648	40.98
1152	pana	626007.4178	9280364.429	40.9635
1153	BZ	626030.2107	9280432.626	40.9334
1154	PAVIMEN	626025.0751	9280431.997	40.996
1155	PAVIMEN	626026.7632	9280434.646	41.0009
1156	PAVIMEN	626027.5839	9280437.761	41.0028
1157	BZ	626010.5878	9280439.193	41.1469
1158	PAVIMEN	626005.0202	9280437.411	41.0799
1159	PAVIMEN	626005.5534	9280440.275	41.0671
1160	PAVIMEN	626010.3085	9280441.948	41.1361
1161	PAVIMEN	625988.0714	9280445.284	41.0849
1162	PAVIMEN	625987.2893	9280441.956	41.1253
1163	PAVIMEN	625988.9637	9280448.17	41.1626
1164	SINPAV	625989.2687	9280449.779	41.1722
1165	SINPAV	625986.173	9280450.506	41.1372
1166	SINPAV	625983.407	9280451.355	41.1882
1167	BZ	625999.422	9280481.708	41.2635
1168	BZ	626001.0483	9280485.242	41.2286
1169	BZ	626001.7393	9280482.861	41.2151
1170	SINPAV	626011.72	9280509.401	41.25
1171	SINPAV	626007.941	9280511.089	41.341

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1172	SINPAV	626014.6369	9280508.553	41.2587
1173	BZ	626017.5255	9280525.368	41.31
1174	BZ	626022.0156	9280533.694	41.294
1175	SINPAV	626031.7577	9280570.228	40.914
1176	SINPAV	626034.1704	9280569.398	40.9167
1177	SINPAV	626037.694	9280568.567	40.9234
1178	SINPAV	626030.7899	9280570.878	40.9768
1179	SINPAV	626029.6558	9280574.096	40.9397
1180	SINPAV	626030.7226	9280577.69	40.9349
1181	SINPAV	626004.5782	9280582.028	40.9629
1182	SINPAV	626003.9911	9280586.366	40.858
1183	SINPAV	626002.2324	9280579.922	41.029
1184	SINPAV	625986.7626	9280584.716	40.784
1185	SINPAV	625986.6672	9280588.138	40.76
1186	SINPAV	625987.6354	9280587.585	40.77
1187	SINPAV	625987.4745	9280591.065	40.701
1188	BZ	626035.433	9280571.98	40.9316
1189	PAVIMEN	626039.0925	9280575.2	40.9574
1190	PAVIMEN	626038.3796	9280571.798	40.9365
1191	PAVIMEN	626037.6713	9280568.521	40.9179
1192	PAVIMEN	626064.8929	9280563.049	41.0053
1193	PAVIMEN	626063.95	9280560.256	40.9959
1194	BZ	626071.0205	9280560.413	40.9949
1195	pana	626073.2449	9280552.915	41.0697
1196	pana	626069.8082	9280553.962	40.9751
1197	pana	626065.6611	9280556.646	41.0217
1198	pana	626048.9113	9280507.946	41.0027
1199	pana	626051.1706	9280505.743	40.982
1200	pana	626056.8014	9280502.387	41.0513
1201	pana	626043.5071	9280460.944	40.9552
1202	pana	626039.496	9280461.894	40.9597
1203	pana	626034.9685	9280462.354	40.9603
1204	pana	626027.9789	9280438.108	41.0359
1205	pana	626031.607	9280437.39	40.9851
1206	pana	626035.491	9280436.058	41.0036
1207	PAVIMEN	626075.222	9280558.339	41.0325
1208	PAVIMEN	626078.2368	9280560.689	41.0282
1209	PAVIMEN	626077.862	9280557.323	41.034
1210	PAVIMEN	626076.4378	9280554.465	41.0316
1211	BZ	626122.3446	9280541.683	41.1571
1212	PAVIMEN	626118.8038	9280546.226	41.1746
1213	PAVIMEN	626118.2815	9280543.652	41.1317
1214	PAVIMEN	626118.2726	9280540.773	41.1592
1215	PAVIMEN	626121.6342	9280538.072	41.1022

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1216	PAVIMEN	626125.1492	9280536.769	41.1765
1217	PAVIMEN	626117.8895	9280538.873	41.1085
1218	PAVIMEN	626112.4463	9280494.359	40.9643
1219	PAVIMEN	626109.0625	9280494.579	40.9426
1220	PAVIMEN	626115.394	9280491.359	40.9462
1221	PAVIMEN	626106.12	9280463.668	40.9313
1222	PAVIMEN	626103.1669	9280464.641	40.8983
1223	PAVIMEN	626097.5947	9280437.374	40.8741
1224	PAVIMEN	626100.3879	9280435.792	40.8408
1225	PAVIMEN	626103.4352	9280434.763	40.834
1226	PAVIMEN	626091.3765	9280421.269	40.8213
1227	PAVIMEN	626090.8275	9280417.046	40.8195
1228	PAVIMEN	626097.1616	9280420.273	40.8614
1229	PAVIMEN	626100.3334	9280419.349	40.7932
1230	PAVIMEN	626125.4151	9280539.28	41.1951
1231	PAVIMEN	626125.9039	9280541.916	41.2051
1232	PAVIMEN	626146.048	9280527.636	41.1587
1233	PAVIMEN	626147.5071	9280530.665	41.1886
1234	PAVIMEN	626149.3714	9280533.282	41.1636
1235	PAVIMEN	626191.873	9280513.608	41.0551
1236	PAVIMEN	626190.5738	9280510.033	41.1077
1237	PAVIMEN	626193.0761	9280517.067	41.0742
1238	BZ	626194.2649	9280507.928	41.0312
1239	PAVIMEN	626194.2583	9280507.969	41.0241
1240	PAVIMEN	626197.1045	9280507.015	41.0552
1241	PAVIMEN	626199.7959	9280506.616	41.0112
1242	BZ	626186.884	9280460.832	40.9958
1243	PAVIMEN	626185.061	9280457.939	40.9457
1244	PAVIMEN	626185.0495	9280457.957	40.9404
1245	PAVIMEN	626186.9963	9280457.36	41.0664
1246	PAVIMEN	626188.7643	9280456.988	41.0567
1247	PAVIMEN	626177.0675	9280403.98	41.848
1248	PAVIMEN	626179.489	9280406.948	41.3437
1249	PAVIMEN	626175.996	9280406.648	41.554
1250	PAVIMEN	626212.2651	9280514.242	41.0919
1251	PAVIMEN	626211.836	9280512.254	41.0191
1252	PAVIMEN	626211.3737	9280510.54	41.05
1253	PAVIMEN	626210.8348	9280508.795	41.0227
1254	PAVIMEN	626210.5856	9280506.64	41.0183
1255	PAVIMEN	626210.0676	9280504.737	41.0143
1256	BZ	626205.0206	9280506.737	41.0075
1257	PAVIMEN	626198.0725	9280512.799	41.066
1258	PAVIMEN	626246.2978	9280495.11	41.2608
1259	PAVIMEN	626252.8912	9280489.068	41.3248

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1260	PAVIMEN	626254.0862	9280491.936	41.3078
1261	PAVIMEN	626255.0302	9280495.273	41.3731
1262	PAVIMEN	626255.9932	9280497.507	41.373
1263	PAVIMEN	626256.5862	9280499.249	41.3491
1264	PAVIMEN	626257.0379	9280501.297	41.3328
1265	BZ	626293.2283	9280481.613	41.4576
1266	PAVIMEN	626331.2678	9280468.418	41.5521
1267	PAVIMEN	626331.8083	9280470.416	41.5882
1268	PAVIMEN	626332.3927	9280472.259	41.5878
1269	PAVIMEN	626333.2944	9280475.192	41.6059
1270	PAVIMEN	626333.9423	9280477.026	41.5906
1271	PAVIMEN	626334.5203	9280479.151	41.684
1272	BZ	626339.1509	9280469.051	41.6139
1273	BM-10	626339.6027	9280469.281	41.6089
1274	SINPAV	626340.6963	9280463.514	41.5594
1275	SINPAV	626341.6338	9280469.671	41.5823
1276	SINPAV	626342.3242	9280472.535	41.5985
1277	SINPAV	626344.5355	9280479.586	41.7463
1278	PAVIMEN	626340.4961	9280463.009	41.5651
1279	PAVIMEN	626337.1206	9280464.149	41.6289
1280	PAVIMEN	626333.6655	9280464.865	41.5839
1281	BZ	626329.6682	9280424.134	41.5628
1282	PAVIMEN	626325.2765	9280383.126	41.4983
1283	PAVIMEN	626318.5279	9280384.278	41.4847
1284	PAVIMEN	626321.8849	9280383.672	41.5409
1285	SINPAV	626378.7516	9280457.913	41.9279
1286	SINPAV	626380.2573	9280463.243	41.9265
1287	SINPAV	626381.9298	9280470.002	41.9159
1288	SINPAV	626423.9678	9280459.387	42.4745
1289	SINPAV	626423.0011	9280455.495	42.4912
1290	SINPAV	626422.0084	9280450.599	42.6263
1291	SINPAV	626429.5907	9280450.356	42.712
1292	SINPAV	626430.5803	9280453.53	42.8692
1293	SINPAV	626431.3246	9280457.499	42.8686
1294	SINPAV	626461.903	9280443.647	45.2129
1295	SINPAV	626462.7932	9280446.249	45.1126
1296	SINPAV	626463.314	9280449.39	45.4099
1297	SINPAV	626468.5606	9280441.699	46.1329
1298	SINPAV	626465.3961	9280442.14	45.5755
1299	SINPAV	626462.8883	9280442.394	45.2882
1300	SINPAV	626462.1368	9280410.601	44.9585
1301	SINPAV	626460.4904	9280410.651	44.8319
1302	SINPAV	626458.9376	9280410.635	44.8834
1303	SINPAV	626457.5646	9280361.42	43.2073

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1304	SINPAV	626455.0246	9280361.868	43.0539
1305	SINPAV	626451.9739	9280362.366	42.7132
1306	SINPAV	626469.7862	9280443.065	46.0803
1307	SINPAV	626470.5219	9280445.705	45.9455
1308	SINPAV	626471.1551	9280448.534	46.2121
1309	SINPAV	626484.6285	9280444.967	47.2742
1310	SINPAV	626484.4444	9280442.329	47.0073
1311	SINPAV	626483.879	9280439.672	47.1992
1312	SINPAV	626513.9435	9280432.522	47.0553
1313	SINPAV	626514.1365	9280435.044	46.9217
1314	SINPAV	626514.3602	9280438.365	47.22
1315	SINPAV	626555.5817	9280435.731	45.4907
1316	SINPAV	626555.0927	9280432.752	45.4175
1317	SINPAV	626555.1049	9280429.107	45.4236
1318	SINPAV	626574.2459	9280436.518	45.2849
1319	SINPAV	626574.2461	9280432.183	45.314
1320	SINPAV	626573.752	9280428.078	45.2616
1321	SINPAV	626429.6431	9280460.703	42.8046
1322	SINPAV	626427.7667	9280461.397	42.6517
1323	SINPAV	626425.8695	9280461.702	42.56
1324	SINPAV	626431.4808	9280481.823	42.7704
1325	SINPAV	626433.892	9280481.537	42.7092
1326	SINPAV	626436.504	9280480.908	42.7878
1327	SINPAV	626435.3725	9280493.747	42.6405
1328	SINPAV	626435.8161	9280496.806	42.4389
1329	SINPAV	626438.5498	9280496.396	42.6138
1330	SINPAV	626442.1446	9280496.02	42.8592
1331	SINPAV	626438.5151	9280504.442	42.8307
1332	SINPAV	626436.029	9280501.405	42.5342
1333	SINPAV	626433.5829	9280498.721	42.4252
1334	SINPAV	626429.0067	9280502.109	42.4384
1335	SINPAV	626429.5424	9280503.979	42.4429
1336	SINPAV	626430.4733	9280506.576	42.6373
1337	SINPAV	626385.5273	9280512.383	41.8183
1338	SINPAV	626386.0392	9280515.193	41.7376
1339	SINPAV	626386.8558	9280518.224	41.904
1340	SINPAV	626354.5956	9280520.252	41.6949
1341	SINPAV	626355.4638	9280522.713	41.5426
1342	SINPAV	626356.2586	9280525.918	41.6101
1343	SINPAV	626352.0849	9280518.662	41.7362
1344	SINPAV	626349.2459	9280518.972	41.7825
1345	SINPAV	626346.2314	9280519.878	41.6751
1346	SINPAV	626340.9867	9280502.264	41.7308
1347	SINPAV	626344.098	9280501.154	41.7934

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1348	SINPAV	626347.3907	9280500.057	41.7823
1349	SINPAV	626342.909	9280482.615	41.7584
1350	SINPAV	626340.3597	9280482.958	41.715
1351	SINPAV	626336.1816	9280483.184	41.6984
1352	SINPAV	626354.4882	9280528.064	41.6189
1353	SINPAV	626351.8757	9280528.746	41.7507
1354	SINPAV	626348.6528	9280529.781	41.6296
1355	SINPAV	626358.736	9280567.137	41.732
1356	SINPAV	626361.887	9280566.894	41.768
1357	SINPAV	626365.823	9280566.607	41.735
1358	SINPAV	626366.4766	9280569.046	41.823
1359	SINPAV	626367.0928	9280572.713	41.781
1360	SINPAV	626364.2179	9280573.681	41.812
1361	SINPAV	626360.4026	9280574.785	41.745
1362	BZ	626361.9024	9280571.303	41.6948
1363	SINPAV	626406.5008	9280564.498	41.8374
1364	SINPAV	626408.1751	9280563.862	41.8152
1365	SINPAV	626410.6599	9280563.299	41.8754
1366	SINPAV	626413.8165	9280563.034	41.9561
1367	SINPAV	626415.5891	9280560.387	41.9037
1368	SINPAV	626414.9863	9280557.803	41.9916
1369	SINPAV	626413.6277	9280554.935	42.2219
1370	SINPAV	626406.5375	9280556.817	41.9427
1371	SINPAV	626407.23	9280560.464	41.8347
1372	SINPAV	626412.5843	9280582.991	41.7562
1373	SINPAV	626415.876	9280582.445	41.9032
1374	SINPAV	626418.8758	9280581.873	42.0776
1375	SINPAV	626424.8645	9280608.27	41.992
1376	SINPAV	626422.3663	9280608.71	41.9483
1377	SINPAV	626419.1539	9280609.617	41.9127
1378	SINPAV	626419.4007	9280612.192	41.963
1379	SINPAV	626419.6869	9280614.936	42.005
1380	SINPAV	626422.8549	9280614.776	41.982
1381	SINPAV	626426.1219	9280614.361	41.9268
1382	SINPAV	626379.9356	9280626.057	42.0369
1383	SINPAV	626379.0933	9280623.433	41.9763
1384	BZ	626377.7344	9280623.505	41.938
1385	SINPAV	626374.9429	9280620.694	41.9866
1386	SINPAV	626372.2798	9280620.907	42.0179
1387	SINPAV	626377.8058	9280618.831	42.0525
1388	SINPAV	626371.3273	9280621.964	41.9677
1389	SINPAV	626375.12	9280629.524	42.0947
1390	SINPAV	626377.6226	9280628.729	42.0008
1391	SINPAV	626380.2874	9280627.868	42.1231

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1392	PAVIMEN	626373.2881	9280628.331	41.9323
1393	PAVIMEN	626372.5084	9280625.389	41.9392
1394	PAVIMEN	626371.1586	9280622.001	41.97
1395	BZ	626331.9208	9280636.265	41.9121
1396	PAVIMEN	626314.7791	9280644.206	41.8553
1397	PAVIMEN	626313.3016	9280641.198	41.8734
1398	PAVIMEN	626310.8174	9280638.164	41.7985
1399	BZ	626286.7028	9280648.954	41.8024
1400	PAVIMEN	626250.2753	9280654.305	41.4336
1401	PAVIMEN	626251.0552	9280657.917	41.4817
1402	PAVIMEN	626252.289	9280661.068	41.4642
1403	PAVIMEN	626248.1252	9280652.959	41.434
1404	PAVIMEN	626245.1406	9280653.868	41.4718
1405	PAVIMEN	626241.6247	9280654.95	41.4809
1406	PAVIMEN	626237.0815	9280656.204	41.4368
1407	PAVIMEN	626234.1299	9280656.522	41.4218
1408	PAVIMEN	626230.786	9280657.125	41.3844
1409	BZ	626240.8978	9280660.518	41.4875
1410	BZ	626229.6812	9280635.763	41.4159
1411	BZ	626237.5439	9280622.594	41.3921
1412	PAVIMEN	626232.0505	9280593.242	41.2908
1413	PAVIMEN	626228.9034	9280594.125	41.3395
1414	PAVIMEN	626225.65	9280594.696	41.376
1415	PAVIMEN	626222.4127	9280595.764	41.3639
1416	PAVIMEN	626219.5758	9280596.391	41.319
1417	PAVIMEN	626216.1793	9280597.133	41.268
1418	BM-11	626251.2188	9280662.431	41.5784
1419	PAVIMEN	626251.3166	9280664.466	41.468
1420	PAVIMEN	626248.4372	9280665.388	41.5057
1421	PAVIMEN	626245.0211	9280666.68	41.5418
1422	PAVIMEN	626239.6351	9280668.212	41.515
1423	PAVIMEN	626237.1294	9280669.247	41.4726
1424	PAVIMEN	626233.6765	9280670.22	41.4031
1425	BZ	626251.4986	9280675.679	41.5216
1426	PAVIMEN	626268.7827	9280729.229	41.6031
1427	PAVIMEN	626265.5857	9280730.585	41.6534
1428	PAVIMEN	626261.5392	9280731.06	41.7076
1429	PAVIMEN	626255.4139	9280732.241	41.6562
1430	PAVIMEN	626252.5817	9280733.141	41.6272
1431	PAVIMEN	626248.6269	9280734.443	41.6055
1432	BZ	626256.0958	9280736.985	41.6728
1433	BZ	626274.8433	9280740.522	41.7321
1434	BZ	626266.613	9280734.635	41.671
1435	SINPAV	626280.48	9280739.914	41.7689

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1436	SINPAV	626279.9332	9280737.319	41.6964
1437	SINPAV	626279.2849	9280734.4	41.7849
1438	SINPAV	626320.9482	9280729.973	41.942
1439	SINPAV	626319.8012	9280727.207	42.0589
1440	SINPAV	626319.3318	9280724.269	41.9187
1441	SINPAV	626378.7427	9280706.709	41.9904
1442	SINPAV	626380.0989	9280709.272	42.0779
1443	SINPAV	626381.6649	9280712.788	41.948
1444	SINPAV	626391.5834	9280709.628	41.9062
1445	SINPAV	626390.9276	9280706.678	41.9037
1446	SINPAV	626388.6357	9280702.761	42.1078
1447	SINPAV	626391.7352	9280699.111	42.0194
1448	SINPAV	626394.8775	9280700.926	41.9444
1449	SINPAV	626399.7895	9280702.232	41.9138
1450	SINPAV	626401.2145	9280705.55	41.82
1451	SINPAV	626399.3962	9280698.88	41.9411
1452	SINPAV	626397.13	9280697.472	41.9584
1453	SINPAV	626394.554	9280698.432	41.976
1454	SINPAV	626248.7176	9280741.23	41.718
1455	SINPAV	626249.0984	9280744.126	41.6565
1456	SINPAV	626249.663	9280747.044	41.718
1457	SINPAV	626170.4809	9280764.414	41.5632
1458	SINPAV	626169.42	9280761.334	41.4761
1459	SINPAV	626170.597	9280754.817	41.4624
1460	SINPAV	626169.612	9280758.632	41.741
1461	SINPAV	626165.7232	9280755.738	41.4167
1462	SINPAV	626161.9725	9280756.642	41.3984
1463	BZ	626155.1533	9280706.56	41.2763
1464	SINPAV	626138.2254	9280639.248	41.2589
1465	SINPAV	626140.9325	9280638.819	41.2143
1466	SINPAV	626145.5957	9280638.024	41.246
1467	BZ	626133.2933	9280596.812	41.2538
1468	BZ	626119.6066	9280546.647	41.1485
1469	SINPAV	626122.5852	9280545.067	41.073
1470	SINPAV	626126.1952	9280543.13	41.1092
1471	compuerta i	626068.8833	9280566.901	40.9885
1472	pana	626068.9178	9280566.91	40.97
1473	pana	626072.7298	9280565.676	40.8371
1474	pana	626076.7492	9280563.872	41.0067
1475	pana	626080.6543	9280604.368	41.0389
1476	pana	626084.9915	9280603.367	41.0855
1477	pana	626086.9372	9280603.128	41.0036
1478	pana	626088.6312	9280602.302	41.1034
1479	pana	626119.0065	9280699.52	41.3656

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1480	pana	626110.7694	9280701.801	41.2501
1481	pana	626100.9524	9280705.061	41.2782
1482	BZ	626108.544	9280714.79	41.2645
1483	BZ	626121.5406	9280730.865	41.4088
1484	SINPAV	626133.9923	9280763.917	41.5038
1485	SINPAV	626134.7856	9280767.389	41.3953
1486	SINPAV	626140.116	9280771.518	41.4969
1487	SINPAV	626163.536	9280766.422	41.6285
1488	SINPAV	626162.522	9280763.514	41.5217
1489	SINPAV	626160.3776	9280759.656	41.4419
1490	pana	626130.8924	9280772.814	41.614
1491	pana	626136.1996	9280771.386	41.5009
1492	pana	626130.8722	9280772.027	41.5114
1493	pana	626124.583	9280773.296	41.409
1494	BZ	626120.4202	9280773.525	41.366
1495	BZ	626115.3676	9280773.525	41.7079
1496	PAVIMEN	626121.4677	9280806.562	41.5488
1497	PAVIMEN	626122.1604	9280810.453	41.5264
1498	PAVIMEN	626122.4879	9280813.549	41.6248
1499	BZ	626120.5421	9280810.803	41.5144
1500	PAVIMEN	626082.0304	9280814.33	41.4412
1501	PAVIMEN	626082.0136	9280817.045	41.4167
1502	PAVIMEN	626082.4447	9280821.025	41.4336
1503	PAVIMEN	626080.8167	9280811.988	41.459
1504	PAVIMEN	626076.8957	9280811.871	41.5091
1505	PAVIMEN	626072.0864	9280812.138	41.4705
1506	PAVIMEN	626067.609	9280765.675	41.4191
1507	BM-12	626070.7961	9280764.495	41.4661
1508	PAVIMEN	626074.4838	9280764.701	41.3909
1509	BZ	626066.6362	9280736.053	41.3972
1510	BZ	626057.4779	9280681.358	41.3303
1511	PAVIMEN	626055.4806	9280652.84	41.2708
1512	PAVIMEN	626051.9763	9280652.676	41.3238
1513	PAVIMEN	626048.0618	9280652.78	41.2252
1514	SINPAV	626031.3671	9280578.482	40.9266
1515	PAVIMEN	626031.3576	9280578.468	40.9197
1516	PAVIMEN	626034.669	9280577.939	40.9272
1517	PAVIMEN	626039.0484	9280576.833	41.0024
1518	PAVIMEN	626079.4559	9280821.177	41.4652
1519	BM-12	626079.3277	9280822.271	41.644
1520	BZ	626075.9846	9280819.724	41.5204
1521	PAVIMEN	626069.2381	9280817.248	41.4235
1522	PAVIMEN	626067.6332	9280821.312	41.4255
1523	PAVIMEN	626068.0512	9280824.523	41.438

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1524	SINPAV	626029.8748	9280831.298	41.324
1525	SINPAV	626029.1054	9280827.783	41.395
1526	SINPAV	626029.5035	9280823.716	41.416
1527	PAVIMEN	626071.1867	9280825.726	41.4472
1528	PAVIMEN	626074.8013	9280824.834	41.4952
1529	PAVIMEN	626078.6023	9280823.416	41.5427
1530	PAVIMEN	626080.9785	9280838.615	41.5079
1531	PAVIMEN	626078.1539	9280839.459	41.5513
1532	PAVIMEN	626073.6681	9280840.97	41.509
1533	PAVIMEN	626077.754	9280868.119	41.5516
1534	PAVIMEN	626081.5045	9280867.214	41.5887
1535	PAVIMEN	626086.3918	9280866.528	41.5713
1536	SINPAV	626077.5281	9280868.511	41.5447
1537	SINPAV	626077.6312	9280872.012	41.5404
1538	SINPAV	626078.4729	9280875.711	41.6575
1539	BZ	626035.4533	9280878.577	41.386
1540	SINPAV	626031.4946	9280884.042	41.5065
1541	SINPAV	626030.2417	9280880.495	41.526
1542	SINPAV	626029.5306	9280877.314	41.509
1543	SINPAV	626057.553	9280872.028	41.5305
1544	SINPAV	626058.0831	9280874.81	41.4795
1545	SINPAV	626059.1439	9280878.975	41.4767
1546	SINPAV	626079.6267	9280875.975	41.6822
1547	SINPAV	626082.7382	9280875.719	41.64
1548	SINPAV	626086.7454	9280874.645	41.6258
1549	SINPAV	626085.0856	9280919.291	41.8303
1550	SINPAV	626085.3042	9280921.297	41.7537
1551	SINPAV	626090.104	9280919.055	41.8053
1552	SINPAV	626095.034	9280918.776	41.943
1553	SINPAV	626083.23	9280926.27	41.7962
1554	SINPAV	626081.9899	9280922.522	41.857
1555	SINPAV	626083.5317	9280929.984	41.6441
1556	PAVIMEN	626087.2979	9280873.201	41.6175
1557	PAVIMEN	626087.0925	9280870.148	41.6139
1558	PAVIMEN	626086.8438	9280867.086	41.5854
1559	PAVIMEN	626115.544	9280861.599	41.7412
1560	PAVIMEN	626116.115	9280864.61	41.7082
1561	PAVIMEN	626116.9253	9280866.228	41.83
1562	BZ	626133.5293	9280861.05	41.7829
1563	PAVIMEN	626133.978	9280857.771	41.8274
1564	PAVIMEN	626134.0446	9280863.168	41.9792
1565	PAVIMEN	626134.0056	9280863.929	41.7867
1566	pana	626139.578	9280857.356	41.8026
1567	pana	626139.726	9280856.483	41.7813

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1568	pana	626142.9841	9280855.724	41.8698
1569	pana	626146.9736	9280854.908	41.7869
1570	pana	626154.1661	9280850.218	41.726
1571	pana	626144.8149	9280809.993	41.6545
1572	pana	626138.3928	9280810.611	41.5864
1573	pana	626138.2661	9280810.689	41.6106
1574	pana	626133.2738	9280811.758	41.6505
1575	pana	626130.1077	9280812.608	41.5631
1576	pana	626127.2778	9280812.222	41.4989
1577	BZ	626127.2906	9280812.15	41.5018
1578	pana	626124.2796	9280814.188	41.5619
1579	SINPAV	626156.2453	9280853.258	41.911
1580	SINPAV	626157.4709	9280855.968	41.9095
1581	SINPAV	626157.9081	9280858.527	41.8658
1582	SINPAV	626158.0032	9280858.523	41.8675
1583	BZ	626201.3785	9280846.824	42.0503
1584	SINPAV	626246.2145	9280841.384	42.084
1585	SINPAV	626246.0377	9280839.497	42.085
1586	SINPAV	626245.6922	9280834.518	41.6754
1587	BZ	626249.667	9280836.155	42.0737
1588	SINPAV	626246.469	9280842.457	41.9921
1589	SINPAV	626250.1565	9280841.776	41.9411
1590	SINPAV	626255.2469	9280840.309	42.0574
1591	SINPAV	626255.2796	9280838.841	42.1293
1592	SINPAV	626254.9104	9280836.189	42.1542
1593	SINPAV	626253.9467	9280832.83	41.8331
1594	SINPAV	626296.8081	9280827.485	42.168
1595	SINPAV	626296.5093	9280825.306	42.132
1596	SINPAV	626295.9662	9280822.801	42.044
1597	SINPAV	626295.2868	9280821.659	42.168
1598	PAVIMEN	626298.6401	9280820.73	42.176
1599	PAVIMEN	626301.7296	9280820.262	42.137
1600	BZ	626299.7329	9280823.137	42.156
1601	PAVIMEN	626294.8571	9280795.766	41.9454
1602	PAVIMEN	626291.6903	9280796.46	41.9817
1603	PAVIMEN	626288.3355	9280796.87	41.9133
1604	PAVIMEN	626275.3744	9280755.51	41.7161
1605	PAVIMEN	626278.6581	9280753.861	41.8328
1606	PAVIMEN	626282.7424	9280753.262	41.78
1607	PAVIMEN	626303.8533	9280827.723	42.132
1608	PAVIMEN	626300.6564	9280828.54	42.17
1609	PAVIMEN	626297.6574	9280829.597	42.1506
1610	PAVIMEN	626310.5028	9280884.026	42.2507
1611	PAVIMEN	626314.1611	9280883.229	42.2684

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1612	BZ	626314.4405	9280884.254	42.2917
1613	PAVIMEN	626318.5128	9280883.349	42.2894
1614	SINPAV	626309.3711	9280885.527	42.2345
1615	SINPAV	626309.7574	9280888.353	42.2135
1616	SINPAV	626310.491	9280891.07	42.3122
1617	PAVIMEN	626312.4672	9280891.998	42.2552
1618	PAVIMEN	626315.9651	9280891.037	42.3081
1619	PAVIMEN	626320.205	9280889.782	42.3265
1620	SINPAV	626271.0739	9280893.85	42.2796
1621	SINPAV	626271.3124	9280896.486	42.1374
1622	SINPAV	626271.8234	9280899.551	42.1942
1623	SINPAV	626270.4775	9280900.202	42.163
1624	SINPAV	626267.279	9280901.449	42.1768
1625	SINPAV	626262.8861	9280902.532	42.3616
1626	SINPAV	626261.2517	9280895.273	42.4041
1627	SINPAV	626264.7699	9280894.368	42.1748
1628	SINPAV	626270.9059	9280893.552	42.2949
1629	BZ	626266.3295	9280896.867	42.5694
1630	BZ	626280.7433	9280957.915	42.5844
1631	SINPAV	626290.4467	9280999.313	42.2789
1632	SINPAV	626286.24	9281000.54	42.3527
1633	SINPAV	626293.8654	9280998.816	42.4747
1634	BZ	626295.4734	9281017.612	42.5514
1635	SINPAV	626299.278	9281019.392	42.4923
1636	SINPAV	626295.1947	9281019.529	42.2457
1637	SINPAV	626290.9573	9281020.184	42.4408
1638	SINPAV	626298.0702	9281016.956	42.3018
1639	SINPAV	626297.3163	9281013.723	42.2532
1640	SINPAV	626296.8992	9281011.681	42.3116
1641	SINPAV	626338.9445	9281010.437	42.6015
1642	SINPAV	626338.2035	9281007.833	42.5676
1643	SINPAV	626337.0297	9281004.296	42.6457
1644	SINPAV	626337.1175	9281004.253	42.635
1645	PAVIMEN	626338.5116	9281002.374	42.5453
1646	PAVIMEN	626341.3076	9281001.631	42.6226
1647	PAVIMEN	626345.8417	9281000.226	42.5322
1648	PAVIMEN	626347.8485	9281002.425	42.5898
1649	PAVIMEN	626348.4298	9281004.583	42.5666
1650	PAVIMEN	626348.8577	9281008.249	42.8465
1651	PAVIMEN	626346.4906	9281011.626	42.6042
1652	PAVIMEN	626344.0442	9281012.338	42.6493
1653	PAVIMEN	626341.2044	9281013.035	42.6494
1654	BZ	626344.4272	9281007.353	42.639
1655	BZ	626358.185	9281066.277	42.8362

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1656	SINPAV	626354.1129	9281066.971	42.73
1657	BZ	626362.1558	9281072.758	42.8926
1658	SINPAV	626362.326	9281066.843	42.8939
1659	SINPAV	626365.403	9281068.304	43.087
1660	SINPAV	626366.6816	9281071.127	43.0722
1661	SINPAV	626369.0199	9281072.606	43.1141
1662	SINPAV	626365.4828	9281068.331	43.024
1663	SINPAV	626386.3881	9281063.685	43.6812
1664	SINPAV	626386.8042	9281065.952	43.7524
1665	SINPAV	626387.4036	9281067.919	43.6833
1666	SINPAV	626407.8129	9281064.011	44.7095
1667	SINPAV	626406.5858	9281059.639	44.7094
1668	SINPAV	626407.4659	9281061.824	44.719
1669	SINPAV	626408.2426	9281063.78	44.7547
1670	SINPAV	626425.7487	9281053.529	46.1236
1671	SINPAV	626429.1622	9281051.851	46.1207
1672	SINPAV	626430.0257	9281054.143	46.2695
1673	SINPAV	626430.3601	9281056.316	46.3153
1674	SINPAV	626392.2691	9281114.987	43.8085
1675	SINPAV	626388.2865	9281118.247	43.7262
1676	SINPAV	626396.135	9281113.398	44.0052
1677	SINPAV	626430.8258	9281170.701	45.1882
1678	SINPAV	626435.2776	9281168.204	45.5939
1679	SINPAV	626435.2874	9281168.206	45.6006
1680	SINPAV	626428.5678	9281174.831	45.1323
1681	SINPAV	626445.8328	9281199.262	46.1073
1682	SINPAV	626449.6145	9281196.874	45.9686
1683	SINPAV	626453.6837	9281194.66	46.232
1684	BZ	626451.1231	9281198.261	46.16
1685	SINPAV	626474.4816	9281221.879	46.1962
1686	SINPAV	626471.8512	9281225.23	45.7784
1687	SINPAV	626468.2543	9281229.456	45.8809
1688	SINPAV	626485.2841	9281253.176	45.6077
1689	SINPAV	626488.9655	9281250.728	45.6602
1690	SINPAV	626496.3496	9281251.152	45.8784
1691	BZ	626493.6352	9281256.031	45.7327
1692	SINPAV	626491.8138	9281260.872	45.659
1693	SINPAV	626494.6001	9281264.804	45.8953
1694	SINPAV	626498.0342	9281263.092	45.8491
1695	SINPAV	626504.0094	9281259.729	45.9696
1696	SINPAV	626539.3771	9281313.619	45.6154
1697	SINPAV	626536.0146	9281315.836	45.6452
1698	SINPAV	626570.2825	9281296.003	45.9321
1699	SINPAV	626571.2131	9281299.459	46.5465

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1700	SINPAV	626571.6461	9281303.344	46.5418
1701	SINPAV	626534.286	9281241.735	46.1903
1702	SINPAV	626531.8168	9281238.851	46.4001
1703	SINPAV	626527.8055	9281233.59	46.2202
1704	SINPAV	626504.3195	9281259.523	46.001
1705	SINPAV	626500.956	9281255.839	45.8446
1706	SINPAV	626500.9324	9281255.698	45.8545
1707	SINPAV	626496.8003	9281251.653	45.8392
1708	SINPAV	626539.8452	9281313.653	45.6676
1709	SINPAV	626543.4205	9281316.791	45.6073
1710	SINPAV	626550.7775	9281321.358	45.4961
1711	SINPAV	626552.3212	9281326.419	45.3972
1712	SINPAV	626555.2718	9281334.308	45.389
1713	SINPAV	626548.4441	9281334.378	45.3179
1714	SINPAV	626537.2157	9281332.215	45.3655
1715	SINPAV	626534.9389	9281328.63	45.1344
1716	SINPAV	626538.3746	9281322.902	45.4255
1717	SINPAV	626533.3104	9281324.696	45.2638
1718	BZ	626544.0997	9281321.64	45.48
1719	BZ	626550.431	9281321.479	45.4123
1720	pana	626551.2763	9281310.353	45.8686
1721	pana	626558.5854	9281307.682	45.9453
1722	SINPAV	626565.2515	9281304.604	46.2187
1723	SINPAV	626573.5356	9281300.495	46.4737
1724	BM-13	626539.7694	9281313.26	45.9893
1725	SINPAV	626518.7685	9281329.444	44.7341
1726	SINPAV	626517.0474	9281333.338	44.5011
1727	SINPAV	626517.1183	9281338.005	44.649
1728	SINPAV	626484.2939	9281346.24	43.3477
1729	SINPAV	626481.4398	9281341.514	43.3973
1730	SINPAV	626486.6848	9281349.182	43.4592
1731	SINPAV	626483.057	9281353.41	43.3662
1732	SINPAV	626479.1709	9281357.962	43.3023
1733	SINPAV	626474.7075	9281363.128	43.4103
1734	DREN SALIDA	626473.0832	9281364.694	43.2015
1735	DREN SALIDA	626472.8194	9281365.277	41.7936
1736	DREN SALIDA	626469.697	9281366.631	43.1284
1737	DREN SALIDA	626469.8112	9281366.491	41.7616
1738	SINPAV	626471.5204	9281341.425	43.1668
1739	SINPAV	626474.5158	9281339.712	43.2207
1740	SINPAV	626478.9159	9281337.466	43.2975
1741	SINPAV	626464.4847	9281315.767	43.1122
1742	SINPAV	626461.0557	9281317.315	43.3816
1743	SINPAV	626458.3358	9281319.496	43.3228

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1744	SINPAV	626450.5943	9281307.255	43.2722
1745	SINPAV	626452.3806	9281305.278	43.4605
1746	SINPAV	626455.816	9281302.257	43.0939
1747	SINPAV	626439.6322	9281288.637	43.2842
1748	SINPAV	626438.4181	9281286.355	43.254
1749	SINPAV	626436.7574	9281282.969	43.2184
1750	SINPAV	626440.8205	9281279.572	43.228
1751	SINPAV	626444.5188	9281282.223	43.3564
1752	SINPAV	626447.0743	9281285.632	43.3262
1753	SINPAV	626444.6078	9281287.73	43.3596
1754	SINPAV	626462.2917	9281276.615	44.0423
1755	SINPAV	626460.5926	9281273.743	44.0211
1756	SINPAV	626458.036	9281270.635	44.0373
1757	SINPAV	626421.5051	9281314.981	43.314
1758	SINPAV	626420.5551	9281317.83	43.2039
1759	SINPAV	626419.1683	9281321.02	43.3846
1760	SINPAV	626394.3804	9281305.631	43.5411
1761	SINPAV	626392.5188	9281302.768	43.504
1762	SINPAV	626391.1599	9281297.973	43.5766
1763	SINPAV	626395.3361	9281307.817	43.5393
1764	SINPAV	626394.9464	9281311.021	43.5115
1765	SINPAV	626394.1057	9281314.717	43.58
1766	SINPAV	626388.7969	9281307.969	43.5714
1767	SINPAV	626388.6752	9281310.393	43.4889
1768	SINPAV	626496.8003	9281251.653	45.8392
1769	SINPAV	626388.2076	9281312.88	43.5934
1770	SINPAV	626530.678	9281319.373	45.6676
1771	SINPAV	626389.3071	9281305.489	43.596
1772	SINPAV	626543.4205	9281316.791	45.6073
1773	SINPAV	626388.5627	9281302.29	43.4932
1774	SINPAV	626550.7775	9281321.358	45.4961
1775	SINPAV	626387.5864	9281299.203	43.4319
1776	SINPAV	626552.3212	9281326.419	45.3972
1777	SINPAV	626322.0271	9281324.242	43.3144
1778	SINPAV	626321.2094	9281320.901	43.3679
1779	SINPAV	626319.6777	9281317.102	43.6974
1780	SINPAV	626274.2913	9281324.043	43.415
1781	SINPAV	626273.2279	9281328.233	43.2788
1782	SINPAV	626538.3746	9281322.902	45.4255
1783	SINPAV	626272.7701	9281334.074	43.5349
1784	BZ	626272.7284	9281330.049	43.3903
1785	BZ	626274.1516	9281329.1	43.3805
1786	pana	626256.1076	9281321.905	43.8416
1787	pana	626254.7194	9281321.949	43.8827

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1788	pana	626250.9278	9281321.839	43.9097
1789	pana	626247.8476	9281321.829	43.82
1790	pana	626245.5046	9281322.009	43.8135
1791	pana	626233.244	9281269.049	43.636
1792	pana	626236.5493	9281268.236	43.498
1793	pana	626240.2794	9281268.831	43.6374
1794	pana	626242.915	9281266.81	43.6008
1795	pana	626244.4902	9281266.171	43.5507
1796	pana	626232.4205	9281212.353	43.2651
1797	pana	626230.908	9281212.653	43.3311
1798	pana	626227.3005	9281212.519	43.4419
1799	pana	626223.9064	9281213.29	43.3418
1800	pana	626221.6641	9281213.891	43.3823
1801	pana	626209.0466	9281159.752	43.2194
1802	pana	626211.2076	9281159.377	43.2727
1803	pana	626214.3454	9281158.418	43.3129
1804	pana	626217.7595	9281157.9	43.2446
1805	pana	626219.7228	9281157.162	43.1566
1806	pana	626234.874	9281147.105	42.809
1807	pana	626240.5006	9281149.296	42.765
1808	pana	626241.4874	9281153.652	42.858
1809	pana	626280.4582	9281139.654	42.777
1810	pana	626278.9353	9281133.534	42.874
1811	BZ	626283.7706	9281138.412	42.731
1812	BZ	626284.4656	9281144.733	42.824
1813	BZ	626290.7644	9281143.957	42.774
1814	loza	626300.443	9281143.345	42.859
1815	SINPAV	626312.8939	9281181.269	42.823
1816	loza	626312.9752	9281181.411	42.822
1817	SINPAV	626306.9557	9281183.771	42.905
1818	SINPAV	626296.232	9281189.73	42.929
1819	loza	626312.8832	9281181.5	42.835
1820	SINPAV	626315.6497	9281187.466	42.899
1821	SINPAV	626318.7319	9281195.724	42.923
1822	SINPAV	626338.7061	9281189.256	42.839
1823	SINPAV	626334.7997	9281182.241	42.768
1824	SINPAV	626331.9769	9281175.297	42.825
1825	loza	626332.0651	9281174.999	42.854
1826	loza	626331.9502	9281175.115	42.825
1827	SINPAV	626342.867	9281169.749	42.871
1828	SINPAV	626349.6519	9281165.9	42.886
1829	SINPAV	626356.5114	9281162.074	42.851
1830	SINPAV	626360.6267	9281184.497	42.866
1831	SINPAV	626364.8505	9281181.486	42.806

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1832	SINPAV	626369.269	9281179.22	42.814
1833	SINPAV	626339.2907	9281129.71	42.616
1834	loza	626319.5357	9281137.071	42.847
1835	SINPAV	626317.4354	9281131.036	42.732
1836	SINPAV	626314.5248	9281123.25	42.813
1837	SINPAV	626296.2774	9281128.444	42.797
1838	SINPAV	626298.1842	9281135.128	42.764
1839	loza	626300.5654	9281143.314	42.841
1840	SINPAV	626322.6074	9281118.7	42.5545
1841	SINPAV	626326.8979	9281115.803	42.5028
1842	SINPAV	626331.3455	9281114.413	42.4444
1843	SINPAV	626315.1141	9281080.926	42.5092
1844	SINPAV	626309.311	9281081.486	42.6084
1845	SINPAV	626312.943	9281073.194	42.5256
1846	BZ	626307.2375	9281079.946	42.8052
1847	SINPAV	626354.231	9281069.326	42.7925
1848	SINPAV	626354.0105	9281066.266	42.765
1849	SINPAV	626356.0554	9281072.838	42.8542
1850	SINPAV	626302.3995	9281074.182	42.4887
1851	SINPAV	626302.0792	9281077.788	42.4358
1852	SINPAV	626301.4355	9281082.168	42.5332
1853	SINPAV	626289.9983	9281082.435	42.5551
1854	SINPAV	626288.8423	9281078.997	42.4129
1855	SINPAV	626288.2908	9281075.321	42.4006
1856	SINPAV	626266.1384	9281075.301	42.3612
1857	SINPAV	626265.9501	9281079.1	42.3489
1858	SINPAV	626265.9984	9281083.077	42.5029
1859	BZ	626262.1372	9281080.196	42.5867
1860	SINPAV	626255.2096	9281078.378	42.4868
1861	SINPAV	626255.264	9281081.502	42.4107
1862	SINPAV	626255.2304	9281083.885	42.4508
1863	SINPAV	626214.5669	9281083.728	42.8755
1864	SINPAV	626215.3842	9281087.391	42.798
1865	SINPAV	626216.632	9281091.029	42.7627
1866	SINPAV	626204.608	9281093.909	42.918
1867	pana	626202.9882	9281094.074	42.9553
1868	pana	626199.5037	9281094.597	43.0707
1869	pana	626196.1109	9281094.844	43.0023
1870	pana	626195.1857	9281095.085	43.0197
1871	pana	626185.5386	9281056.344	42.8173
1872	pana	626186.8518	9281055.885	42.7769
1873	pana	626190.0954	9281055.234	42.8482
1874	pana	626193.4201	9281054.987	42.7881
1875	pana	626195.8714	9281054.856	42.9096

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1876	pana	626183.6573	9281005.918	42.5867
1877	pana	626182.1277	9281006.088	42.5545
1878	pana	626178.3522	9281006.256	42.6249
1879	pana	626178.5893	9281006.076	42.6417
1880	pana	626175.123	9281006.057	42.5752
1881	pana	626172.7575	9281006.65	42.5662
1882	SINPAV	626169.085	9281008.224	42.6857
1883	SINPAV	626168.3276	9281005.74	42.7012
1884	SINPAV	626168.368	9281003.505	42.7888
1885	SINPAV	626132.967	9281010.184	42.6004
1886	SINPAV	626133.51	9281013.763	42.5509
1887	SINPAV	626133.908	9281017.089	42.6627
1888	DREN SALIDA	625984.1438	9281414.187	42.0159
1889	DREN SALIDA	625983.8893	9281414.049	40.7352
1890	DREN SALIDA	625983.0872	9281411.939	41.9538
1891	DREN SALIDA	625983.1012	9281412.209	40.6982
1892	DREN SALIDA	625984.9439	9281411.191	41.9231
1893	DREN SALIDA	625985.1503	9281411.384	40.9563
1894	DREN SALIDA	625985.3996	9281411.977	40.9097
1895	DREN SALIDA	625984.9886	9281413.414	41.9762
1896	DREN SALIDA	625985.1838	9281413.408	40.912
1897	DREN SALIDA	626009.7541	9281407.138	41.9988
1898	DREN SALIDA	626009.6513	9281406.461	40.9901
1899	DREN SALIDA	626009.6932	9281406.192	40.958
1900	DREN SALIDA	626009.5119	9281404.239	42.0344
1901	DREN SALIDA	626009.497	9281404.491	41.0016
1902	DREN SALIDA	626020.2706	9281400.5	42.4242
1903	DREN SALIDA	626020.4705	9281400.521	40.9485
1904	DREN SALIDA	626021.4393	9281402.409	42.8403
1905	DREN SALIDA	626021.4361	9281402.415	42.544
1906	DREN SALIDA	626021.2113	9281402.132	40.8761
1907	DREN SALIDA	626103.5375	9281379.936	42.6753
1908	DREN SALIDA	626103.2801	9281379.275	41.1369
1909	DREN SALIDA	626166.7037	9281363.681	42.7638
1910	DREN SALIDA	626166.3873	9281363.053	41.3521
1911	DREN SALIDA	626212.3209	9281351.389	42.7029
1912	DREN SALIDA	626212.167	9281351.365	41.3643
1913	DREN SALIDA	626211.7267	9281350.2	41.5478
1914	puente-sal	626216.6813	9281350.357	43.5354
1915	puente-sal	626217.4659	9281350.795	43.6072
1916	puente-sal	626219.1106	9281347.359	43.5928
1917	puente-sal	626218.2527	9281346.998	43.5968
1918	puente-sal	626226.3706	9281348.157	43.6063
1919	puente-sal	626227.3008	9281348.571	43.6719

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1920	punte-sal	626228.3099	9281344.902	43.5765
1921	punte-sal	626228.9824	9281345.136	43.4961
1922	punte-sal	626250.2778	9281345.947	43.955
1923	punte-sal	626251.0105	9281345.824	43.9471
1924	punte-sal	626250.0186	9281339.228	44.0415
1925	punte-sal	626249.3976	9281339.283	44.0387
1926	punte-sal	626258.2459	9281336.627	44.0558
1927	punte-sal	626258.5903	9281336.393	44.0638
1928	punte-sal	626259.7238	9281344.5	44.0533
1929	punte-sal	626260.2851	9281344.496	44.0121
1930	punte-sal	626295.6687	9281334.805	43.0365
1931	punte-sal	626295.5615	9281334.167	41.5179
1932	punte-sal	626317.1026	9281331.005	42.9866
1933	punte-sal	626317.2413	9281330.329	41.4921
1934	punte-sal	626332.2168	9281327.856	43.0474
1935	punte-sal	626332.0053	9281327.317	41.5086
1936	punte-sal	626353.0033	9281321.666	43.1036
1937	punte-sal	626353.0184	9281321.061	41.6041
1938	punte-sal	626353.0711	9281319.854	41.5784
1939	punte-sal	626351.7755	9281319.038	41.5845
1940	punte-sal	626351.4515	9281318.388	43.0949
1941	punte-sal	626328.2772	9281325.134	43.0363
1942	punte-sal	626328.2437	9281325.818	41.5551
1943	punte-sal	626292.5199	9281331.69	42.9695
1944	punte-sal	626292.4083	9281332.17	41.4901
1945	punte-sal	626292.4263	9281332.328	41.4976
1946	SIN PAV	625753.0174	9280115.984	40.082
1947	SIN PAV	625755.7534	9280117.176	40.092
1948	SIN PAV	625796.1801	9280112.034	39.875
1949	SIN PAV	625793.1013	9280109.825	39.951
1950	SIN PAV	625795.2688	9280106.032	39.9132
1951	SIN PAV	625810.7074	9280004.208	40.356
1952	SIN PAV	625812.7171	9280003.22	40.432
1953	SIN PAV	625815.2334	9280002.798	40.468
1954	SIN PAV	625797.8629	9279951.461	40.513
1955	SIN PAV	625800.2244	9279951.918	40.592
1956	SIN PAV	625802.1675	9279949.059	40.631
1957	SIN PAV	626440.6619	9280687.39	42.031
1958	SIN PAV	626442.9854	9280690.163	41.993
1959	SIN PAV	626444.3727	9280693.125	42.047
1960	SIN PAV	626394.874	9280711.6	41.943
1961	SIN PAV	626397.7119	9280710.356	41.986
1962	SIN PAV	626400.3399	9280708.319	41.913
1963	SIN PAV	626418.5055	9280782.168	41.882

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1964	SIN PAV	626413.9672	9280778.037	41.843
1965	SIN PAV	626419.9329	9280776.719	41.792
1966	SIN PAV	626433.3922	9280845.475	42.052
1967	SIN PAV	626436.0177	9280843.525	41.984
1968	SIN PAV	626439.0973	9280844.425	42.012
1981	DREN SALIDA	626165.9552	9281361.151	42.897
1982	DREN SALIDA	626166.073	9281361.647	41.49
1983	DREN SALIDA	626102.9469	9281378.169	41.134
1984	DREN SALIDA	626102.797	9281377.206	42.693
1985	DREN SALIDA	626211.4236	9281348.846	42.659
1986	DREN SALIDA	626211.3445	9281349.022	41.55
1987	DREN SALIDA	626166.3207	9281362.386	41.324
1988	DREN SALIDA	626316.8503	9281327.889	41.537
1989	DREN SALIDA	626317.18	9281327.361	42.867
1990	DREN SALIDA	626294.17	9281333.351	41.509
1991	DREN SALIDA	626317.0332	9281329.213	41.504
1992	DREN SALIDA	626330.1245	9281326.568	41.532
1993	pana	626256.3547	9281328.051	43.959
1994	pana	626257.5775	9281332.614	44.002
1995	SIN PAV	626293.5337	9281321.1	43.535
1996	SIN PAV	626294.4638	9281325.776	43.393
1997	SIN PAV	626293.9846	9281329.437	43.3364
1998	DREN SALIDA	626471.3153	9281365.884	41.778
2003	DREN SALIDA	626392.7254	9281336.972	43.112
2004	DREN SALIDA	626393.0938	9281336.258	41.596
2005	DREN SALIDA	626393.4844	9281335.472	41.5975
2006	DREN SALIDA	626394.1912	9281334.704	41.631
2008	DREN SALIDA	626438.1597	9281354.479	43.122
2009	DREN SALIDA	626438.757	9281353.297	41.673
2010	DREN SALIDA	626439.1456	9281352.533	41.643
2011	DREN SALIDA	626439.7511	9281351.663	41.695
2012	DREN SALIDA	626440.4103	9281350.785	43.163
2013	DREN SALIDA	626394.6019	9281333.991	43.176
2014	SIN PAV	626488.8863	9281257.422	45.636
2015	SIN PAV	626299.7627	9281200.153	42.953
2016	SIN PAV	626326.1086	9281134.622	42.649
2017	SIN PAV	626333.8405	9281131.741	42.678
2018	SIN PAV	626307.6713	9281073.688	42.507
2019	SIN PAV	626314.1669	9281077.549	42.492
2020	PAVIMEN	626195.9428	9280518.49	41.076
2021	PAVIMEN	626199.2073	9280517.64	41.116
2022	PAVIMEN	626202.4717	9280516.791	41.154
2023	PAVIMEN	626205.7362	9280515.941	41.147
2024	PAVIMEN	626209.0006	9280515.092	41.124

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2025	Dren 1	625841.604	9279880.513	40.83
2026	Dren 1	625841.8458	9279882.008	38.26
2027	Dren 1	625842.0838	9279882.621	38.24
2028	Dren 1	625842.2829	9279883.256	38.24
2029	Dren 1	625842.7336	9279884.522	40.8
2034	SIN PAV	626272.833	9281320.013	43.791
2035	SIN PAV	626259.0895	9281263.635	43.491
2036	SIN PAV	626250.753	9281231.678	43.352
2037	SIN PAV	626245.9992	9281210.06	43.232
2038	SIN PAV	626240.9522	9281183.127	43.178
2039	SIN PAV	626230.6051	9281155.407	42.907
2040	pana	626218.5069	9281152.074	43.137
2042	SIN PAV	626211.0885	9281092.816	42.821
2045	SIN PAV	626203.1295	9281054.415	42.813
2046	SIN PAV	626190.0258	9281005.62	42.456
2047	pana	626139.4821	9280862.691	41.805
2048	pana	626144.3637	9280861.596	41.831
2049	pana	626149.5245	9280860.422	41.838
2050	pana	626154.2822	9280859.361	41.855
2051	SIN PAV	626151.8516	9280706.609	41.339
2052	SIN PAV	626160.261	9280706.533	41.373
2053	SIN PAV	626444.2879	9280502.337	42.845
2063	PAVIMEN	626319.3589	9280886.566	42.308
2075	PAVIMEN	625965.1887	9280417.642	41.151
2076	PAVIMEN	625964.3304	9280414.277	41.1
2077	PAVIMEN	625968.4979	9280417.109	41.131
2078	PAVIMEN	625971.3407	9280416.65	41.114
2079	SIN PAV	626270.9882	9280741.521	41.73
2080	SIN PAV	626270.9351	9280739.305	41.685
2081	SIN PAV	626270.462	9280736.371	41.766
2082	SIN PAV	625984.631	9280441.047	41.125
2083	SIN PAV	625982.7281	9280441.839	41.129
2084	SIN PAV	625979.6488	9280442.722	41.174
2085	DF	626022.7128	9280887.1	41.521
2086	DF	626020.6589	9280883.125	41.538
2087	DF	626020.0766	9280880.369	41.541
2088	DF	626019.591	9280835.553	41.389
2089	DF	626018.7485	9280833.637	41.371
2090	DF	626019.009	9280829.54	41.378
2091	DF	626017.6553	9280824.656	41.391
2092	DF	625973.0884	9280597.242	40.789
2093	DF	625972.257	9280593.333	40.708
2094	DF	625971.2408	9280588.132	40.771
2095	DF	625982.3272	9280585.206	40.759

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2096	DF	625854.0444	9280446.787	40.205
2097	DF	625850.4458	9280443.047	40.286
2098	DF	625847.6204	9280436.886	40.394
2099	DF	625846.0721	9280430.469	40.256
2100	DF	625748.5321	9280206.966	39.7215
2101	DF	625746.5504	9280201.272	39.682
2102	DF	625747.9163	9280195.986	39.652
2103	DF	625735.6685	9280125.109	39.451
2104	DF	625733.9435	9280121.272	39.441
2105	DF	625733.8424	9280117.035	39.433
2106	DF	625722.1238	9280062.199	39.386
2107	DF	625733.925	9280060.903	39.375
2108	DF	625720.3341	9280048.826	39.33
2109	DF	625737.2933	9280044.538	39.325
2110	DF	626020.2509	9280876.089	41.538
2111	DF	626035.3899	9280872.721	41.502
2112	DF	626025.521	9280822.016	41.364
2113	DF	625987.8428	9280595.84	40.748
2114	DF	625975.9516	9280585.634	40.74
2115	DF	625980.5439	9280597.558	40.794
2116	DF	625866.7509	9280441.888	40.358
2117	DF	625868.5562	9280439.228	40.278
2118	DF	625840.3656	9280440.889	40.254
2119	DF	625825.6773	9280442.108	40.289
2120	DF	625821.2184	9280429.96	40.287
2121	DF	625834.7724	9280427.083	40.287
2122	DF	625756.963	9280205.809	39.702
2123	DF	625753.3075	9280193.092	39.632
2124	DF	625764.4979	9280232.833	40
2125	DF	625751.3405	9280236.221	40.105
2126	DF	625806.8668	9280342.365	40.165
2127	DF	625794.2336	9280343.584	40.189
2128	DF	625745.3196	9279980.563	39.052
2129	DF	625730.4125	9279978.554	39.041
2131	DF	625755.4363	9280233.05	40.058
2132	DF	625813.2253	9280336.522	40.213
2133	DF	625898.8767	9280515.863	40.56
2134	DF	625907.8366	9280510.032	40.58
2135	DF	625915.3024	9280502.236	40.59
2136	DF	625997.2295	9280717.616	41.029
2137	DF	626003.7428	9280716.567	41.137
2138	DF	626008.2413	9280715.943	41.155
2145	Dren 1	625716.529	9279917.873	37.842
2146	Dren 1	625716.3673	9279917.039	37.821

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2147	Dren 1	625716.2698	9279916.334	37.838
2148	Dren 1	625716.0105	9279914.793	40.198
2149	Dren 1	625716.7546	9279919.213	40.202
2150	Dren 1	625710.9682	9279919.72	40.172
2151	Dren 1	625710.9421	9279918.513	37.722
2152	Dren 1	625710.9334	9279917.515	37.696
2154	Dren 1	625710.8984	9279916.61	37.734
2155	Dren 1	625710.8878	9279915.227	40.182
2156	Dren 1	625697.4368	9279918.965	40.154
2157	Dren 1	625697.3526	9279917.668	37.644
2158	Dren 1	625697.3214	9279916.755	37.662
2159	Dren 1	625697.2951	9279915.942	37.651
2160	Dren 1	625697.1919	9279914.463	40.161
2161	Dren 1	625669.915	9279923.012	40.131
2162	Dren 1	625669.7694	9279921.683	37.571
2163	Dren 1	625669.6637	9279920.826	37.553
2164	Dren 1	625669.5702	9279920.026	37.584
2165	Dren 1	625669.4017	9279918.557	40.144
2166	Dren 1	625644.6605	9279925.744	40.103
2167	Dren 1	625644.3905	9279924.478	37.463
2168	Dren 1	625644.207	9279923.585	37.431
2169	Dren 1	625644.0195	9279922.721	37.471
2170	Dren 1	625643.7428	9279921.344	40.051
2171	Dren 1	625635.1268	9279928.485	40.043
2172	Dren 1	625634.5842	9279927.212	37.362
2173	Dren 1	625634.2717	9279926.441	37.312
2174	Dren 1	625633.9586	9279925.641	37.351
2175	Dren 1	625633.4059	9279924.316	40.01
2176	Dren 1	625607.325	9279944.575	39.957
2177	Dren 1	625606.8223	9279943.451	37.257
2178	Dren 1	625606.3848	9279942.575	37.242
2179	Dren 1	625606.0135	9279941.707	37.282
2180	Dren 1	625605.4338	9279940.494	39.982
2181	Dren 1	625595.1679	9279948.977	39.874
2182	Dren 1	625594.7913	9279947.742	37.174
2183	Dren 1	625594.5413	9279946.864	37.191
2184	Dren 1	625594.276	9279945.955	37.204
2185	Dren 1	625593.904	9279944.669	39.904
2186	Dren 1	625578.4284	9279952.881	39.791
2187	Dren 1	625578.1953	9279951.552	37.081
2188	Dren 1	625578.0475	9279950.711	37.114
2189	Dren 1	625577.8913	9279949.837	37.102
2190	Dren 1	625577.6558	9279948.459	39.812
2191	Dren 1	625545.4951	9279957.096	39.512

Fuente: Elaborada por el autor.

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
2192	Dren 1	625545.283	9279955.802	37.002
2193	Dren 1	625545.1272	9279954.926	36.972
2194	Dren 1	625544.9554	9279953.909	37.031
2195	Dren 1	625544.7487	9279952.674	39.541
2196	Dren 1	625536.8508	9279958.841	39.351
2197	Dren 1	625536.4501	9279957.653	36.891
2198	Dren 1	625536.1326	9279956.741	36.904
2199	Dren 1	625535.8307	9279955.782	36.922
2200	Dren 1	625535.4037	9279954.56	39.382
2201	Dren 1	625513.0131	9279971.881	39.232
2202	Dren 1	625512.2962	9279970.749	36.772
2203	Dren 1	625511.8281	9279970.019	36.751
2204	Dren 1	625511.4149	9279969.296	36.805
2205	Dren 1	625510.6324	9279968.074	39.265
2206	Dren 1	625487.7868	9279991.301	39.152
2207	Dren 1	625487.0521	9279990.226	36.692
2208	Dren 1	625486.5487	9279989.477	36.711
2209	Dren 1	625486.0925	9279988.713	36.727
2210	Dren 1	625485.2999	9279987.572	39.187
2211	Dren 1	625480.8946	9279995.385	39.051
2212	Dren 1	625480.4395	9279994.143	36.591
2213	Dren 1	625480.1248	9279993.284	36.611
2214	Dren 1	625479.7591	9279992.261	36.622
2215	Dren 1	625479.3443	9279991.1	39.082

Fuente: Elaborada por el autor.

2.5 Coordenadas de BMs

Respecto a los puntos denominados BMs, a lo largo de todo el levantamiento topográfico se obtuvieron trece (13) BMs, dichos puntos sirven como estaciones referenciales, necesarias para trabajos topográficos de replanteo, cuyas coordenadas y elevaciones se muestran a continuación.

Tabla N°03 Coordenadas De Bms

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
129	BM-01	625858.2043	9279937.965	40.6267
245	BM-02	626191.6331	9280016.754	40.7902
402	BM-03	625859.8903	9280426.953	41.4027
493	BM-04	625949.0704	9280166.687	40.5564
520	BM-05	626046.2137	9280130.084	40.4529
609	BM-06	626270.0689	9280149.74	42.2209
715	BM-07	626202.2713	9280254.111	41.1235
929	BM-08	626299.2083	9280292.723	43.4084
998	BM-09	626454.8281	9280275.714	42.9381
1273	BM-10	626339.6027	9280469.281	41.6089
1418	BM-11	626251.2188	9280662.431	41.5784
1507	BM-12	626070.7961	9280764.495	41.4661
1519	BM-12	626079.3277	9280822.271	41.644
1724	BM-13	626539.7694	9281313.26	45.9893

Fuente: Elaborada por el autor.

ANEXO N°11: INFORME N°04: ESTUDIO HIDROLÓGICO

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

Para realizar el estudio hidrológico, necesitamos contar con una estación meteorológica, la misma que nos brindará las precipitaciones en dicha zona. Pero el caso del distrito de Túcume, no cuenta con una estación meteorológica, por lo tanto, se ha creído conveniente tomar como referencia una estación cercana a la zona del proyecto; esta estación meteorológica es la estación de Jayanca (La Viña), de la cual se ha tomado los datos referentes a las precipitaciones pluviales con una antigüedad de 25 años, como la norma lo especifica.

El estudio comprende la determinación de la tormenta de diseño, la misma que abarca:

El cálculo de las precipitaciones en un periodo de tiempo determinado.

Determinar los tiempos de concentración.

Calcular el periodo de retorno para rematar con la obtención de las intensidades máximas.

Por último, se realizará la elaboración de las Curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia).

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio es, determinar y conocer las características físicas de la zona del proyecto y a su vez los parámetros necesarios para diseñar el drenaje pluvial y el dimensionamiento de las cunetas en la zona del proyecto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un análisis hidrológico de la zona del proyecto.

Definir las cuencas existentes en la zona de estudio, y posteriormente calcular las intensidades del proyecto.

Determinar las Curvas IDF.

Calcular los tiempos de concentración.

Conocer las áreas de aporte, para determinar los caudales acumulados.

Calcular la capacidad de vía en las calles y avenidas.

Hallar el caudal de diseño de cunetas.

Calcular el dimensionamiento de cunetas y cuantificar el acero para las mismas.

II. METODOLOGÍA

2.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Toda la información referente a las condiciones climáticas y a la meteorología de la zona del proyecto, provienen directamente de los registros de estaciones climáticas y pluviométricas del SENAMHI.

Así mismo, el distrito de Túcume, lugar donde se va a desarrollar el proyecto, no cuenta con una estación meteorológica, por lo tanto, se ha creído conveniente tomar como referencia una estación meteorológica cercana a la zona del proyecto; dicha base meteorológica es la estación de Jayanca (La Viña), de la cual se ha tomado los datos referentes a las precipitaciones pluviales con una antigüedad de 25 años, teniendo en consideración la norma OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano” del reglamento nacional de edificaciones del Perú.

2.2 PRECIPITACIONES

En la zona de estudio no existen estaciones pluviométricas que permita estimar de manera directa los caudales, pues estas serán calculadas en base a la información de lluvias máximas obtenidas de la estación pluviométrica más cercana al proyecto, siendo la estación elegida la estación meteorológica de Jayanca (La Viña).

Tabla N°01 Estación Jayanca – La Viña

Departamento	Estación	Provincia	Distrito	Longitud (°W)	Latitud (°S)
Lambayeque	La Viña	Ferreñafe	Jayanca	6°19'53.73"	79°46'7.29"

Fuente: SENAMHI

Se ha considerado la estación de Jayanca - La Viña, para la toma de datos pluviométricos debido a que, es la estación más cercana al distrito de Túcume, la misma que es la zona donde se realizará el proyecto.

2.3 ELABORACIÓN DE LAS CURVAS IDF

Para la elaboración de las Curvas IDF, lo primero es obtener la información de las precipitaciones máximas registradas durante las 24 horas, las mismas que van a estar dadas en mm; de la estación meteorológica que hemos mencionado. Una vez obtenida las precipitaciones durante todo el día, se hace una selección de las precipitaciones máximas por cada mes del año y

posteriormente a ello se obtienen las máximas precipitaciones anuales con un máximo de 25 años, las mismas que son registradas en un periodo de 24 horas.

La intensidad, es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/hr). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Se realiza el cálculo de la intensidad máxima, a través de dos métodos:

Método de Intensidad Unitaria (Bell – Yance Tueros).

Método de la regresión potencial.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia es un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno. [1]

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. [1]

2.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC)

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración (t_c). [1]

El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área. [1]

El tiempo de concentración en un sistema de drenaje pluvial es: $t_c = t_o + t_f$

Donde:

t_o : tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

t_f : tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés $= \sum L_i / V_i$.

Para el cálculo del tiempo de concentración se hizo uso de dos métodos, mencionados a continuación.

2.4.1 MÉTODO DE KIRPICH

Formula N°01 Fórmula De Kirpich

FÓRMULA EMPÍRICA DE KIRPICH

$$T_c = 0.0195 * K^{0.77}$$

$$K = \frac{L}{S^{0.5}}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

Reemplazando

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

Donde:

L= máxima longitud de recorrido. (m)

H= diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal. (m)

2.4.2 MÉTODO DE CALIFORNIA CILVERST PRACTICE

Formula N°02 Fórmula Método California Cilverst Practice

FÓRMULA DE CALIFORNIA CILVERTS PRACTICE

$$T_c = 0.871 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

L= máxima longitud de recorrido. (m)

H= diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal. (m)

III. DESARROLLO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.1 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HR (mm)

Se puede observar en la siguiente tabla, los valores de las máximas precipitaciones, obtenidas de la estación seleccionada (La Viña), para cada mes del año, durante los últimos veinticinco (25) años, dentro de los cuales al menos se abarcan dos (2) fenómenos naturales como es el Fenómeno Del Niño en el año 1998 y el evento más reciente suscitado en el 2017.

Tabla N°02 Precipitaciones Máximas En 24h

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1993	0.60	4.90	27.10	6.10	0.50	0.20	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	27.10
1994	2.60	9.70	23.60	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.70	1.90	0.00	0.50	23.60
1995	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.50	2.30	19.50
1996	0.20	0.00	7.70	32.40	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	32.40
1997	0.00	0.90	0.00	12.40	0.00	33.20	32.60	32.20	0.70	0.00	7.40	16.30	33.20
1998	59.60	92.70	96.30	26.00	5.20	0.40	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.30	96.30
1999	1.60	39.50	2.20	10.10	4.10	2.60	0.00	0.00	3.90	0.50	0.20	3.90	39.50
2000	1.50	0.70	12.40	9.50	0.00	0.80	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	2.80	12.40
2001	5.10	9.20	41.60	32.60	31.80	28.20	28.40	28.00	29.20	30.40	30.80	33.00	41.60
2002	33.60	23.30	52.10	35.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	6.80	0.00	52.10
2003	3.60	29.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.80	2.50	29.90
2004	0.40	1.60	0.00	2.60	0.00	0.00	5.00	0.00	1.50	2.50	0.20	8.20	8.20
2005	0.60	3.50	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.70	0.00	9.40
2006	7.80	2.80	45.10	34.00	32.00	29.60	29.60	30.60	31.80	30.60	32.00	35.40	45.10
2007	34.60	35.00	35.60	34.40	31.60	30.20	29.80	28.40	29.00	29.80	31.60	33.40	35.60
2008	33.60	34.80	52.20	33.20	31.20	29.00	29.80	30.80	31.60	30.80	31.60	0.00	52.20
2009	34.00	34.80	36.80	20.80	19.80	17.80	17.60	28.80	30.40	31.40	32.80	33.60	36.80
2010	34.20	57.40	34.60	35.60	32.80	32.80	30.80	29.80	29.80	30.20	31.00	32.40	57.40
2011	34.00	35.00	34.80	34.40	18.20	19.00	17.40	16.00	31.40	35.80	35.00	34.00	35.80
2012	38.00	68.00	46.30	35.40	34.20	32.40	30.40	29.40	31.20	31.20	33.20	33.80	68.00
2013	36.40	37.20	35.40	0.00	9.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	2.00	37.20
2014	0.00	0.00	0.80	0.70	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	5.60	0.00	5.60
2015	0.00	4.50	38.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	38.30
2016	2.20	7.50	4.10	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40
2017	4.00	61.20	92.20	10.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	92.20
MAX	59.60	92.70	96.30	35.60	34.20	33.20	32.60	32.20	31.80	35.80	35.00	35.40	96.30

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA

3.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO (MÉTODO DE GUMBEL)

Tabla N°03 Distribución De Probabilidades Pluviométricas Mediante Gumbel

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1993	27.10	27.10	108.41
2	1994	23.60	23.60	193.54
3	1995	19.50	19.50	324.43
4	1996	32.40	32.40	26.13
5	1997	33.20	33.20	18.59
6	1998	96.30	96.30	3456.03
7	1999	39.50	39.50	3.95
8	2000	12.40	12.40	630.61
9	2001	41.60	41.60	16.71
10	2002	52.10	52.10	212.81
11	2003	29.90	29.90	57.94
12	2004	8.20	8.20	859.19
13	2005	9.40	9.40	790.28
14	2006	45.10	45.10	57.58
15	2007	35.60	35.60	3.66
16	2008	52.20	52.20	215.74
17	2009	36.80	36.80	0.51
18	2010	57.40	57.40	395.53
19	2011	35.80	35.80	2.93
20	2012	68.00	68.00	929.52
21	2013	37.20	37.20	0.10
22	2014	5.60	5.60	1018.38
23	2015	38.30	38.30	0.62
24	2016	8.40	8.40	847.51
25	2017	92.20	92.20	2990.78
25		Suma	937.8	13161.5

Fuente: Elaborada por el autor.

Cálculo variables probabilísticas	
Media aritmetica de la muestra	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 37.51 \text{ mm}$
Desviación Estándar de la muestra	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 23.42 \text{ mm}$
Parametro de concentracion	$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 18.26 \text{ mm}$
Parametro de Localizacion	$u = \bar{x} - 0.45 * \alpha = 29.30 \text{ mm}$

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.2 PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS

YT: Variable de Gumbel para el período de retorno T. Se determinó a partir del valor del período de retorno.

$$YT = \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right)$$

XT': Calculo de frecuencia o T a partir del valor x, es decir, calcular con que T se presenta cierta precipitación.

$$XT' = YT * \alpha + u$$

F(x): distribución de Gumbel:

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

XT': Frecuencia o Periodo de retorno multiplicado por el factor de corrección 1.10

$$XT = 1.10 * XT'$$

Tabla N°04 Precipitación Diarias Máximas Probables Para Distintas Frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	35.9876	0.50	39.5864
5	1.4999	56.6827	0.80	62.3509
10	2.2504	70.3846	0.90	77.4230
25	3.1985	87.6970	0.96	96.4667
50	3.9019	100.5403	0.98	110.5943
100	4.6001	113.2888	0.99	124.6177

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.3 PERIODO DE RETORNO (Tr)

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años. [1]

Es por ello que, el periodo de retorno es uno de los parámetros más importantes a tomarse en cuenta al momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar máximas avenidas.

Formula N°03 Periodo De Retorno

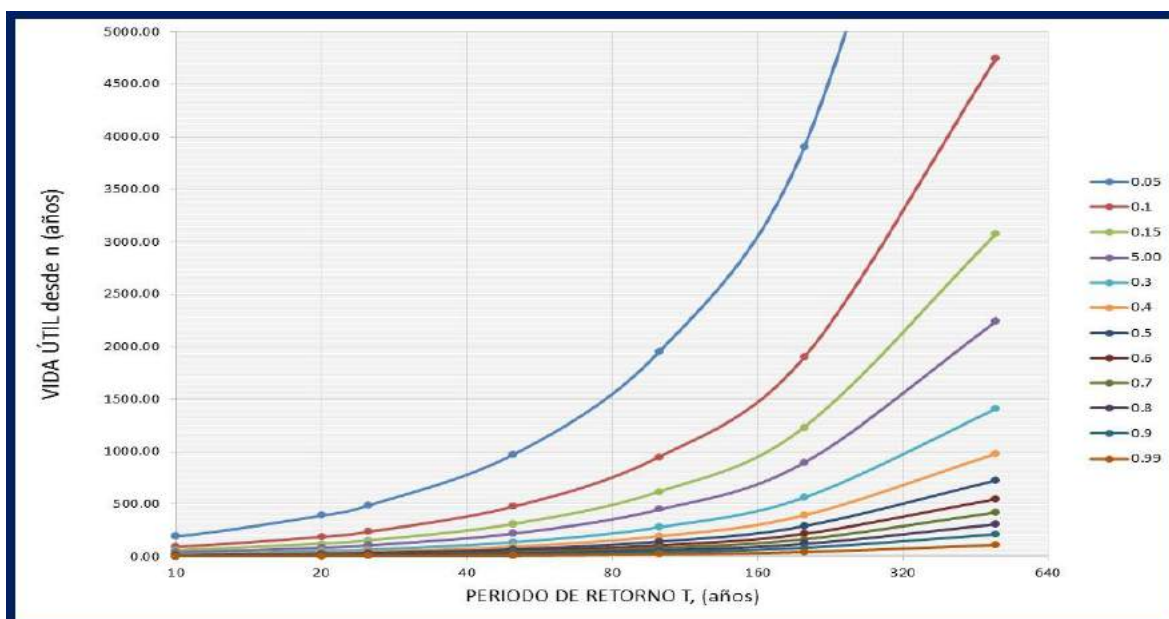
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Tabla N°05 Tiempo De Retorno – Vida Útil

Vida útil (años)	R (factor de riesgo)											
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
1	20.00	10.00	6.67	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.43	1.25	1.11	1.01
2	39.49	19.49	12.81	9.47	6.12	4.44	3.41	2.72	2.21	1.81	1.46	1.11
5	97.98	47.96	31.27	22.91	14.52	10.30	7.73	5.97	4.67	3.63	2.71	1.66
10	195.46	95.41	62.03	45.32	28.54	20.08	14.93	11.42	8.82	6.73	4.86	2.71
20	390.41	190.32	123.56	90.13	56.57	39.65	29.36	22.33	17.12	12.93	9.20	4.86
25	487.89	237.78	154.33	112.54	70.59	49.44	36.57	27.79	21.27	16.04	11.37	5.94
50	975.29	475.06	308.16	224.57	140.68	98.38	72.64	55.07	42.03	31.57	22.22	11.37
100	1950.07	949.62	615.81	448.64	280.87	196.26	144.77	109.64	83.56	62.63	43.93	22.22
200	3899.65	1898.74	1231.13	896.78	561.23	392.02	289.04	218.77	166.62	124.77	87.36	43.93
500	9748.36	4746.11	3077.06	2241.21	1402.34	979.31	721.85	546.18	415.79	311.17	217.65	109.07

Fuente: Elaborada por el autor.

Gráfico N°01 Tiempo De Retorno - Vida Útil



Fuente: Elaborada por el autor.

El criterio de riesgo es a priori, la fijación del riesgo que se pretenda asumir para el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, esto involucra que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.

De acuerdo con los valores presentados en la tabla N°6 se recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgo admisible de obras de drenaje.

Tabla N°06 Valores Recomendados De Riesgo Admisible De Obras De Drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	22
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	39
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	64
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	64
Subdrenes	72
Defensas Ribereñas	22

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

3.2.4 PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS

La norma OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano” del reglamento nacional de edificaciones, nos menciona dos aspectos a tomar en cuenta para la elaboración del estudio hidrológico:

El primero de ellos tiene que ver con el periodo de retorno, el cual está comprendido entre 2 a 10 años.

El segundo aspecto y no menos importante está referido al método de análisis, en este caso menciona que el método a usar el “Método Racional”, el cual se usa para aquellas áreas de cuencas menores a 13km²; el cual es el caso del presente proyecto.

Tabla N°07 Precipitaciones Diarias Máximas Probables Para Distintas Frecuencias

Periodo Retorno	Corrección intervalo fijo
Años	XT (mm)
2	39.5864
5	62.3509
10	77.4230
25	96.4667
50	110.5943
100	124.6177

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.4.1 COEFICIENTE DE DURACIÓN

Debido a que existe poca información pluviográfica en el Perú, es difícil elaborar las curvas IDF. Por lo general, solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración (d), dado por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje; el cual es dado para duraciones que están comprendidas entre 1 hora y 24 horas,

Por otro lado, el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, menciona que las intensidades máximas, pueden calcularse mediante la metodología de Dick Peschke, el cual relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas.

Formula N°04 Coeficientes De Dick Peschke

$$P_d = P_{\max 24h} \times \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_d = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

$P_{\max 24h}$ = precipitación máxima en 24 horas (mm)

De los valores generados en la siguiente tabla N°8 se eligió trabajar con el método de Dick Peschke, en vez de los valores dados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pues los primeros valores son más conservadores.

Tabla N°08 Valores Recomendados De Riesgo Admisible De Obras De Drenaje

Duraciones, en horas		
horas	Dick Peschke	Manual de hidrologia
24	1.00	1.00
18	0.93	0.90
12	0.84	0.79
8	0.76	0.64
6	0.71	0.56
4	0.64	0.44
3	0.59	0.38
2	0.54	0.31
1	0.45	0.25

Fuente: Elaborada por el autor.

Por tanto, para generar la tabla de precipitaciones diarias máximas (P_d), se va a multiplicar la lluvia máxima (XT), ya calculada en la tabla N° 4, por el factor de corrección obtenida por el método de Dick Peschke, obteniendo las siguientes precipitaciones diarias máximas (P_d) siguientes:

Formula N°05 Precipitaciones Máximas

$$P_d = XT * coef \text{ duracion } 24hrs$$

Tabla N°09 Precipitación Máxima Por El Método De Dick Peschke

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	1.00	39.5864	62.3509	77.4230	96.4667	110.5943	124.6177
18 hr	0.93	36.8393	58.0241	72.0503	89.7724	102.9196	115.9698
12 hr	0.84	33.2881	52.4307	65.1048	81.1185	92.9984	104.7906
8 hr	0.76	30.0791	47.3765	58.8288	73.2988	84.0335	94.6890
6 hr	0.71	27.9918	44.0888	54.7464	68.2122	78.2020	88.1180
4 hr	0.64	25.2934	39.8387	49.4689	61.6367	70.6635	79.6236
3 hr	0.59	23.5382	37.0741	46.0360	57.3594	65.7598	74.0981
2 hr	0.54	21.2692	33.5002	41.5982	51.8301	59.4207	66.9552
1 hr	0.45	17.8852	28.1702	34.9798	43.5837	49.9666	56.3024

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.5 INTENSIDAD

3.2.5.1 INTENSIDAD MÁXIMAS (MM/HR) – MÉTODO DE INTENSIDAD UNITARIA

3.2.5.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS POR EL MÉTODO DE FREDERICH BELL

En el congreso nacional de ingeniería civil XVII CONIC 2009, hace mención que el método de Bell es usado para duraciones de lluvia (t) entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre 2 y 100 años, también se refiere que, el valor de P_{60}^{10} puede ser calculado a través del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

3.2.5.2.1 YAUCE TERIOS P_{60}^{10}

El método de Yauce Terios

Formula N°06 Precipitaciones - Yauce Terios

$$P_{60}^{10} = a * P_d^b$$

Donde:

a,b: Coeficientes (a=0.4602. b=0.876)

Pd: precipitación máxima en 24h

Tabla N°10 Precipitación Máxima En 1 Hora

TR	P.max	P_{60}^{10}
2 años	39.5864	11.5451
5 años	62.3509	17.1881
10 años	77.4230	20.7777
25 años	96.4667	25.1919
50 años	110.5943	28.3960
100 años	124.6177	31.5264

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.5.2.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 1 HORA (P_t^{TR})

La fórmula para calcular las precipitaciones máximas unitarias se calcula con la siguiente formula:

Formula N°07 Precipitaciones Máximas En 1 Hora

$$P_t^{TR} = (0.21 * \ln TR + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{60}^{10}$$

Donde:

t: duración

TR: Tiempo de retorno

P_t^{Tr} : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno TR

P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

TABLA N°11 Precipitación Máxima en 1 hora

TR	Duracion en Minutos					
	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min
2 años	2.363	4.324	5.869	7.706	9.891	12.490
5 años	4.535	8.298	11.264	14.790	18.983	23.970
10 años	6.412	11.733	15.926	20.912	26.841	33.892
25 años	9.264	16.954	23.012	30.216	38.784	48.972
50 años	11.713	21.436	29.096	38.205	49.037	61.919
100 años	14.416	26.381	35.808	47.019	60.350	76.204

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.5.2.3 INTENSIDADES MÁXIMAS I_{U-TR}^t

La fórmula para calcular las intensidades máximas se calcula con la siguiente formula:

Formula N°08 Intensidades Máximas

$$I_{U-TR}^t = \frac{P_t^{TR}}{t} * 60 * 1$$

Donde:

P_t^{TR} : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno TR

t: duración

Tabla N°12 Intensidades Máximas

TR	Duracion en Minutos					
	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min
2 años	28.353	17.295	11.738	7.706	4.946	3.122
5 años	54.415	33.194	22.527	14.790	9.492	5.993
10 años	76.938	46.933	31.852	20.912	13.421	8.473
25 años	111.170	67.815	46.024	30.216	19.392	12.243
50 años	140.561	85.744	58.191	38.205	24.518	15.480
100 años	172.990	105.526	71.616	47.019	30.175	19.051

Fuente: Elaborada por el autor

3.2.5.3 INTENSIDAD MÁXIMAS (MM/HR) – REGRESIÓN POTENCIAL

3.2.5.3.1 INTENSIDADES DE LLUVIA A PARTIR DE PD

Formula N°09 Precipitaciones Máximas

$$I = \frac{Pd}{t}$$

Donde

Pd: precipitaciones máximas en 24h – Dick Peschke (mm)

t: duración (horas)

Tabla N°13 Intensidades De Lluvia A Partir De Pd

Tiempo de Duración	Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1.6494	2.5980	3.2260	4.0194	4.6081	5.1924
18 hr	2.0466	3.2236	4.0028	4.9874	5.7178	6.4428
12 hr	2.7740	4.3692	5.4254	6.7599	7.7499	8.7325
8 hr	3.7599	5.9221	7.3536	9.1624	10.5042	11.8361
6 hr	4.6653	7.3481	9.1244	11.3687	13.0337	14.6863
4 hr	6.3234	9.9597	12.3672	15.4092	17.6659	19.9059
3 hr	7.8461	12.3580	15.3453	19.1198	21.9199	24.6994
2 hr	10.6346	16.7501	20.7991	25.9150	29.7103	33.4776
1 hr	17.8852	28.1702	34.9798	43.5837	49.9666	56.3024

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.5.3.2 CÁLCULO DE INTENSIDAD MÁXIMA

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K * TR^m}{t^n}$$

Se realiza un cambio de variable donde:

$$d = k * TR^m$$

Por lo que al reemplazar la formula seria:

$$I = \frac{d}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

TR = período de retorno en años

t = duración (min)

3.2.5.3.3 INTENSIDAD MÁXIMA

Una vez calculados todas las constantes podemos reemplazar la fórmula de la intensidad máxima, lo que se obtendría la siguiente ecuación:

Formula N°10 Intensidad Máxima

$$I = \frac{K*TR^m}{t^n} \qquad I = \frac{359.339*TR^{0.2823}}{t^{0.75}}$$

Tabla N°14 Intensidades Máximas

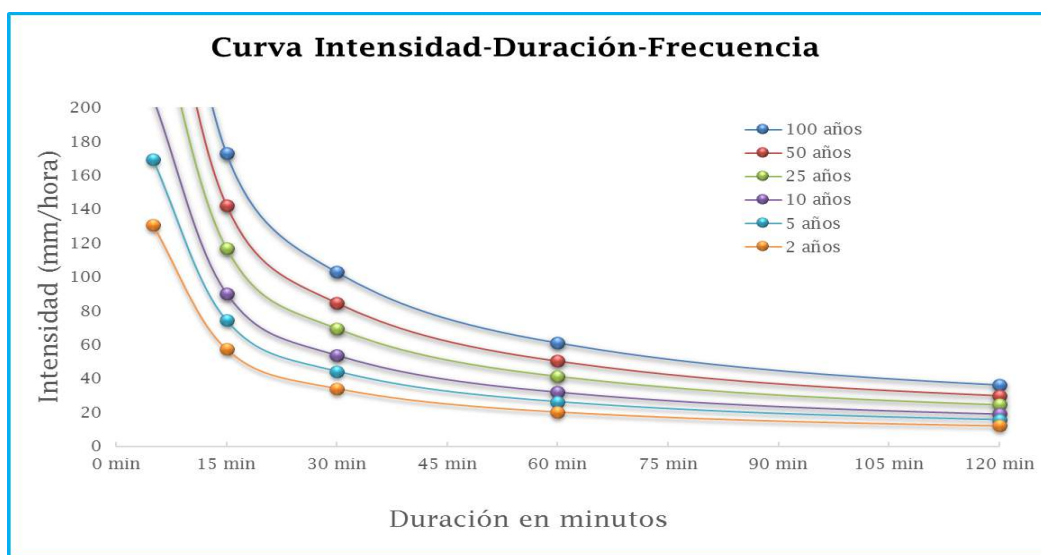
TR	Duracion en Minutos					
	5 min	15 min	30 min	60 min	120 min	240 min
2 años	130.691	57.333	34.090	20.270	12.053	7.167
5 años	169.269	74.257	44.153	26.254	15.611	9.282
10 años	205.850	90.305	53.696	31.928	18.984	11.288
25 años	266.614	116.961	69.546	41.352	24.588	14.620
50 años	324.234	142.239	84.576	50.289	29.902	17.780
100 años	394.306	172.979	102.854	61.157	36.364	21.622

Fuente: Elaborada por el autor.

3.2.6 CURVAS IDF

Dado que el método de intensidades máximas por el método de regresiones potencial proporciona una intensidad mayor al método de intensidades unitaria, se optará por trabajar con este.

Gráfico N°02 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia



Fuente: Elaborada por el autor.

3.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para calcular el tiempo de concentración para cada una de las sub cuencas existente en la zona del proyecto, se realiza a través de dos métodos, los cuales ya fueron descritos con anterioridad, dichos métodos están en función de la longitud y variación de cotas de las sub cuencas; para el caso específico se delimitaron cuatro sub cuencas, y los resultados son los siguientes.

3.3.1 MÉTODO DE KIRPICH

FÓRMULA EMPÍRICA DE KIRPICH

$$T_c = 0.0195 * K^{0.77}$$

$$K = \frac{L}{S^{0.5}}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

Reemplazando

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

Donde:

L= máxima longitud de recorrido. (m)

H= diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal. (m)

Tabla N°15 Tiempos De Concentración - Método Kirpich

DESCRIPCION	LONGITUD MAXIMA (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (KIRPICH)
CUENCA 01	778.638	6.700	20.49
CUENCA 02	1038.504	5.650	30.51
CUENCA 03	750.264	1.400	35.86
CUENCA 04	754.524	4.500	23.03

Fuente: Elaborada por el autor.

3.3.2 MÉTODO DE CALIFORNIA SILVERST PRACTICE

FÓRMULA DE CALIFORNIA SILVERTS PRACTICE

$$T_c = 0.871 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

L= máxima longitud de recorrido. (m)

H= diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal. (m)

Tabla N°16 Tiempos De Concentración - Método California Cilverts Practice

DESCRIPCION	LONGITUD MAXIMA (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (C.C.P.)
CUENCA 01	778.638	6.700	20.49
CUENCA 02	1038.504	5.650	30.51
CUENCA 03	750.264	1.400	35.87
CUENCA 04	754.524	4.500	23.03

Fuente: Elaborada por el autor.**Tabla N°17** Tiempos De Concentración (Método Kirpich Y California Cilverts Practice)

DESCRIPCION	LONGITUD MAXIMA (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (KIRPICH)	T.C. (C.C.P.)
CUENCA 01	778.638	6.700	20.49	20.49
CUENCA 02	1038.504	5.650	30.51	30.51
CUENCA 03	750.264	1.400	35.86	35.87
CUENCA 04	754.524	4.500	23.03	23.03

Fuente: Elaborada por el autor.**3.4 INTENSIDADES DE DISEÑO**

Una vez obtenidos los tiempos de concentración (tc), según las cuatro (4) cuencas definidas en nuestra zona del proyecto, procedemos a calcular las intensidades de diseño.

Formula N°11 Tiempo de Concentración – California Cilverts Practice

$$I_{U-TR}^t = \frac{(0.21 * Lntr + 0.52) * (0.54 * tc^{0.25} - 0.50)}{tc} * P_{60}^{10} * 60 * 1$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración

tr: Tiempo de retorno

 P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años**Tabla N°18** Intensidades De Diseño Por Cuenca

DESCRIPCION	T.C. (minutos)	Intensidad (mm/hr)
Cuenca 01	20.49 min	39.62
Cuenca 02	30.51 min	26.61
Cuenca 03	35.86 min	22.64
Cuenca 04	23.03 min	35.25

Fuente: Elaborada por el autor.

IV. DESARROLLO DEL DRENAJE PLUVIAL

4.1 DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL

4.1.1 CAUDALES DE ESCURRIMIENTO – MÉTODO RACIONAL

Según la norma de drenaje pluvial OS.060, los drenajes urbanos cuyas cuencas sean menores o iguales a 13 km², deben ser calculados por medio del Método Racional.

Por tanto, el área que abarca nuestro proyecto es de 0.675 km² (67.50 ha), es por ello que usaremos dicho método para calcular los caudales de escurrimiento.

Formula N°12 Caudal De Escurrimiento

$$Q = 0,278 * C * I * A$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

I= intensidad máxima de la lluvia (mm/hr)

A= área de drenaje en Km²

C= coeficiente de escorrentía

4.1.1.1 COEFCIENTE DE ESCORRENTÍA

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo con las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio. En virtud de ello, los coeficientes de escorrentía variarán según las características de la superficie y el periodo de retorno.

Cuadro N°01 Coeficientes De Esorrentía – Método Racional

CARACTERÍSTICAS 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	0.83	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	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
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
Pendiente Superior a 7%	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
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: OS 060 “Drenaje Pluvial Urbano” RNE.

En tanto, el proyecto de drenaje pluvial del distrito de Túcume, está proyectado en una zona urbana y el agua tiende a escurrir por el techo de las viviendas, tomando por ello un coeficiente de escorrentía igual a 0.88; estas aguas son llevadas por la calzada de la pistas y avenidas del distrito en mención, las cuales están conformadas de material asfáltico, tomando por ello un coeficiente de escorrentía igual a 0.86; posteriormente se realizará una media geométrica para obtener un valor promedio y así aplicarla en cálculo del caudal de escurrimiento.

4.1.1.2 CALCULO DE ESCURRIMIENTO CIRCUNDANTE POR VÍAS Y AVENIDAS

Luego de haber calculado las intensidades de diseño para el proyecto, se determinará cuanto es el caudal de aporte de las calles y avenidas que conforman el distrito de Túcume, tomando en consideración el aporte de los techos de las viviendas más el aporte de las vías asfaltadas, cada uno de ellos con su respectivo coeficiente de escurrimiento como establece el cuadro anterior N° 01.

A continuación, se muestra las tablas con los datos de los caudales de escurrimiento de calles más techos, calculados por el método racional.

Tabla N°19 Caudales Circundantes De Las Vías Y Avenidas

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA ACUMULADA TECHOS (ha)	AREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m3/s)
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.071	0.250	0.0032	0.876	39.620	0.031
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.122	0.289	0.0041	0.874	39.620	0.040
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren						
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.050	0.177	0.0023	0.876	39.620	0.022
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.072	0.149	0.0022	0.873	39.620	0.021
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.177	0.213	0.0039	0.871	39.620	0.037
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana						
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.071	0.111	0.0018	0.872	39.620	0.017
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.144	0.249	0.0039	0.873	39.620	0.038
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.154	0.165	0.0032	0.870	39.620	0.031
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.110	0.137	0.0025	0.871	39.620	0.024
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.012	0.058	0.0007	0.877	39.620	0.007
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.087	0.0012	0.875	39.620	0.011
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.095	0.320	0.0042	0.875	39.620	0.040
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.107	0.169	0.0028	0.872	39.620	0.027
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.083	0.171	0.0025	0.873	39.620	0.024
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.138	0.282	0.0042	0.873	39.620	0.040
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.096	0.228	0.0032	0.874	39.620	0.031

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.058	0.157	0.0022	0.875	39.620	0.021
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.084	0.152	0.0024	0.873	39.620	0.023
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.083	0.175	0.0026	0.874	39.620	0.025
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.059	0.098	0.0016	0.872	39.620	0.015
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.055	0.094	0.0015	0.873	39.620	0.014
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.168	0.239	0.0041	0.872	39.620	0.039
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.129	0.217	0.0035	0.873	39.620	0.033
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	0.138	0.226	0.0036	0.872	39.620	0.035
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías						
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.183	0.154	0.0034	0.869	39.620	0.032
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.161	0.569	0.0073	0.876	39.620	0.070
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.059	0.125	0.0018	0.874	26.610	0.012
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.060	0.181	0.0024	0.875	26.610	0.016
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.035	0.180	0.0022	0.877	26.610	0.014
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.107	0.0014	0.876	26.610	0.009
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.075	0.140	0.0022	0.873	26.610	0.014
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.045	0.152	0.0020	0.875	26.610	0.013
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.034	0.114	0.0015	0.875	26.610	0.010
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto						
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.040	0.079	0.0012	0.873	26.610	0.008
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto						

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.038	0.110	0.0015	0.875	26.610	0.010
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.057	0.350	0.0041	0.877	26.610	0.026
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.083	0.336	0.0042	0.876	26.610	0.027
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.045	0.215	0.0026	0.877	26.610	0.017
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.070	0.280	0.0035	0.876	26.610	0.023
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.212	0.091	0.0030	0.866	26.610	0.019
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.055	0.380	0.0044	0.877	26.610	0.028
	Tres Marías						
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.116	0.174	0.0029	0.872	26.610	0.019
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real						
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.098	0.230	0.0033	0.874	26.610	0.021
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real						
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.148	0.162	0.0031	0.870	26.610	0.020
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.162	0.161	0.0032	0.870	26.610	0.021
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.113	0.493	0.0061	0.876	26.610	0.039
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.122	0.146	0.0027	0.871	26.610	0.017
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.121	0.196	0.0032	0.872	26.610	0.020
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.103	0.104	0.0021	0.870	26.610	0.013
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.035	0.125	0.0016	0.876	26.610	0.010
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.051	0.335	0.0039	0.877	26.610	0.025
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.067	0.477	0.0054	0.878	26.610	0.035
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.069	0.393	0.0046	0.877	26.610	0.030

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.034	0.059	0.0009	0.873	26.610	0.006
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.052	0.277	0.0033	0.877	26.610	0.021
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.078	0.224	0.0030	0.875	26.610	0.020
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.041	0.158	0.0020	0.876	26.610	0.013
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.054	0.264	0.0032	0.877	26.610	0.021
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.147	0.799	0.0095	0.877	26.610	0.061
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.032	0.180	0.0021	0.877	26.610	0.014
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.053	0.255	0.0031	0.877	26.610	0.020
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.069	0.329	0.0040	0.877	26.610	0.026
AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	0.038	0.250	0.0029	0.877	26.610	0.019
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	0.061	0.307	0.0037	0.877	26.610	0.024
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	0.149	0.475	0.0062	0.875	26.610	0.040
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	0.109	0.328	0.0044	0.875	26.610	0.028
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro						
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.068	0.072	0.0014	0.870	26.610	0.009
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.047	0.208	0.0025	0.876	26.610	0.017
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.070	0.169	0.0024	0.874	26.610	0.015
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.056	0.184	0.0024	0.875	26.610	0.016
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.099	0.202	0.0030	0.873	26.610	0.019
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.037	0.150	0.0019	0.876	26.610	0.012

Fuente: Elaborada por el autor.

AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.064	0.108	0.0017	0.873	26.610	0.011
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.062	0.226	0.0029	0.876	26.610	0.019
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.050	0.220	0.0027	0.876	26.610	0.017
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.074	0.238	0.0031	0.875	26.610	0.020
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.072	0.394	0.0047	0.877	26.610	0.030
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.086	0.365	0.0045	0.876	26.610	0.029
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.102	0.368	0.0047	0.876	26.610	0.030
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.117	0.255	0.0037	0.874	22.640	0.020
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.145	0.008	0.0015	0.861	26.610	0.010
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.112	0.351	0.0046	0.875	26.610	0.030
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.073	0.516	0.0059	0.878	26.610	0.038
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.081	0.566	0.0065	0.878	22.640	0.036
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.062	0.351	0.0041	0.877	26.610	0.027
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.247	0.500	0.0075	0.873	22.640	0.041
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.388	0.384	0.0077	0.870	22.640	0.042
	CA: Los Incas Y Calle 11						
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.216	0.588	0.0080	0.875	22.640	0.044
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.284	0.657	0.0094	0.874	22.640	0.052
	CA: Los Incas Y Calle 13						
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.168	0.447	0.0061	0.875	22.640	0.034
	Calle 13 Y Calle 11						

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.112	0.667	0.0078	0.877	22.640	0.043
	CA: Los Incas Y Chiclayo						
	Chiclayo Y Trujillo						
	Trujillo Y Calle 13						
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.059	0.310	0.0037	0.877	22.640	0.020
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.047	0.173	0.0022	0.876	22.640	0.012
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.006	0.136	0.0014	0.879	35.250	0.012
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.043	0.587	0.0063	0.879	22.640	0.035
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.030	0.313	0.0034	0.878	22.640	0.019
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.048	0.363	0.0041	0.878	22.640	0.023
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.079	0.605	0.0068	0.878	22.640	0.038
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.205	0.767	0.0097	0.876	22.640	0.054
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.138	0.203	0.0034	0.872	22.640	0.019
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.041	0.169	0.0021	0.876	22.640	0.012
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.068	0.147	0.0022	0.874	22.640	0.012
	Tres Marías Y Sin Nombre						
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.032	0.298	0.0033	0.878	22.640	0.018
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.041	0.468	0.0051	0.878	22.640	0.028
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.040	0.225	0.0026	0.877	22.640	0.015
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.029	0.289	0.0032	0.878	22.640	0.018
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria						
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.093	0.561	0.0065	0.877	22.640	0.036
	CA. Victoria Y CA. La Unión						
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.125	0.649	0.0077	0.877	22.640	0.043

Fuente: Elaborada por el autor.

Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.052	0.244	0.0030	0.876	22.640	0.016
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.061	0.090	0.0015	0.872	22.640	0.008
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.197	0.336	0.0053	0.873	22.640	0.029
	CA. Leocio Prado Y Calle 11						
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.121	0.580	0.0070	0.877	22.640	0.039
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.068	0.264	0.0033	0.876	35.250	0.029
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre						
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.375	0.423	0.0080	0.871	35.250	0.068
	CA. Leocio Prado Y Calle 5						
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.288	1.364	0.0165	0.877	35.250	0.142
	CA. Leocio Prado Y Calle 7						
	Calle 7 Y Calle 6						
	Calle 6 Y Calle 5						
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.145	0.494	0.0064	0.875	35.250	0.055
	Calle 11 Y Calle 7						
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.125	0.782	0.0091	0.877	35.250	0.078
	Calle 7 Y Calle 6						
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.067	0.336	0.0040	0.877	35.250	0.035
	Calle 6 Y Calle 5						
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.047	0.138	0.0018	0.875	35.250	0.016
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.038	0.215	0.0025	0.877	35.250	0.022
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.122	1.071	0.0119	0.878	35.250	0.103
	Calle 4 Y Prolong. Unión						
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión						
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.034	0.339	0.0037	0.878	35.250	0.032
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.032	0.793	0.0083	0.879	35.250	0.071
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	1.014	1.200	0.0221	0.871	35.250	0.189
	CA. Leocio Prado Y Calle 5						
	Calle 5 Y Jorge Chávez						
	Jorge Chávez Y Dren Salida						

Fuente: Elaborada por el autor.

Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.044	0.422	0.0047	0.878	22.640	0.026
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.095	0.613	0.0071	0.877	35.250	0.061
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.051	0.220	0.0027	0.876	35.250	0.023
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.064	0.410	0.0047	0.877	35.250	0.041
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.127	0.188	0.0032	0.872	35.250	0.027
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.197	0.694	0.0089	0.876	35.250	0.076
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.278	0.567	0.0084	0.873	35.250	0.072
	José Olaya Y Calle Dren Salida						
	Calle 5 Y Calle Dren Salida						

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°20 Caudales Circundantes De calle a Cámara de Bombeo

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA ACUMULADA TECHOS (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m3/s)
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.030	0.041	0.0007	0.871	39.620	0.007
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.124	0.260	0.0038	0.874	39.620	0.037
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.077	0.314	0.0039	0.876	39.620	0.038
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.128	0.226	0.0035	0.873	39.620	0.034
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.035	0.000	0.0004	0.860	39.620	0.003
Calle DF	Mariscal Castilla	0.088	0.000	0.0009	0.860	39.620	0.008
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.035	0.158	0.0019	0.876	39.620	0.019
Calle DF	Mariscal Castilla	0.088	0.119	0.0021	0.871	39.620	0.020

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD VIAL

La fórmula para calcular la capacidad vial es la siguiente:

Formula N°13 Caudal Para Capacidad Vial

$$Q = \frac{1}{n} * b * y^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

y = 0.10 m

b = Ancho de Calzada

n (asfalto) = 0.013

L= Longitud de la calle

ΔH = Diferencia de cotas del terreno

$$S = \frac{(Z_2 - Z_1)}{L}$$

Esta ecuación de Manning, se utilizó para el cálculo de la capacidad vial, es decir, el caudal que soporta tener la calle a una altura máxima de 10 cm.

Tabla N°21 Capacidad Vial De Calles Y Avenidas

TRAMO	DESCRIPCIÓN	n (asfalto)	b (m)	LONG. (m)	ΔH (m)	S (m/m)	Capacidad Vial (m ³ /seg)	Capacidad Vial (m ³ /seg)
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.013	5.20	95.51	0.5	0.0052	0.621	0.621
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.013	8.09	155.56	0.8	0.0052	0.967	0.967
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren							
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.013	5.99	57.06	0.05	0.0009	0.298	0.298
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	7.04	80.26	0.15	0.0018	0.495	0.495
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.013	9.93	50.42	0.15	0.003	0.901	1.947
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	9.85	98.46	0.4	0.0041	1.045	
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	8.80	85.16	0.15	0.0018	0.619	0.619
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	13.60	104.25	0.65	0.0062	1.775	1.775
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	14.90	99.27	0.55	0.0055	1.832	1.832
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	12.51	84.42	0.2	0.0024	1.016	1.016

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	4.78	31.31	0.25	0.0078	0.700	0.700
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.85	39.37	0.1	0.0026	0.579	0.579
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	7.47	70.89	0.35	0.005	0.876	0.876
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	12.62	86.7	0.15	0.0017	0.862	0.862
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	7.98	80.89	0.25	0.0031	0.736	0.736
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	8.93	126.26	0.35	0.0028	0.783	0.783
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	7.18	114.42	0.05	0.0004	0.238	0.238
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.013	4.95	86.13	0.3	0.0035	0.486	0.486
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.013	9.48	83.13	0.1	0.0012	0.544	0.544
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	8.90	79.68	0.2	0.0025	0.737	0.737
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	8.69	49.03	0.1	0.0021	0.660	0.660
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	7.31	53.81	0.15	0.0028	0.641	0.641
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.013	12.66	97.93	0.35	0.0036	1.259	1.259
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.013	8.79	97.62	0.4	0.0041	0.932	0.932
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	0.013	6.82	138.67	2.3	0.0166	1.456	1.456
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías							
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.013	9.23	78.41	0.5	0.0064	1.224	1.224

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.013	6.20	187.34	3.55	0.019	1.417	1.417
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.013	9.74	52.18	0.35	0.0067	1.321	1.321
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.013	8.24	43.75	0.1	0.0024	0.669	0.669
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.013	8.24	58.79	0.05	0.0008	0.677	0.677
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.82	45.69	0.15	0.0033	0.649	0.649
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	6.82	101.02	0.1	0.001	0.553	0.553
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	4.48	65.21	0.1	0.0015	0.288	0.288
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.90	44.13	0.15	0.0035	0.480	0.480
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto							
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.013	5.84	51.39	0.55	0.0107	1.001	1.001
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto							
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	4.96	57.79	0.05	0.0008	0.232	0.232
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	4.58	78.88	0.1	0.0013	0.274	0.274
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.77	81.93	0.15	0.0019	0.489	0.489
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.75	55.17	0.35	0.0063	0.625	0.625
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	4.79	88.53	3.15	0.0356	1.497	1.497
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.013	8.24	70.5	3.45	0.0489	3.019	3.019
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.013	9.28	107.88	1.55	0.0144	1.845	1.845
	Tres Marías							

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.013	5.80	144.3	1.25	0.005	0.680	0.680
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real							
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.013	6.59	104.29			0.772	0.772
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real							
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	7.72	139.54	0.6	0.0043	0.839	0.839
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	8.49	136.78	0.4	0.0029	0.757	0.757
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	6.79	144.14	0.2	0.0014	0.570	0.570
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	5.10	148.58	0.25	0.0017	0.349	0.349
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.013	5.51	152.33	0.45	0.0029	0.491	0.491
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.013	9.23	112.04	0.95	0.0085	1.410	3.308
		0.013	8.58	53.24	0.95	0.0178	1.898	
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.013	7.46	35.77	1.15	0.0321	2.214	2.214
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.013	6.88	65.67	1.1	0.0168	1.478	1.478
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.013	6.97	65.83	1.66	0.0252	1.833	1.833
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.013	6.78	66.98	0.59	0.0089	1.060	1.060
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.99	56.15	0.1	0.0018	0.421	0.421
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	4.39	73.51	0.1	0.0013	0.263	0.263
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.67	82.63	0.2	0.0023	0.530	0.530
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	3.80	58.46	0.55	0.0095	0.614	0.614

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	2.90	86.44	1.7	0.0196	0.673	0.673
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.013	10.32	93.4	2.65	0.0531	3.940	3.940
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	7.39	48.22	0.15	0.0032	0.693	0.693
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	5.11	67.47	0.1	0.0015	0.328	0.328
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	5.58	82.47	0.3	0.0036	0.555	0.555
AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	4.83	55.17	0.05	0.001	0.253	0.253
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	0.013	4.06	90.1	0.55	0.0061	0.525	0.525
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	0.013	5.71	134.35	0.95	0.0071	0.797	0.797
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	0.013	7.93	67.1	0.15	0.0024	0.644	1.304
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.30	42.23	0.1	0.0023	0.660	
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.24	71.94	0.1	0.0014	0.511	0.511
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	5.60	69.83	0.1	0.0014	0.347	0.347
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	8.74	65.08	0.15	0.0023	0.695	0.695
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.013	6.49	64.15	0.35	0.0055	0.797	0.797
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.013	6.80	108.46	0.8	0.0074	0.970	0.970
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	7.68	37.71	0.05	0.0013	0.459	0.459
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	7.37	75.79	0.1	0.0013	0.440	0.440

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	5.97	74.64	0.1	0.0013	0.357	0.357
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	4.35	78.48	0.2	0.0025	0.360	0.360
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	9.22	81.3	0.3	0.0038	0.942	0.942
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	6.92	83.54	1.45	0.0173	1.509	1.509
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.013	6.57	76.03	0.1	0.0013	0.393	0.393
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.013	8.36	43.85	3.2	0.0729	3.741	3.741
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.60	134.87	0.25	0.0019	0.477	0.477
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	9.31	133.24	0.05	0.0004	0.309	0.309
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.82	127.41	0.25	0.002	0.505	0.505
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	3.50	111.06	0.05	0.0005	0.130	0.130
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	6.61	93.41	0.1	0.0011	0.364	0.364
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.013	4.58	90.16	2.8	0.031	1.337	1.337
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.013	8.63	251.17	0.7	0.0028	0.757	0.757
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.013	8.58	217.93	0.4	0.0019	0.620	0.620
	CA: Los Incas Y Calle 11							
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	6.02	224.76	0.4	0.0018	0.423	0.423
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	7.22	155.7	0.25	0.0016	0.479	0.479
	CA: Los Incas Y Calle 13							

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.013	8.91	82.57	0.2	0.0024	0.724	0.724
	Calle 13 Y Calle 11							
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.013	-	-	-	-	-	1.048
	CA: Los Incas Y Chiclayo	0.013	6.76	47.6	0.05	0.0011	0.372	
	Chiclayo Y Trujillo	0.013	6.46	47.6	0.05	0.0011	0.355	
	Trujillo Y Calle 13	0.013	5.85	47.6	0.05	0.0011	0.322	
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.013	5.50	82.36	0.1	0.0012	0.316	0.316
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.013	6.65	49.93	0.1	0.002	0.493	0.493
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.013	5.20	56.31	0.1	0.0018	0.366	0.366
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	6.73	51.37	0.1	0.002	0.499	0.499
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.28	37.42	0.15	0.004	0.554	0.554
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.013	6.11	54.63	0.1	0.0018	0.430	0.430
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	6.52	81.41	0.1	0.0012	0.374	0.374
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.013	4.78	145.87	0.45	0.0031	0.441	0.441
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.013	9.73	89.29	0.85	0.0095	1.572	1.572
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.013	6.24	41.71	3	0.0719	2.774	2.774
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.013	4.40	48.53	1.45	0.0299	1.260	1.260
	Tres Marías Y Sin Nombre							
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.013	5.26	60.32	1.7	0.0282	1.465	1.465
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	7.32	46.46	0.2	0.0043	0.796	0.796

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.40	59.8	0.1	0.0017	0.437	0.437
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.013	7.59	42.43	0.1	0.0023	0.603	0.603
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria							
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.013	5.95	96.04	0.15	0.0015	0.382	0.382
	CA. Victoria Y CA. La Unión							
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.013	8.31	126.7	0.18	0.0015	0.534	0.534
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.013	6.88	48.95	0.1	0.002	0.510	0.510
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.013	9.09	52.06	0.1	0.0019	0.656	0.656
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.013	20.47	37.3	0.25	0.0066	2.756	2.756
	CA. Leocio Prado Y Calle 11							
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.013	7.01	146.74	0.2	0.0014	0.435	0.435
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.013	8.45	48.35	0.15	0.0031	0.780	0.780
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre							
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.013	25.01	52.06	0.15	0.0029	2.232	2.232
	CA. Leocio Prado Y Calle 5							
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.013	8.13	62.96	0.3	0.0048	0.933	2.325
	CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.013	8.47	124.21	0.2	0.0016	0.562	
	Calle 7 Y Calle 6	0.013	10.22	61.73	0.15	0.0024	0.830	
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado	0.013	7.98	87.95	0.48	0.0054	0.972	1.357
	Calle 11 Y Calle 7	0.013	8.21	62.86	0.05	0.0008	0.385	
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.013	8.28	124.97	0.25	0.002	0.613	0.613
	Calle 7 Y Calle 6							
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.013	8.56	66.69	0.45	0.0067	1.161	1.161
	Calle 6 Y Calle 5							
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.013	7.23	52.44	0.1	0.0019	0.660	0.660
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.013	5.56	63.54	0.15	0.0023	0.599	0.599

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.013	5.68	107.91	0.25	0.0023	0.452	0.939
	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	6.75	51.72	0.1	0.0019	0.487	
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión							
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	5.97	49.86	0.15	0.003	0.542	0.542
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.013	5.19	49.99	0.1	0.002	0.385	0.385
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	0.013	-	-	-	-	-	
	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.013	22.41	238.04	1.05	0.0044	2.463	2.463
	Calle 5 Y Jorge Chávez	0.013	25.37	69.81	0.35	0.0050	2.973	2.973
	Jorge Chávez Y Dren Salida	0.013	27.80	188.52	0.8	0.0042	2.986	2.986
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.013	6.91	992.89	1	0.0108	1.190	1.190
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.013	7.96	105.53	0.15	0.0014	0.494	0.494
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.013	6.86	53.31	0.2	0.0038	0.701	0.701
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.013	4.95	39.88	1.4	0.0351	1.538	1.538
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.013	10.25	74	0.35	0.0047	1.165	1.165
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.013	9.79	49.19	2.8	0.0011	0.538	1.074
		0.013	7.84	59.2	0.1	0.0017	0.536	
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.013	9.32	228.49	2.8	0.0123	1.714	2.785
	José Olaya Y Calle Dren Salida	0.013	9.05	78.44	0.4	0.0051	1.071	

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°22 Capacidad Vial de Calle a Cámara de Bombeo

TRAMO	DESCRIPCIÓN	n (asfalto)	b (m)	LONG. (m)	ΔH (m)	S	Capacidad Vial (m ³ /seg)	Capacidad Vial (m ³ /seg)	
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.013	12	52.21	0.2000	0.0038	0.0039	1.242	1.242
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.013	10.62	243	0.6000	0.0025	0.0025	0.875	0.875
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.013	12	207.89	0.5000	0.0024	0.0024	1.709	1.709
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.013	12	254.53	0.5500	0.0022	0.0022	1.717	1.717
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.013	12	80.05	0.2000	0.0025	0.0025	1.742	1.742
Calle DF	Mariscal Castilla	0.013	12	142.32	0.5500	0.0039	0.0039	1.793	1.793
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.013	12	80.05	0.2000	0.0025	0.0025	0.994	0.994
Calle DF	Mariscal Castilla	0.013	12	142.32	0.5500	0.0039	0.0039	1.675	1.675

Fuente: Elaborada por el autor.

4.1.3 REQUERIMIENTO DE CUNETAS

El uso de estos dos métodos, se emplea para hacer una comparación entre la capacidad vial y el caudal realmente existente, esto quiere decir, que sí, el caudal existente (método racional) es mayor a la capacidad vial (capacidad de vía), se le debe colocar cunetas a las calles, con el propósito de evacuar las aguas pluviales y evitar que las calles y avenidas del distrito de Túcume se empocen y lleguen al colapso.

Tabla N°23 Comparación Entre Capacidad Vial Y El Método Racional

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (m ²)	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qc+t (m3/s)	Qacumulados (m3/s)	Qcap.vial (m3/s)	Qdiseño de cuneta (m3/s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	705.183	0.071	0.0032	0.876	39.620	0.031	0.698	0.621	0.077	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	1218.130	0.122	0.0041	0.874	39.620	0.040	0.040	0.967		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren										
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	499.083	0.050	0.0023	0.876	39.620	0.022	0.606	0.298	0.308	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	718.579	0.072	0.0022	0.873	39.620	0.021	0.021	0.495		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	1766.230	0.177	0.0039	0.871	39.620	0.037	0.038	1.947		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana										
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	705.873	0.071	0.0018	0.872	39.620	0.017	0.017	0.619		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	1437.206	0.144	0.0039	0.873	39.620	0.038	0.038	1.775		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	1541.212	0.154	0.0032	0.870	39.620	0.031	0.031	1.832		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	1101.355	0.110	0.0025	0.871	39.620	0.024	0.024	1.016		NO CUNETAS
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	123.514	0.012	0.0007	0.877	39.620	0.007	0.007	0.700		NO CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	300.949	0.030	0.0012	0.875	39.620	0.011	0.535	0.579		NO CUNETAS
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	951.713	0.095	0.0042	0.875	39.620	0.040	0.040	0.876		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	1070.161	0.107	0.0028	0.872	39.620	0.027	0.261	0.862		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	827.281	0.083	0.0025	0.873	39.620	0.024	0.024	0.736		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	1380.256	0.138	0.0042	0.873	39.620	0.040	0.040	0.783		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	958.327	0.096	0.0032	0.874	39.620	0.031	0.469	0.238	0.231	SI CUNETETA
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	582.176	0.058	0.0022	0.875	39.620	0.021	0.021	0.486		NO CUNETETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	844.988	0.084	0.0024	0.873	39.620	0.023	0.023	0.544		NO CUNETETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	830.745	0.083	0.0026	0.874	39.620	0.025	0.025	0.737		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	592.760	0.059	0.0016	0.872	39.620	0.015	0.108	0.660		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	547.664	0.055	0.0015	0.873	39.620	0.014	0.232	0.641		NO CUNETETA
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	1682.423	0.168	0.0041	0.872	39.620	0.039	0.039	1.259		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	1288.266	0.129	0.0035	0.873	39.620	0.033	0.170	0.932		NO CUNETETA
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	1375.247	0.138	0.0036	0.872	39.620	0.035	0.105	1.456		NO CUNETETA
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías										
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	1832.443	0.183	0.0034	0.869	39.620	0.032	0.032	1.224		NO CUNETETA
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	1610.073	0.161	0.0073	0.876	39.620	0.070	0.070	1.417		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	591.890	0.059	0.0018	0.874	26.610	0.012	1.153	1.321		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	598.831	0.060	0.0024	0.875	26.610	0.016	1.122	0.669	0.453	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	352.870	0.035	0.0022	0.877	26.610	0.014	1.106	0.677	0.429	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	295.235	0.030	0.0014	0.876	26.610	0.009	1.021	0.649	0.372	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	754.947	0.075	0.0022	0.873	26.610	0.014	0.927	0.553	0.374	SI CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	454.916	0.045	0.0020	0.875	26.610	0.013	0.110	0.288		NO CUNETETA
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	341.045	0.034	0.0015	0.875	26.610	0.010	0.080	0.480		NO CUNETETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto										
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	399.984	0.040	0.0012	0.873	26.610	0.008	0.050	1.001		NO CUNETETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto										
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	381.131	0.038	0.0015	0.875	26.610	0.010	0.010	0.232		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	570.900	0.057	0.0041	0.877	26.610	0.026	0.026	0.274		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	829.322	0.083	0.0042	0.876	26.610	0.027	0.098	0.489		NO CUNETETA
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	447.737	0.045	0.0026	0.877	26.610	0.017	0.056	0.625		NO CUNETETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	703.216	0.070	0.0035	0.876	26.610	0.023	0.023	1.497		NO CUNETAS
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	2121.154	0.212	0.0030	0.866	26.610	0.019	0.019	3.019		NO CUNETAS
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías Tres Marías	553.789	0.055	0.0044	0.877	26.610	0.028	0.028	1.845		NO CUNETAS
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre CA. 16 de Febrero Y Camino Real	1164.716	0.116	0.0029	0.872	26.610	0.019	0.019	0.680		NO CUNETAS
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real CA. 16 de Febrero Y Camino Real	982.333	0.098	0.0033	0.874	26.610	0.021		0.772		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1477.616	0.148	0.0031	0.870	26.610	0.020	0.071	0.839		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1621.435	0.162	0.0032	0.870	26.610	0.021	0.085	0.757		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1127.438	0.113	0.0061	0.876	26.610	0.039	0.803	0.570	0.233	SI CUNETAS
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1219.044	0.122	0.0027	0.871	26.610	0.017	0.017	0.349		NO CUNETAS
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	1208.139	0.121	0.0032	0.872	26.610	0.020	0.020	0.491		NO CUNETAS
Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	1033.319	0.103	0.0021	0.870	26.610	0.013	0.077	3.308		NO CUNETAS
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	354.892	0.035	0.0016	0.876	26.610	0.010	0.010	2.214		NO CUNETAS
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	510.236	0.051	0.0039	0.877	26.610	0.025	0.025	1.478		NO CUNETAS
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	668.961	0.067	0.0054	0.878	26.610	0.035	0.063	1.833		NO CUNETAS
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	685.166	0.069	0.0046	0.877	26.610	0.030	0.093	1.060		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	343.023	0.034	0.0009	0.873	26.610	0.006	0.006	0.421		NO CUNETAS
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	523.194	0.052	0.0033	0.877	26.610	0.021	0.021	0.263		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	783.214	0.078	0.0030	0.875	26.610	0.020	0.114	0.530		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	411.563	0.041	0.0020	0.876	26.610	0.013	0.077	0.614		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	541.637	0.054	0.0032	0.877	26.610	0.021	0.064	0.673		NO CUNETAS
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	1471.982	0.147	0.0095	0.877	26.610	0.061	0.043	3.940		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	323.040	0.032	0.0021	0.877	26.610	0.014	0.014	0.693		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	530.466	0.053	0.0031	0.877	26.610	0.020	0.020	0.328		NO CUNETAS
AV. Augusto B. Leguía	CA. Victoria Y CA. La Unión	689.752	0.069	0.0040	0.877	26.610	0.026	0.419	0.555		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

AV. Augusto B. Leguía	CA. La Unión Y CA. Convento	375.028	0.038	0.0029	0.877	26.610	0.019	0.355	0.253	0.102	SI CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Convento Y CA. Cueto	606.826	0.061	0.0037	0.877	26.610	0.024	0.316	0.525		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	CA. Cueto Y San Martín	1490.133	0.149	0.0062	0.875	26.610	0.040	0.262	0.797		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	1089.695	0.109	0.0044	0.875	26.610	0.028	0.051	1.304		NO CUNETA
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro										
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	677.850	0.068	0.0014	0.870	26.610	0.009	0.054	0.511		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	470.527	0.047	0.0025	0.876	26.610	0.017	0.640	0.347	0.293	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	702.586	0.070	0.0024	0.874	26.610	0.015	0.015	0.695		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	556.237	0.056	0.0024	0.875	26.610	0.016	0.016	0.797		NO CUNETA
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	987.655	0.099	0.0030	0.873	26.610	0.019	0.019	0.970		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	372.295	0.037	0.0019	0.876	26.610	0.012	0.012	0.459		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	635.078	0.064	0.0017	0.873	26.610	0.011	0.039	0.440		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	619.742	0.062	0.0029	0.876	26.610	0.019	0.488	0.357	0.131	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	496.209	0.050	0.0027	0.876	26.610	0.017	0.017	0.360		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	736.004	0.074	0.0031	0.875	26.610	0.020	0.020	0.942		NO CUNETA
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	723.022	0.072	0.0047	0.877	26.610	0.030	0.030	1.509		NO CUNETA
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	855.004	0.086	0.0045	0.876	26.610	0.029	0.165	0.393		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	1018.037	0.102	0.0047	0.876	26.610	0.030	0.030	3.741		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1172.258	0.117	0.0037	0.874	22.640	0.020	0.020	0.477		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1449.178	0.145	0.0015	0.861	26.610	0.010	0.010	0.309		NO CUNETA
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	1115.364	0.112	0.0046	0.875	26.610	0.030	0.030	0.505		NO CUNETA
CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	729.791	0.073	0.0059	0.878	26.610	0.038	0.038	0.130		NO CUNETA
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	805.553	0.081	0.0065	0.878	22.640	0.036	0.036	0.364		NO CUNETA
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	623.392	0.062	0.0041	0.877	26.610	0.027	0.027	1.337		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	2472.651	0.247	0.0075	0.873	22.640	0.041	0.041	0.757		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	3882.957	0.388	0.0077	0.870	22.640	0.042	0.119	0.620		NO CUNETA
	CA: Los Incas Y Calle 11										

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	2158.199	0.216	0.0080	0.875	22.640	0.044	0.044	0.423		NO CUNETA
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	2843.979	0.284	0.0094	0.874	22.640	0.052	0.289	0.479		NO CUNETA
	CA: Los Incas Y Calle 13										
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	1681.733	0.168	0.0061	0.875	22.640	0.034	0.178	0.724		NO CUNETA
	Calle 13 Y Calle 11										
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	1116.315	0.112	0.0078	0.877	22.640	0.043	0.141	1.048		NO CUNETA
	CA: Los Incas Y Chiclayo										
	Chiclayo Y Trujillo										
	Trujillo Y Calle 13										
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	593.729	0.059	0.0037	0.877	22.640	0.020	0.020	0.316		NO CUNETA
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	469.457	0.047	0.0022	0.876	22.640	0.012	0.022	0.493		NO CUNETA
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	61.281	0.006	0.0014	0.879	35.250	0.012	0.012	0.366		NO CUNETA
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	426.983	0.043	0.0063	0.879	22.640	0.035	0.880	0.499	0.381	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	304.164	0.030	0.0034	0.878	22.640	0.019	0.784	0.554	0.230	SI CUNETA
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	482.017	0.048	0.0041	0.878	22.640	0.023	0.646	0.430	0.216	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	789.675	0.079	0.0068	0.878	22.640	0.038	0.579	0.374	0.205	SI CUNETA
CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	2053.765	0.205	0.0097	0.876	22.640	0.054	0.252	0.441		NO CUNETA
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	1375.122	0.138	0.0034	0.872	22.640	0.019	0.071	1.572		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	411.290	0.041	0.0021	0.876	22.640	0.012	0.042	2.774		NO CUNETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	679.526	0.068	0.0022	0.874	22.640	0.012	0.030	1.260		NO CUNETA
	Tres Marías Y Sin Nombre										
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	323.886	0.032	0.0033	0.878	22.640	0.018	0.018	1.465		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	411.153	0.041	0.0051	0.878	22.640	0.028	0.051	0.796		NO CUNETA
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	396.858	0.040	0.0026	0.877	22.640	0.015	0.015	0.437		NO CUNETA
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	286.881	0.029	0.0032	0.878	22.640	0.018	0.048	0.603		NO CUNETA
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria										
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	934.387	0.093	0.0065	0.877	22.640	0.036	0.036	0.382		NO CUNETA
	CA. Victoria Y CA. La Unión										
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	1253.526	0.125	0.0077	0.877	22.640	0.043	0.118	0.534		NO CUNETA
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	517.409	0.052	0.0030	0.876	22.640	0.016	0.016	0.510		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	608.387	0.061	0.0015	0.872	22.640	0.008	0.008	0.656		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	1969.824	0.197	0.0053	0.873	22.640	0.029	0.029	2.756		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 11										

Fuente: Elaborada por el autor.

Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	1205.139	0.121	0.0070	0.877	22.640	0.039	0.039	0.435		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	684.792	0.068	0.0033	0.876	35.250	0.029	0.029	0.780		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre										
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	3747.558	0.375	0.0080	0.871	35.250	0.068	0.257	2.232		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5										
Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	2879.038	0.288	0.0102	0.874	35.250	0.088	1.088	2.325		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 7										
	Calle 7 Y Calle 6										
	Calle 6 Y Calle 5										
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	1454.092	0.145	0.0041	0.873	35.250	0.035	0.147	1.357		NO CUNETA
	Calle 11 Y Calle 7										
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	1254.836	0.125	0.0074	0.877	35.250	0.063	0.115	0.613		NO CUNETA
	Calle 7 Y Calle 6										
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	667.492	0.067	0.0040	0.877	35.250	0.035	0.035	1.161		NO CUNETA
	Calle 6 Y Calle 5										
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	466.210	0.047	0.0018	0.875	35.250	0.016	0.946	0.660	0.286	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	381.454	0.038	0.0025	0.877	35.250	0.022	0.901	0.599	0.302	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	1218.300	0.122	0.0097	0.877	35.250	0.083	0.789	0.939		NO CUNETA
	Calle 4 Y Prolong. Unión										
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión										
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	336.058	0.034	0.0020	0.877	35.250	0.017	0.017	0.542		NO CUNETA
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	322.898	0.032	0.0020	0.877	35.250	0.017	0.017	0.385		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	10144.021	1.014	0.0221	0.871	35.250	0.189	0.189	2.463		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5										
	Calle 5 Y Jorge Chávez										
	Jorge Chávez Y Dren Salida										
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	442.709	0.044	0.0047	0.878	22.640	0.026	0.026	1.190		NO CUNETA
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	946.257	0.095	0.0071	0.877	35.250	0.061	0.061	0.494		NO CUNETA
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	513.555	0.051	0.0027	0.876	35.250	0.023	0.116	0.701		NO CUNETA
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	641.848	0.064	0.0047	0.877	35.250	0.041	0.041	1.538		NO CUNETA
Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	1274.529	0.127	0.0032	0.872	35.250	0.027	0.039	1.165		NO CUNETA
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	1973.637	0.197	0.0089	0.876	35.250	0.076	0.184	1.074		NO CUNETA
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	2775.688	0.278	0.0084	0.873	35.250	0.072	0.052	2.785		NO CUNETA
	José Olaya Y Calle Dren Salida										
	Calle 5 Y Calle Dren Salida										

Fuente: Elaborada por el autor.

Tabla N°24 Comparación Entre Capacidad Vial Y El Método Racional (De Calle a Cámara de Bombeo).

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	ÁREA CALLE (m ²)	ÁREA CALLE (ha)	ÁREA CALLE + TECHO (km ²)	C Final	I (mm/hr)	Qe+t (m3/s)	Qacumulados (m3/s)	Qcap.vial (m3/s)	Qdiseño de cuneta (m3/s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	304.194	0.030	0.0007	0.871	39.620	0.007	0.953	1.242		NO CUNETAS
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	1236.326	0.124	0.0038	0.874	39.620	0.037	1.041	0.875	0.166	SI CUNETAS
Calle DF	Los Incas y Camino Real	772.277	0.077	0.0039	0.876	39.620	0.038	1.958	1.709	0.250	SI CUNETAS
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	1283.656	0.128	0.0035	0.873	39.620	0.034	1.993	1.717	0.275	SI CUNETAS
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	352.937	0.035	0.0004	0.860	39.620	0.003	1.996	1.742	0.254	SI CUNETAS
Calle DF	Mariscal Castilla	883.115	0.088	0.0009	0.860	39.620	0.008	2.004	1.793	0.211	SI CUNETAS
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	352.937	0.035	0.0019	0.876	39.620	0.019	1.172	0.994	0.178	SI CUNETAS
Calle DF	Mariscal Castilla	883.115	0.088	0.0021	0.871	39.620	0.020	1.890	1.675	0.214	SI CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

4.2 DISEÑO DE CUNETAS

4.2.1 CAUDALES DE DISEÑO

Una vez calculados los caudales acumulados de escurrimiento y conociendo también la capacidad vial de las calles, se procederá a calcular los caudales de diseño de aquellas calles que necesiten cunetas, para esto, se realizará una simple resta entre los caudales acumulados y la capacidad vial por cada cuadra de la zona de estudio, obteniendo como resultado de esta operación los caudales de diseño de las cunetas.

A continuación, se muestra los caudales de diseño de cunetas en la siguiente tabla.

Tabla N°25 Cálculo De Caudales De Diseño Para Cunetas

NOMBRE DE CALLE/AV.	DESCRIPCIÓN	Q _{c+t} (m ³ /s)	Q _{acumulados} (m ³ /s)	Q _{cap.vial} (m ³ /s)	Q _{diseño de cuneta} (m ³ /s)	REQUERIMIENTO DE CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.031	0.698	0.621	0.077	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y Sin Nombre	0.040	0.040	0.967		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren					
CA. Mariscal Castilla	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.022	0.606	0.298	0.308	SI CUNETAS
Calle 1	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.021	0.021	0.495		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y Calle del Dren	0.037	0.038	1.947		NO CUNETAS
	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana					
CA. Santa Rosa	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.017	0.017	0.619		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.038	0.038	1.775		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.031	0.031	1.832		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.024	0.024	1.016		NO CUNETAS
CA. Daniel Aldana	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.007	0.007	0.700		NO CUNETAS
CA. Mariscal Castilla	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.011	0.535	0.579		NO CUNETAS
CA. Victoria	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.040	0.040	0.876		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.027	0.261	0.862		NO CUNETAS
CA. Victoria	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.024	0.024	0.736		NO CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Daniel Aldana	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.040	0.040	0.783		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.031	0.469	0.238	0.231	SI CUNETA
CA. La Unión	Ca. Daniel Aldana Y Calle del Dren	0.021	0.021	0.486		NO CUNETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y Daniel Aldana	0.023	0.023	0.544		NO CUNETA
CA. La Unión	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.025	0.025	0.737		NO CUNETA
CA. Daniel Aldana	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.015	0.108	0.660		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.014	0.232	0.641		NO CUNETA
CA. Daniel Aldana	CA. La Unión y Acceso Privado	0.039	0.039	1.259		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.033	0.170	0.932		NO CUNETA
CA. Mariscal Castilla	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías	0.035	0.105	1.456		NO CUNETA
	Prolong. Cueto Y CA. Tres Marías					
Prolong. Cueto	CA. Mariscal Castilla y CA. 16 de Febrero	0.032	0.032	1.224		NO CUNETA
CA. Tres Marías	Prolong. San Marcelo Y CA. Mariscal Castilla	0.070	0.070	1.417		NO CUNETA
CA. 16 de Febrero	Cultivos Y CA. San Juan	0.012	1.153	1.321		NO CUNETA
CA. 16 de Febrero	CA. San Juan Y Calle 01	0.016	1.122	0.669	0.453	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	0.014	1.106	0.677	0.429	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.009	1.021	0.649	0.372	SI CUNETA
CA. 16 de Febrero	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.014	0.927	0.553	0.374	SI CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. 16 de Febrero	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.013	0.110	0.288		NO CUNETA
CA. 16 de Febrero	CA. La Unión Y CA. Convento	0.010	0.080	0.480		NO CUNETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto					
CA. 16 de Febrero	CA. Convento Y Prolong. Cueto	0.008	0.050	1.001		NO CUNETA
	CA. La Unión Y Prolong. Cueto					
CA. San Marcelo	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.010	0.010	0.232		NO CUNETA
CA. San Marcelo	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.026	0.026	0.274		NO CUNETA
CA. San Marcelo	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.027	0.098	0.489		NO CUNETA
CA. San Marcelo	CA. La Unión Y CA. Convento	0.017	0.056	0.625		NO CUNETA
CA. San Marcelo	CA. Convento Y CA. Cueto	0.023	0.023	1.497		NO CUNETA
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.019	0.019	3.019		NO CUNETA
Prolong. San Marcelo	CA. Cueto Y Tres Marías	0.028	0.028	1.845		NO CUNETA
	Tres Marías					
CA. San Juan	CA. 16 de Febrero Y Sin Nombre	0.019	0.019	0.680		NO CUNETA
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real					
CA. San Juan	Sin Nombre Y Camino Real	0.021		0.772		NO CUNETA
	CA. 16 de Febrero Y Camino Real					
CA. Santa Rosa	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.020	0.071	0.839		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.021	0.085	0.757		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.039	0.803	0.570	0.233	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.017	0.017	0.349		NO CUNETA
CA. Convento	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.020	0.020	0.491		NO CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

Prolong. Cueto	CA. 16 de Febrero Y Prolong. San Marcelo	0.013	0.077	3.308		NO CUNETETA
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y Prolong. San Marcelo	0.010	0.010	2.214		NO CUNETETA
CA. Cueto	CA. San Marcelo Y San Pedro	0.025	0.025	1.478		NO CUNETETA
CA. San Martín	Prolong. San Marcelo Y Sin Nombre	0.035	0.063	1.833		NO CUNETETA
CA. San Martín	Sin Nombre Y San Pedro	0.030	0.093	1.060		NO CUNETETA
CA. San Pedro	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.006	0.006	0.421		NO CUNETETA
CA. San Pedro	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.021	0.021	0.263		NO CUNETETA
CA. San Pedro	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.020	0.114	0.530		NO CUNETETA
CA. San Pedro	CA. La Unión Y CA. Convento	0.013	0.077	0.614		NO CUNETETA
CA. San Pedro	CA. Convento Y CA. Cueto	0.021	0.064	0.673		NO CUNETETA
CA. San Pedro	CA. Cueto Y San Martín	0.061	0.043	3.940		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.014	0.014	0.693		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.020	0.020	0.328		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.026	0.419	0.555		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	CA. La Unión Y CA. Convento	0.019	0.355	0.253	0.102	SI CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	CA. Convento Y CA. Cueto	0.024	0.316	0.525		NO CUNETETA
AV. Augusto B. Leguia	CA. Cueto Y San Martín	0.040	0.262	0.797		NO CUNETETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Santa Rosa	CA. Pedro Y Camino Real	0.028	0.051	1.304		NO CUNETA
	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro					
AV. Federico Villarreal	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.009	0.054	0.511		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.017	0.640	0.347	0.293	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.015	0.015	0.695		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.016	0.016	0.797		NO CUNETA
Camino Real	CA. San Juan Y Ca. Santa Rosa	0.019	0.019	0.970		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	Camino Real Y AV. Augusto B. Leguía	0.012	0.012	0.459		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.011	0.039	0.440		NO CUNETA
CA. Victoria	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.019	0.488	0.357	0.131	SI CUNETA
CA. La Unión	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.017	0.017	0.360		NO CUNETA
CA. Convento	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.020	0.020	0.942		NO CUNETA
CA. Cueto	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.030	0.030	1.509		NO CUNETA
CA. San Martín	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.029	0.165	0.393		NO CUNETA
AV. Augusto B. Leguía	San Martín Y Sin Nombre	0.030	0.030	3.741		NO CUNETA
CA. Santa Rosa	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.020	0.020	0.477		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.010	0.010	0.309		NO CUNETA
CA. Victoria	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.030	0.030	0.505		NO CUNETA

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. La Unión	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.038	0.038	0.130		NO CUNETAS
CA. Cueto	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.036	0.036	0.364		NO CUNETAS
CA. San Martín	AV. Augusto B. Leguía y CA: Los Incas	0.027	0.027	1.337		NO CUNETAS
CA. Santa Rosa	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.041	0.041	0.757		NO CUNETAS
AV. Federico Villarreal	CA: Los Incas Y CA. Sarita Colonia	0.042	0.119	0.620		NO CUNETAS
	CA: Los Incas Y Calle 11					
CA. Victoria	CA: Los Incas Y Calle 11	0.044	0.044	0.423		NO CUNETAS
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.052	0.289	0.479		NO CUNETAS
	CA: Los Incas Y Calle 13					
CA. La Unión	CA: Los Incas Y Calle 11	0.034	0.178	0.724		NO CUNETAS
	Calle 13 Y Calle 11					
CA. Cueto	CA: Los Incas Y Calle 13	0.043	0.141	1.048		NO CUNETAS
	CA: Los Incas Y Chiclayo					
	Chiclayo Y Trujillo					
	Trujillo Y Calle 13					
CA. Cueto	Calle 13 Y Calle 11	0.020	0.020	0.316		NO CUNETAS
Trujillo	CA: Los Incas Y Cultivos	0.012	0.022	0.493		NO CUNETAS
Pasaje	CA: Los Incas Y Cultivos	0.012	0.012	0.366		NO CUNETAS
CA. Los Incas	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.035	0.880	0.499	0.381	SI CUNETAS
CA. Los Incas	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.019	0.784	0.554	0.230	SI CUNETAS
CA. Los Incas	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.023	0.646	0.430	0.216	SI CUNETAS
CA. Los Incas	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.038	0.579	0.374	0.205	SI CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

CA. Los Incas	CA. La Unión Y CA. Cueto	0.054	0.252	0.441		NO CUNETETA
CA. Los Incas	CA. Cueto Y Sin Nombre	0.019	0.071	1.572		NO CUNETETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Tres Marías	0.012	0.042	2.774		NO CUNETETA
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.012	0.030	1.260		NO CUNETETA
	Tres Marías Y Sin Nombre					
CA. Los Incas	Sin Nombre Y Sin Nombre	0.018	0.018	1.465		NO CUNETETA
CA. Sarita Colonia	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.028	0.051	0.796		NO CUNETETA
CA. Sarita Colonia	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.015	0.015	0.437		NO CUNETETA
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. Unión	0.018	0.048	0.603		NO CUNETETA
	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria					
Calle 11	AV. Federico Villarreal Y CA. La Unión	0.036	0.036	0.382		NO CUNETETA
	CA. Victoria Y CA. La Unión					
Calle 11	CA. La Unión Y Prolong. Cueto	0.043	0.118	0.534		NO CUNETETA
Calle 11	Prolong. Cueto Y Cultivos	0.016	0.016	0.510		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.008	0.008	0.656		NO CUNETETA
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y CA. Sarita Colonia	0.029	0.029	2.756		NO CUNETETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 11					
Prolong. Cueto	Calle 7 Y Calle 11	0.039	0.039	0.435		NO CUNETETA
CA. Santa Rosa	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.029	0.029	0.780		NO CUNETETA
	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre					
AV. Federico Villarreal	CA. Leocio Prado Y Sin Nombre	0.068	0.257	2.232		NO CUNETETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5					

Fuente: Elaborada por el autor.

Calle 4	CA. Leocio Prado Y Calle 5	0.088	1.088	2.325		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 7					
	Calle 7 Y Calle 6					
	Calle 6 Y Calle 5					
Prolong. Unión	Calle 11 Y CA. Leocio Prado Y Calle 7	0.035	0.147	1.357		NO CUNETA
	Calle 11 Y Calle 7					
Prolong. Unión	Calle 7 Y Calle 6	0.063	0.115	0.613		NO CUNETA
	Calle 7 Y Calle 6					
Prolong. Unión	Calle 6 Y Calle 5	0.035	0.035	1.161		NO CUNETA
	Calle 6 Y Calle 5					
CA. Leocio Prado	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.016	0.946	0.660	0.286	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.022	0.901	0.599	0.302	SI CUNETA
CA. Leocio Prado	AV. Federico Villarreal Y Calle 4	0.083	0.789	0.939		NO CUNETA
	Calle 4 Y Prolong. Unión					
	AV. Federico Villarreal Y Prolong. La Unión					
Calle 7	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.017	0.017	0.542		NO CUNETA
Calle 6	Calle 4 Y Prolong. Unión	0.017	0.017	0.385		NO CUNETA
AV. Federico Villarreal	Sin Nombre Y Dren Salida	0.189	0.189	2.463		NO CUNETA
	CA. Leocio Prado Y Calle 5					
	Calle 5 Y Jorge Chávez					
	Jorge Chávez Y Dren Salida					
Sin Nombre Ch	Cultivos Y AV. Federico Villarreal	0.026	0.026	1.190		NO CUNETA
Calle 5	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.061	0.061	0.494		NO CUNETA
Calle 5	Francisco Bolognesi Y Victor A. Belaunde	0.023	0.116	0.701		NO CUNETA
Calle 5	Victor A. Belaunde Y Cultivos	0.041	0.041	1.538		NO CUNETA

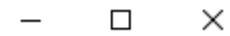
Fuente: Elaborada por el autor.

Jorge Chávez	AV. Federico Villarreal Y Francisco Bolognesi	0.027	0.039	1.165		NO CUNETAS
Francisco Bolognesi	Calle 5 Y José Olaya	0.076	0.184	1.074		NO CUNETAS
Victor A. Belaunde	Calle 5 Y José Olaya	0.072	0.052	2.785		NO CUNETAS
	José Olaya Y Calle Dren Salida					
	Calle 5 Y Calle Dren Salida					
Calle DF	Ca. Leoncio Prado y Sarita Colonia	0.007	0.953	1.242		NO CUNETAS
Calle DF	Sarita Colonia y Los Incas	0.037	1.041	0.875	0.166	SI CUNETAS
Calle DF	Los Incas y Camino Real	0.038	1.958	1.709	0.250	SI CUNETAS
Calle DF	Camino Real y 16 de Febrero	0.034	1.993	1.717	0.275	SI CUNETAS
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.003	1.996	1.742	0.254	SI CUNETAS
Calle DF	Mariscal Castilla	0.008	2.004	1.793	0.211	SI CUNETAS
Calle DF	16 de Febrero y Mariscal Castilla	0.019	1.172	0.994	0.178	SI CUNETAS
Calle DF	Mariscal Castilla	0.020	1.890	1.675	0.214	SI CUNETAS

Fuente: Elaborada por el autor.

Como se puede observar, no todas las cuadras van a requerir de cunetas para poder garantizar la evacuación de las aguas de lluvia, pues en otros casos, el agua de lluvia no tendrá inconveniente alguno para circular por las calles de forma segura, sin la necesidad de una cuneta.

🚩 Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular



Lugar:

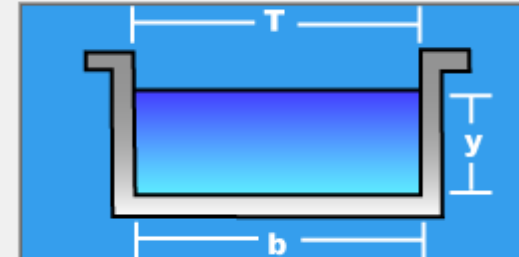
Proyecto:

Tramo:

Revestimiento:

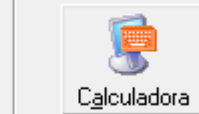
Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): <input type="text" value="0.3965"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.2930"/> m
Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.1982"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1533"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.5000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.1450"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.5806"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.4633"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	



Fuente: Hcanales.

Tabla N°27 Secciones de Cunetas

NOMBRE DE CALLE/ AVENIDA	TRAMO	Qacum.	Qcap. Vial	Qdiseño	QCUNETA (A/S)	Scuneta (m/m)	SECCIÓN	SECCIÓN FINAL CUNETETA
CA. MARISCAL CASTILLA	CALLE 01 Y CULTIVOS	0.698	0.621	0.077	0.077	0.0052	0.30 X 0.25	0.45 X 0.35
CA. MARISCAL CASTILLA	Calle 01 Y Ca. Santa Rosa	0.606	0.298	0.308	0.154	0.0034	0.45 X 0.30	
CA. MARISCAL CASTILLA	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.469	0.238	0.231	0.116	0.0020	0.45 X 0.30	
CA. 16 DE FEBRERO	CA. San Juan Y Calle 01	1.122	0.669	0.453	0.227	0.0027	0.50 X 0.40	0.50 X 0.45
CA. 16 DE FEBRERO	Calle 01 Y CA. Santa Rosa	1.106	0.677	0.429	0.215	0.0024	0.50 X 0.40	
CA. 16 DE FEBRERO	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	1.021	0.649	0.372	0.186	0.0034	0.45 X 0.35	
CA. 16 DE FEBRERO	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.927	0.553	0.374	0.187	0.0018	0.50 X 0.40	
CA. VICTORIA	CA. 16 de Febrero Y CA. San Marcelo	0.803	0.570	0.233	0.117	0.0014	0.45 X 0.35	0.45 X 0.40
CA. VICTORIA	CA. San Marcelo Y CA. San Pedro	0.640	0.347	0.293	0.147	0.0021	0.45 X 0.35	
CA. VICTORIA	CA. San Pedro Y AV. Augusto B. Leguía	0.488	0.357	0.131	0.066	0.0013	0.35 X 0.30	
CA. LOS INCAS	Cultivos Y CA. Santa Rosa	0.880	0.499	0.381	0.191	0.002	0.50 X 0.40	0.50 X 0.45
CA. LOS INCAS	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.784	0.554	0.230	0.115	0.004	0.35 X 0.30	
CA. LOS INCAS	AV. Federico Villarreal Y CA. Victoria	0.646	0.430	0.216	0.108	0.0018	0.40 X 0.35	
CA. LOS INCAS	CA. Victoria Y CA. La Unión	0.579	0.374	0.205	0.103	0.0012	0.45 X 0.35	
CA. LEONCIO PRADO	Cultivos Y Ca. Santa Rosa	0.946	0.660	0.286	0.143	0.002	0.45 X 0.35	0.45 X 0.40
CA. LEONCIO PRADO	CA. Santa Rosa Y AV. Federico Villarreal	0.901	0.599	0.302	0.151	0.0023	0.45 X 0.35	
CALLE DF	Sarita Colonia Y Los Incas	1.041	0.866	0.175	0.175	0.0025	0.50 X 0.35	0.50 X 0.45
CALLE DF	LOS INCAS Y CAMINO REAL	1.958	1.504	0.454	0.227	0.0027	0.50 X 0.40	
CALLE DF	CAMINO REAL Y 16 DE FEBRERO	1.993	1.572	0.421	0.211	0.0023	0.50 X 0.40	
CALLE DF	16 DE FEBRERO Y MARISCAL CASTILLA	1.996	1.557	0.439	0.220	0.0025	0.50 X 0.40	
CALLE DF	MARISCAL CASTILLA Y DREN SALIDA	2.004	1.456	0.548	0.274	0.0039	0.50 X 0.40	

Fuente: Elaborada por el autor.

4.2.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DE CUNETAS

En la tabla N° 28, se detalla el procedimiento que se ha llevado a cabo, para el cálculo del acero de las cunetas.

Tabla N°28 Cálculo Estructural de Cunetas

DISEÑO ESTRUCTURAL DE CANALETAS DE CONCRETO ARMADO	
Sección Rectangular	
<p>La canaleta debe ser diseñada para resistir los efectos de cargas móviles de servicio y para efectos de maquinaria pesada de construcción</p> <p>Como resultado equivalente se tiene una distribución uniforme de presión lateral del terreno (rectangular) de 60 psf, desde la superficie del terreno hasta el fondo</p>	
DIMENSIONAMIENTO	CARACTERISTICAS DEL SUELO
Altura (h)	Peso unitario del material seco (δ_s):
0.45 m	1721 kg/m ³
Ancho (b)	Ángulo de fricción interna (Φ):
0.50 m	25 °
Espesor de paredes y fondo (e)	Capacidad de carga del terreno (σ_t):
0.10 m	0.90 kg/m ²
	Ángulo sobre la horizontal del talud (α):
	90 °
CARGA DE TRÁFICO	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
Carga H20-44, que representa un camión con dos ejes	Resistencia a la compresión del concreto
Carga eje delantero: 3630 kg	175 kg/cm ²
Carga eje trasero: 14520 kg	Peso unitario del concreto (δ_c)
	2400 kg/m ³
CALCULO DE EMPUJE DE TIERRAS:	
Coeficiente de empuje activo (k_a)	
	$k_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi}{2} \right)$ $k_a = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)$ $k_a = 0.406$
Empuje activo (E_a)	
	$E_a = \frac{1}{2} * k_a * \delta_s * h^2$ $E_a = \frac{1}{2} * 0.406 * 1.72\text{T/m}^3 * 0.20 \text{ m}^2$ $E_a = 0.071 \text{ T/m}$
Empuje activo móvil (E_{am})	
	$E_{am} = 60 \text{ psf} * h$ $E_{am} = 60 \text{ psf} * 0.45 \text{ m}$ $E_{am} = 0.133 \text{ T/m}$

Fuente: Elaborada por el autor

CÁLCULO DE MOMENTO

$$M = \frac{1}{3} * E_a * h + \frac{1}{2} * E_{am} * h$$

$$M = \frac{1}{3} * 0.071 \text{T/m} * 0.5 \text{ m} + \frac{1}{2} * 0.13 \text{T/m} * 0.5 \text{ m}$$

$$M = 0.011 \text{ T.m/m} + 0.030 \text{ T.m/m}$$

$$M = 0.040 \text{ T.m/m}$$

$$M_u = 1.7 * M$$

$$M_u = 1.7 * 0.040 \text{ T.m/m} = 0.069 \text{ T.m}$$

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA CUNETA (e)

$$M_u = \phi * M_n$$

DATOS	
Øflexión =	0.9
L =	100 cm
f'c =	175 kg/cm ²
f _y =	4200 kg/cm ²
$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$	
ρ _{min} =	0.002
Rec. =	2.54 cm
Øvar. =	1.27 cm
d =	6.83 cm
$\omega = \rho * \frac{f_y}{f'_c}$	
ω =	0.048

$$M_u = \phi * L * e^2 * f'_c * \omega * (1 - 0.59 \omega)$$

$$6881.08 = 0.90 * 100 * e^2 * 175 * 0.048 * (1 - 0.028)$$

$$e = 3.06 \text{ cm}$$

$$e = 10.00 \text{ cm}$$

$$e = 10.00 \text{ cm}$$

DISEÑO POR FLEXION

$$M_u = \phi * [A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})]$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 0.9 * 10}$$

$$a = \frac{0.20 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.20 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.06 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.80}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.79}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.069 * 100000}{0.9 * 4200 * 6.79}$$

$$a = \frac{0.27 * 4200}{0.85 * 175 * 100}$$

$$A_s = 0.27 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

Elección de Acero

$$1 \text{ } \phi \text{ } 3/8 = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{USAR } 1 \text{ } \phi \text{ } 3/8 @ 45.00 \text{ cm}$$

Fuente: Elaborada por el autor

**ANEXO N°12: INFORME N°05: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL
DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS**

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

INTORDUCCIÓN

Los pavimentos están formados por un conjunto de capas superpuestas, de manera relativamente horizontal, que se diseñan y se construyen con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Para garantizar que las vías del distrito de Túcume, ofrezcan un nivel de serviciabilidad adecuado el mismo que genere bienestar, confort y seguridad en diferentes aspectos sociales, comercio, turismo y al transporte urbano, es necesario contar con vías que se encuentren en buen estado y que se ajusten a las diferentes condiciones tanto de tránsito, nivel de importancia y tipo de terreno.

Con el fin de obtener vías que se acomoden a las condiciones a las cuales serán sometidas, se realiza un análisis técnico comparativo del diseño de los pavimentos, considerando entre ellos el pavimento flexible, rígido e intertrabado mediante la metodología AASHTO 93.

El presente informe tiene como objetivo, mostrar las diferentes alternativas de diseño de los pavimentos, con una proyección de diseño de 20 años para el distrito de Túcume, el cual nos permita sustituir el pavimento actual el mismo que no está en condiciones adecuadas, las cuales se han visto reflejadas en el Fenómeno El Niño Costero (FEC). Para hacer el diseño de las diferentes alternativas de pavimento, es necesario hacer un análisis de tránsito proyectado a un periodo de 20 años, luego se hará una conversión a ejes equivalentes (EE), además de los diferentes resultados de los ensayos de suelos que nos determinarán las condiciones de las Subrasante, incluyendo los resultados del CBR.

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis técnico comparativo de las tres (3) alternativas de pavimento, flexible, rígido, intertrabado, teniendo en cuenta las características de tránsito vehicular existente, garantizando la integridad y seguridad de los peatones y usuarios con el fin de reducir al mínimo los accidentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer el diseño de las tres (3) alternativas de pavimentos, según la metodología AASHTO 93.

Determinar las diferentes variables que intervienen en el diseño de la estructura del pavimento como son: tipo de tránsito, volumen y las cargas (ESAL) confiabilidad, serviciabilidad, entre otras, a las que el pavimento será sometido durante el periodo de diseño.

Realizar la evaluación económica en base a los tres (3) tipos de pavimentos analizados para el presente proyecto.

Seleccionar la mejor alternativa técnica económica entre los tres (3) tipos de pavimento analizado, para el distrito de Túcume.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 PAVIMENTO

El pavimento es una estructura que está compuesta por una serie de capas, que contienen materiales adecuados para cumplir con las especificaciones técnicas, permitiendo garantizar su resistencia y durabilidad, la sub-rasante es la estructura de apoyo de todas las capas que conforman el pavimento, a su vez sirve como fundación y soporta las cargas y esfuerzos que genera el tránsito vehicular.

2.2 CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR UN PAVIMENTO

Un pavimento para que cumpla su función para la que fue diseñada, debe reunir una serie de requisitos como son:

Soporte al tránsito: Ser resistente a las acciones de las cargas generadas por el tránsito vehicular. [1]

La durabilidad del pavimento: debe estar ligada al diseño planteado según los estudios realizados.

Evacuación de las aguas: El drenaje debe presentar condiciones adecuadas que complementen al buen funcionamiento del pavimento. [1]

Resistencia al intemperismo: Los pavimentos deben resistir a las acciones climáticas (viento, radiación solar, agua), biológicas y atmosféricas a las cuales está sometida permanentemente. [1]

Color adecuado: Para evitar reflejos y deslumbramiento y ofrecer una adecuada seguridad al transitar por las vías. [1]

El ruido de rodadura: al transitar los vehículos por la vía, se debe mantener un moderado ruido entre la capa de rodadura y los vehículos. [1]

2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

En nuestro medio los pavimentos se clasifican de la siguiente manera:

Pavimentos Flexibles.

Pavimentos Rígidos.

Pavimentos Semirrígido.

Pavimentos Intertrabados (Adoquinados).

2.3.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso, aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. [2]

Figura N°01 Estructura de un Pavimento Flexible



Fuente: Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.

Compuestos por capas granulares (subbase y base drenante) y una superficie de rodadura bituminosa en frío como tratamiento superficial bicapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, micro pavimento en frío, macadam asfáltico, carpetas de mezclas asfálticas en frío, etc. [2]

Compuestos por capas granulares (subbase y base drenante) y una capa de rodadura bituminosa de mezcla asfáltica en caliente de espesor variable, según sea necesario. [2]

2.3.1.1 FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Carpeta de Rodadura

Es la capa superior del pavimento flexible está dispuesta sobre la base y sostiene directamente el tránsito. Proteger las capas internas del pavimento y actúa como impermeabilizante evitando filtraciones pluviales que saturarían las capas internas. Además, impide la destrucción de las capas inferiores ocasionadas por las cargas vehiculares. La carpeta asfáltica tiene que ser de mejor calidad cuyas características serán fricción, suavidad, así como control de ruido y drenaje. [3]

La capa de rodadura o revestimiento asfáltico tiene las siguientes funciones:
 Impermeabilizar el pavimento, para que las capas subyacentes puedan mantener su capacidad de soporte. [4]

Proveer una superficie resistente al deslizamiento, incluso en una pista húmeda.

Reducir las tensiones verticales que la carga por eje ejerce sobre la capa base, para poder controlar la acumulación de deformaciones plásticas en dicha capa. [4]

Capa Base

Es la capa colocada debajo de la capa de rodadura y su función primordial es sostener, distribuir y transmitir las cargas a la sub-base y a través de ésta a la sub-rasante, Esta base está constituida por agregado grueso de buena calidad, triturado y mezclado con material de relleno o bien por una combinación de agregados gruesos y finos en su estado natural. Su eficiencia dependerá de la correcta graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión. Estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso. Esta capa será de material granular ($\text{CBR} \geq 80\%$) o tratada con asfalto, cal y/o cemento. [3]

La capa base tiene las siguientes funciones:

Reducir las tensiones verticales que las cargas por eje ejercen sobre las capas sub-base y suelo natural. [4]

Reducir las deformaciones de tracción que las cargas por eje ejercen a la capa de revestimiento asfáltico. [4]

Permitir el drenaje del agua que se infiltra en el pavimento, a través de drenajes laterales longitudinales. [4]

Capa Sub Base

Es la capa de material especificado con un espesor de diseño, soporta a la base y la carpeta asfáltica, con el propósito fundamental de transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, hacia la sub-rasante de tal forma que pueda soportarla absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub-base. La sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, razón por la que se usan materiales granulares. Si el

diseño lo solicita, esta capa puede obviarse. La sub base puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. [3]

La capa sub-base está constituida por un material de capacidad de soporte superior a la del suelo compactado y se utiliza para permitir la reducción del espesor de la capa base. [4]

La capa de suelo reforzado, puede estar presente en una estructura de pavimento, para poder reducir el espesor de la capa sub-base. [4]

Capa Sub Rasante

Es la capa de terreno más profunda y soporta toda la estructura, se extiende hasta una profundidad de tal manera que no afecte la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto. El espesor de pavimento dependerá en gran medida de la calidad de la sub-rasante, por lo tanto, debe reunir los requisitos de resistencia, incomprensibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad. Los suelos pertenecientes a la sub rasante serán adecuados y estables, su CBR debe ser igual o mayor a 6%. Si fuera menor se le considera subrasante pobre o inadecuada, entonces será necesario estabilizar los suelos, analizando propuestas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo de suelo, estabilización química de suelo, estabilización con geo-sintéticos. La propuesta debe ser técnica y económica. Se apoya sobre el terreno natural de fundación. [3]

En la figura siguiente se puede visualizar la imagen correspondiente, relacionada con los componentes básicos de un pavimento flexible.

Figura N°02 Estructura De Un Pavimento Flexible



Fuente: Google

2.3.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. Los pavimentos rígidos tienen la siguiente estructura. [2]

Figura N°03 Estructura De Un Pavimento Rígido



Fuente: Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.

Conformados por losa de concreto de cemento hidráulico y una subbase granular para uniformizar las características de cimentación de la losa. [2]

2.3.3 PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDOS

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.

Conformados con capas asfálticas (base asfáltica y carpeta asfáltica en caliente); también se considera como pavimento semirrígido, la estructura compuesta por carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con cemento o base tratada con cal. [2]

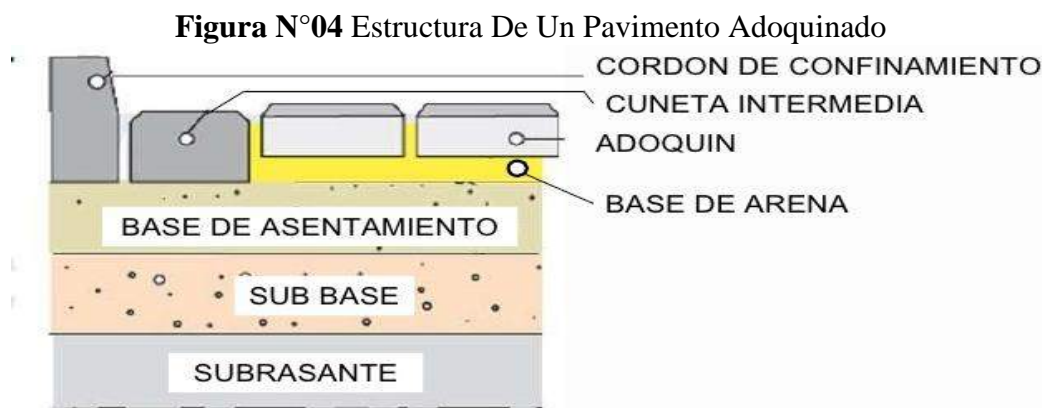
Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido, también, los pavimentos adoquinados. [2]

2.3.4 PAVIMENTOS INTERTRABADOS (ADOQUINADOS)

Los Pavimentos de adoquín, están elaborados de adoquín de granito, adoquín de hormigón o adoquín cerámico.

El uso de los Pavimentos de adoquín tiene una larga historia, especialmente el pavimento hecho con adoquines de granito, dado su gran durabilidad y versatilidad fue usado desde los tiempos de los romanos para las vías públicas, con resultados óptimos para las necesidades de épocas anteriores, actualmente se siguen usando, especialmente en áreas peatonales, centros históricos, aportan gran belleza y durabilidad si se les da el mantenimiento necesario, en especial vigilar el llenado de juntas y el crecimiento de yerbas dentro del pavimento, ya que aceleran el periodo de deterioro.

La aparición de los vehículos, alto tráfico y necesidad de métodos rápidos para pavimentar grandes vías ha hecho que entren en desuso en las vías de circulación vehicular de mediano y alto uso.



Fuente: Google

2.3.5 VENTAJAS DE LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS

Por ser elaborado con un concreto o ladrillo de alta resistencia, los adoquines presentan alta resistencia a las cargas concentradas, a la abrasión y a los agentes atmosféricos. Además, no son afectados por productos derivados del petróleo. [5]

Por el reducido tamaño del bloque, el pavimento no está sujeto a los esfuerzos por cambios térmicos que afectan a los pavimentos rígidos y se acomodan fácilmente a pequeño asentamiento del soporte. [5]

Los adoquines son reutilizables cuando se requiere su remoción para ejecutar trabajos subterráneos. [5]

Su construcción puede emplear mano de obra no calificada si no se desea la instalación mecánica. [5]

2.3.6 DESVENTAJAS DE LOS PAVIMENTOS ADOQUINADOS

Debido a la innumerable cantidad de juntas que posee el pavimento, la circulación es incómoda y se traduce en mayores costos de operación vehicular en relación con otras alternativas de pavimento. [5]

A raíz, de que este tipo de pavimentos tienen gran cantidad de juntas, no es recomendable usarlo en zonas donde haya precipitaciones pluviales de gran intensidad, ya que tienden a desnivelarse unos de otros.

III. ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO DE LOS PAVIMENTOS

El análisis técnico comparativo, se basará en la comparación de los costos y también de la parte técnica de cada tipo de pavimento seleccionado, con la finalidad de elegir para el presente proyecto, la mejor alternativa de solución.

3.1 COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.1.1 METRADO

Viene a ser la cuantificación por unidad de medida de cada partida a ejecutar dentro del proyecto, por lo que está dado en metros, metro cuadrado, metro cúbico, mes, global, unidad.

3.1.2 PRESUPUESTO BASE

Es el costo total del proyecto, conformado por servicios y materiales los cuales serán determinados por el metrado, incluyendo los gastos generales, la utilidad y el IGV.

3.1.3 FÓRMULA POLINÓMICA

A través de este cálculo, se encontrará el incremento de los costos que la obra sufre durante su ejecución.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL ANÁLISIS

3.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El presente análisis, va a contemplar la mejor alternativa de los pavimentos, los mismos que se someterán a la comparación técnica, económica para el desarrollo del presente proyecto, el cual brindará mejor transitabilidad vehicular y peatonal por el distrito en estudio.

3.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La población beneficiaria con este proyecto, tendrán una mejor calidad de vida, evitando de esta manera que las aguas de lluvia se empocen en las calles y ocasionen focos infecciosos que mermen la salud de los pobladores, es por ello que se debe elegir el mejor tipo de pavimento basándose en el análisis técnico comparativo.

3.2.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Este es el tercer punto y no menos importante, pues la elección de la mejor alternativa de pavimento, teniendo en cuenta los criterios económicos, reducirán los costos de transporte y a la vez que permitirá gestionar adecuadamente el tiempo y ayudará a mejorar la calidad de vida de la población del distrito de Túcume.

IV. METODOLOGÍA DISEÑO DE PAVIMENTO

4.1 METODOLOGÍA AASHTO 93 PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), 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 durante el periodo de diseño establecido en el proyecto. [36]

La ecuación para el diseño de la estructura del pavimento flexible es la siguiente:

Formula N°01 Pavimento Flexible

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

4.1.1 VARIABLES DE DISEÑO

4.1.1.1 PERIÓDO DE DISEÑO

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad. [36]

En síntesis, es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas.

Cuadro N°01: Periodos De Diseño En Función Del Tipo De Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.1.1.2 PERIODO DE ANÁLISIS

Se refiere al período para el cual se va a adelantar el análisis, es decir, el transcurso de tiempo que cualquier estrategia de diseño debe cubrir. El período de análisis es análogo al término “período de diseño”. [7]

4.1.1.3 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)

El método AASHTO 93, toma como base para el diseño de pavimento, el número de ejes equivalentes (ESAL) de 18000 lb (80KN), correspondientes al número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.

El ESAL, es la cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente, para un periodo determinado, hacemos uso de esta carga equivalente por efectos de cálculo, ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y números de ejes. [36]

Cuadro N°02: Relación de Carga por Ejes para determinar Ejes Equivalentes (EE)

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.1.1.4 MÓDULO DE RESILENCIA (Mr)

El Módulo de Resilencia (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide). [36]

Sin embargo, la guía de diseño AASHTO93, ha propuesto correlaciones que determinan el módulo de resiliencia a partir de ensayos de CBR; considerando los siguientes valores.

El módulo de resiliencia (Mr) se calcula:

Formula N°02 Módulo De Resiliencia

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Cuadro N°03: Módulo De Resiliencia Obtenido Por Correlación Con CBR

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (psi)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPa)	CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (psi)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (Mr) (MPa)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.1.1.5 CONFIABILIDAD (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como, por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento. [36]

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar. La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Z_r). [36]

A continuación, se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Cuadro N°04: Nivel De Confiabilidad Según ESAL

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T_{P1}	150,001	300,000	70%
	T_{P2}	300,001	500,000	75%
	T_{P3}	500,001	750,000	80%
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.1.1.6 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. [36]

Cuadro N°05: Coeficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (Z_r)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T_{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento – 1993

4.1.1.7 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45. [36]

4.1.1.8 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

El Índice de Serviabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. [36]

4.1.1.8.1 SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)

La Serviabilidad Inicial (P_i) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico. [36]

Cuadro N°06: Índice de Serviabilidad Inicial (P_i)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	3.80

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.1.1.8.2 SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

La Serviabilidad Terminal (P_t) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. [36]

A continuación, se indican los índices de serviabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

Cuadro N°07: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.1.1.9 COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)

Para obtener los valores de los coeficientes m₂ y m₃, correspondientes a las capas de base y subbase respectivamente, el método de la AASHTO se basa en la capacidad que tiene el drenaje de remover la humedad interna del pavimento.

Cuadro N°08: Calidad Del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

Cuadro N°09: Valores Del Coeficiente De Drenaje Para Base Y Subbase

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 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	1.00 – 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 pavimento - 1993

4.1.1.10 NÚMEROS ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO (SN)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación. [36]

Formula N°03 Número Estructural

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
 d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
 m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

4.2 METODOLOGÍA AASHTO 93 PARA PAVIMENTO RÍGIDO

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. [36]

El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño. Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado. [36]

Formula N°04: Pavimento Rígido

$$\text{Log}_{10} W_{R2} = Z_R S_D + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{15}}{(D + 25.4)^{4.6}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}}\right)}\right)$$

4.2.1 VARIABLES DE DISEÑO

4.2.1.1 PERIÓDO DE DISEÑO

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad. [36]

En síntesis, es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas.

Cuadro N°010: Periodos De Diseño En Función Del Tipo De Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento – 1993

4.2.1.2 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)

El método AASHTO 93, toma como base para el diseño de pavimento, el número de ejes equivalentes (ESAL) de 18000 lb (80KN), correspondientes al número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.

El ESAL, es la cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente, para un periodo determinado, hacemos uso de esta carga equivalente por efectos de cálculo, ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y números de ejes.

Cuadro N°011: Relación de Carga por Ejes para determinar Ejes Equivalentes (EE)

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.2.1.3 VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

Este parámetro sintetiza el criterio de diseño AASHTO: Servicio, o serviciabilidad. AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicio final o Terminal (Pt). En la ecuación se ingresa la diferencia entre los valores de serviciabilidad inicial y final, determinándose una variación o diferencial entre ambos índices (Δ PSI). [36]

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5, donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente que es un valor ideal que en la práctica no se da. El valor de 0 es un indicador muy pesimista, pues AASHTO 93 emplea el valor de 1.5 como índice de serviciabilidad terminal del pavimento. El valor Δ PSI depende de la calidad de la construcción. [36]

En el AASHO Road Test se alcanzó el valor de $P_i = 4.5$ para el caso de pavimentos de concreto. Los valores recomendados en este Manual son los siguientes:

Cuadro N°012: Índice de Serviabilidad Inicial (Pi) Índice de Serviabilidad Final o Terminal (Pt) Diferencial de Serviabilidad Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.2.1.4 NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)

El concepto de confiabilidad ha sido incorporado con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión que hacen que pavimentos construidos de la “misma forma” presenten comportamientos de deterioro diferentes. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas. [36]

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre $0.30 < S_o < 0.40$, en el presente Manual se recomienda un $S_o = 0.35$. Los siguientes valores de confiabilidad en relación al Número de Repeticiones de EE serán los que se aplicarán para diseño y son los indicados en el cuadro siguiente: [36]

Cuadro N°013: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P5}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P6}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645	

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos – 1993

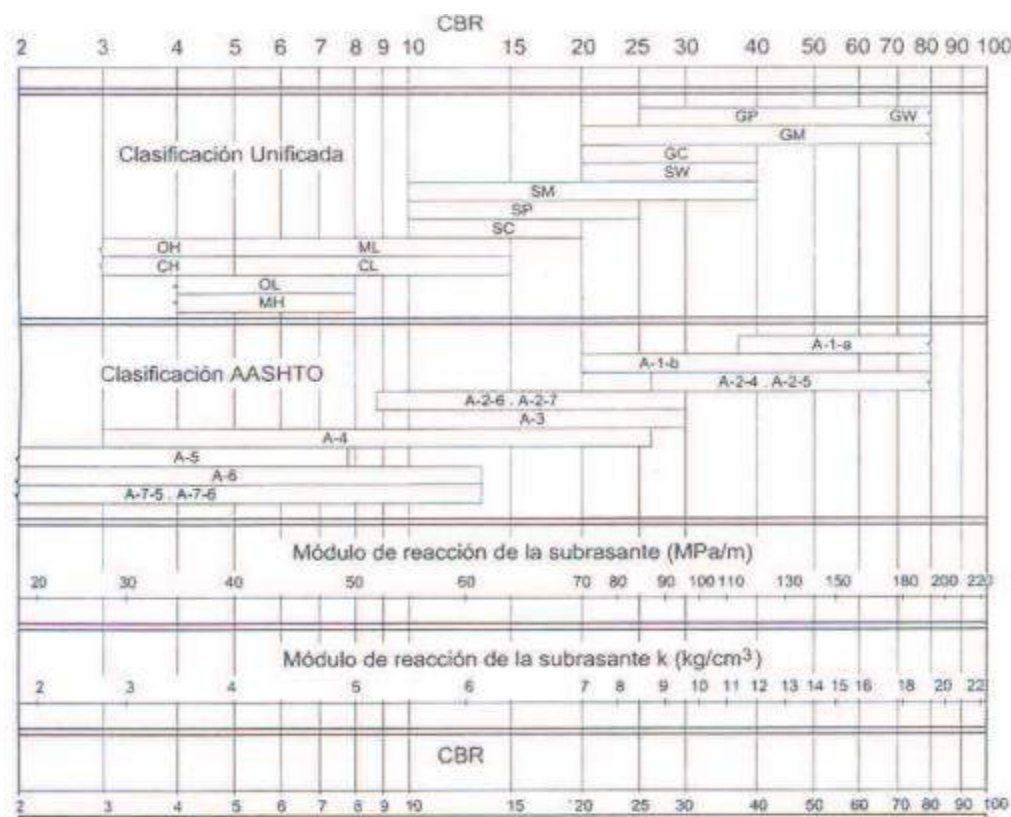
4.2.1.5 EL SUELO Y EL EFECTO DE LAS CAPAS DE APOYO (K_c)

El parámetro que caracteriza al tipo de subrasante es el módulo de reacción de la subrasante (K). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante 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 (K_c). [36]

El ensayo para determinar el módulo de reacción de la subrasante, llamado también ensayo de placa, tiene por objetivo determinar la presión que se debe ejercer para lograr una cierta deformación, que para este caso es de 13 mm. El ensayo esta normado en ASTM D – 1196 y AASHTO T – 222. Las unidades de K son Mpa / m. [36]

No obstante, para el presente Manual se utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción k en función de la clasificación de suelos y el CBR; para el efecto se presenta la siguiente figura. [36]

Cuadro N°014: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.2.1.6 RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para diseño de pavimentos rígidos.

Es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión.

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (MR) esta normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es muestreado en vigas. A los 28 días las vigas deberán ser ensayadas aplicando cargas en los tercios, y forzando la falla en el tercio central de la viga. [36]

Los valores recomendados para el Módulo de Ruptura varían entre 40 kg/cm^2 (569psi) hasta los 45 kg/cm^2 (640psi).

Para pavimentos los valores varían según los valores del Cuadro siguiente:

Cuadro N°015: Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.2.1.7 MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexo tracción, a través de correlaciones establecidas. [36]

En el caso de concretos de alto desempeño, resistencia a compresión superior a 40 Mpa, la estimación utilizando las fórmulas propuestas por distintos códigos puede ser incierta puesto que existen variables que no han sido contempladas, lo que las hace objeto de continuo estudio y ajuste. [36]

Para poder calcular el módulo de elasticidad (Ec) se empleará la siguiente fórmula dada por el American Concrete Institute (ACI) para concretos de peso normal.

Formula N°05: Módulo de Elasticidad (Ec)

$$Ec = 57000xf'c^{0.5}$$

Donde:

Ec= modulo de elasticidad del concreto

F'c=resistencia a la compresion del concreto (Psi)

4.2.1.8 COEFICIENTE DE DRENAJE (cd)

La presencia de agua o humedad en la estructura del pavimento trae consigo los siguientes problemas: [36]

Erosión del suelo por migración de partículas.

Ablandamiento de la subrasante por saturación prolongada, especialmente en situaciones de congelamiento.

Degradación del material de la carpeta de rodadura por humedad.

Deformación y fisuración creciente por pérdida de capacidad estructural.

La metodología de diseño AASHTO 93 incorpora el coeficiente de drenaje (Cd) para considerarlo en el diseño. [36]

Las condiciones de drenaje representan la probabilidad de que la estructura bajo la losa de concreto mantenga agua libre o humedad por un cierto tiempo. En general el nivel de drenaje de las capas intermedias depende de los tipos de drenaje diseñados, el tipo y permeabilidad de las capas de subbase, tipo de subrasante, condiciones climáticas, grado de precipitaciones, entre otras. [36]

El coeficiente de drenaje Cd varía entre 0.70 y 1.25, según las condiciones antes mencionadas. Un Cd alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, fue de 1.00. [36]

4.2.1.8.1 PASOS PARA EL CÁLCULO DEL Cd

Se determina la calidad del material como drenaje en función de sus dimensiones, granulometría, y características de permeabilidad. [36]

Cuadro N°016: Condiciones de Drenaje

Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

Si el material después de ser saturado con agua cumple con uno de los requisitos del Cuadro anterior, se puede considerar como un drenaje excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre. [36]

Una vez caracterizado el material y su calidad de drenaje, se calcula el Cd correlacionándolo con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación, utilizando para ello el Cuadro siguiente.

Cuadro N°017: Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.2.1.9 TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras. [36]

Sus valores dependen del tipo de pavimento de concreto a construir, la existencia o no de berma lateral y su tipo, la existencia o no de dispositivos de transmisión de cargas. [36]

El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto. [36]

Cuadro N°018: Valores de Coeficiente de Transferencia De Carga (J)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
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: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

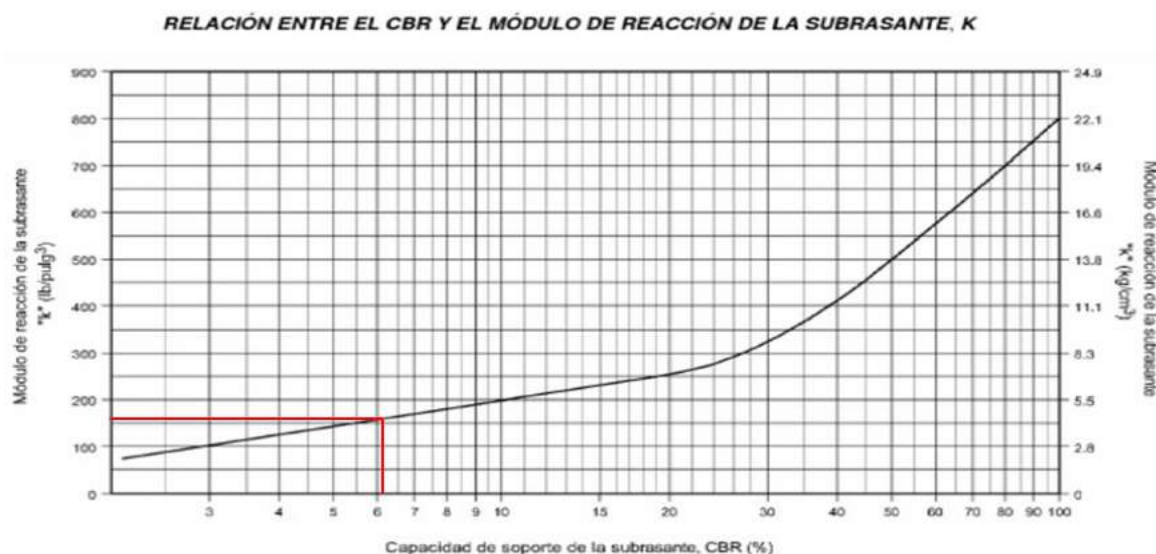
4.2.1.10 RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE (K)

La resistencia de la subrasante es considerada dentro del método por medio del Módulo de Reacción del Suelo (K), que concierne a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará la estructura del pavimento. Esta constante depende del tipo de suelo, del grado de compactación y del contenido de humedad.

Se determina mediante una prueba de placa cuyo resultado se expresa en kg/cm³ ó lb/pulg³. Debido a que no se cuenta con los equipos adecuados, se han registrado correlaciones apropiadas

para su estimación a partir de los ensayos de CBR. Ya que no afectan significativamente al cálculo de espesor de pavimento no se requiere gran exactitud, por lo que el método del nomograma se puede usar en este caso.

Gráfico N°01: Monograma De Relación Entre El CBR Y El Módulo De Reacción De La Subrasante



Fuente: Portland Cement Association. Concrete pavement design.

4.3 METODOLOGÍA AASHTO 93 PARA PAVIMENTO INTERTRABADO

El método de diseño empleado para el proyecto es el sugerido en el anexo F de la NTP CE.010 para pavimentos Urbanos.

El procedimiento de diseño está basado en la guía AASHTO 93, el cual considera la distribución de cargas y modos de falla con adoquines, con un comportamiento similar a los que ocurren en pavimentos flexibles.

Por lo tanto, dicha metodología sigue los lineamientos de una estructura de pavimento flexible, tal como lo indica el reglamento.

La ecuación para el diseño de la estructura del pavimento intertrabado es la siguiente:

Formula N°06: Pavimento Intertrabado

$$\log_{10} W_{t18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

4.3.1 VARIABLES DE DISEÑO**4.3.1.1 PERIÓDO DE DISEÑO**

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos intertrabados será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad. [36]

En síntesis, es el tiempo que dura una estructura inicial de pavimento antes de que requiera rehabilitación. También se refiere al lapso entre dos rehabilitaciones sucesivas.

Cuadro N°019: Periodos De Diseño En Función Del Tipo De Carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 – 20

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.3.1.2 PERIODO DE ANÁLISIS

Se refiere al período para el cual se va a adelantar el análisis, es decir, el transcurso de tiempo que cualquier estrategia de diseño debe cubrir. El período de análisis es análogo al término “período de diseño”. [7]

4.3.1.3 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL)

El método AASHTO 93, toma como base para el diseño de pavimento, el número de ejes equivalentes (ESAL) de 18000 lb (80KN), correspondientes al número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.

El ESAL, es la cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente, para un periodo determinado, hacemos uso de esta carga equivalente por efectos de cálculo, ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y números de ejes. [36]

Cuadro N°020: Relación de Carga por Ejes para determinar Ejes Equivalentes (EE)

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8.2tn}$)
Eje Simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas.	

Fuente: Manual De Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos

4.3.1.4 MÓDULO DE RESILENCIA (M_r)

El Módulo de Resilencia (M_r) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide). [36]

Sin embargo, la guía de diseño AASHTO93, ha propuesto correlaciones que determinan el módulo de resiliencia a partir de ensayos de CBR; considerando los siguientes valores.

El módulo de resiliencia (M_r) se calcula:

Formula N°07: Módulo De Resiliencia

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Cuadro N°021: Módulo De Resiliencia Obtenido Por Correlación Con CBR

CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (MPA)	CBR% SUBRASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUBRASANTE (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.3.1.5 CONFIABILIDAD (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como, por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento. [36]

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se

encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y no en un determinado mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar. La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Z_r). [36]

A continuación, se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

Cuadro N°022: Nivel De Confiabilidad Según ESAL

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T_{P1}	150,001	300,000	70%
	T_{P2}	300,001	500,000	75%
	T_{P3}	500,001	750,000	80%
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.3.1.6 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. [36]

Cuadro N°023: Coeficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (Z_r)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento – 1993

4.3.1.7 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO 93, recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45. [36]

4.3.1.8 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

El Índice de Serviabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. [36]

4.3.1.8.1 SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)

La Serviabilidad Inicial (P_i) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico. [36]

Cuadro N°024: Índice de Serviabilidad Inicial (P_i)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750 001	1,000,000	3.80

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.3.1.8.2 SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

La Serviabilidad Terminal (P_t) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. [36]

A continuación, se indican los índices de serviabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

Cuadro N°025: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

4.3.1.9 COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)

Para obtener los valores de los coeficientes m₂ y m₃, correspondientes a las capas de base y subbase respectivamente, el método de la AASHTO 93 se basa en la capacidad que tiene el drenaje de remover la humedad interna del pavimento.

Cuadro N°026: Calidad Del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento - 1993

Cuadro N°027: Valores Del Coeficiente De Drenaje Para Base Y Subbase

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 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	1.00 – 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 pavimento - 1993

V. RESULTADOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO

5.1 PAVIMENTO FLEXIBLE – MÉTODO AASHTO 93

5.1.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $4.83 * 10^5$ EE.

Tabla N°01: Número de Ejes Equivalentes (ESAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1	11	5.50		2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02		
	Camión C2	9	4.50		1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17		
	T2S2 / 2S2	6	3.00		1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09		

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 6.06 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°02: CBR de Diseño

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

5.1.3 MÓDULO DE RESILENCIA (MR)

El módulo de resiliencia (MR) es: 8.09×10^3 Psi.

Tabla N°03: Módulo de Resiliencia (MR)

$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	
CBR (%)=	6.06
Mr (psi)=	8094.1898
Mr (psi)=	8.09E+03

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.4 CONFIABILIDAD (%R)

El valor de Confiabilidad (%R) es: 75 %.

Tabla N°04: Confiabilidad (%R)

CALCULO DE LA CONFIABILIDAD (%R)				
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%
Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93				
Tabla 2.2 Niveles de confiabilidad Sugeridos para varias Clasificaciones Funcionales				
Clasificación Funcional		Nivel de Confiabilidad Recomendado		
		Urbano	Rural	
Interestatal y Otras Vías Libres		85 - 99.9	80 - 99.9	
Arterias Principales		80 - 99	75 - 95	
Colectoras		80 - 95	75 - 95	
Locales		50 - 80	50 - 80	
%R=		75		
%R=		75		

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.5 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) es: - 0.674.

Tabla N°05: Coeficiente de Desviación Estándar Normal (Z_r)

COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)																																										
<p>Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico</p>				<p>Tabla 4.1. Valores de la Desviación Estándar Normal (Z_R) Correspondientes a Niveles Seleccionados de Confiabilidad</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Confiabilidad, R (%)</th> <th>Desviación Estándar Normal, Z_R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>-0.000</td></tr> <tr><td>60</td><td>-0.253</td></tr> <tr><td>70</td><td>-0.524</td></tr> <tr><td>75</td><td>-0.674</td></tr> <tr><td>80</td><td>-0.841</td></tr> <tr><td>85</td><td>-1.037</td></tr> <tr><td>90</td><td>-1.282</td></tr> <tr><td>91</td><td>-1.340</td></tr> <tr><td>92</td><td>-1.405</td></tr> <tr><td>93</td><td>-1.476</td></tr> <tr><td>94</td><td>-1.555</td></tr> <tr><td>95</td><td>-1.645</td></tr> <tr><td>96</td><td>-1.751</td></tr> <tr><td>97</td><td>-1.881</td></tr> <tr><td>98</td><td>-2.054</td></tr> <tr><td>99</td><td>-2.327</td></tr> <tr><td>99.9</td><td>-3.090</td></tr> <tr><td>99.99</td><td>-3.750</td></tr> </tbody> </table>	Confiabilidad, R (%)	Desviación Estándar Normal, Z_R	50	-0.000	60	-0.253	70	-0.524	75	-0.674	80	-0.841	85	-1.037	90	-1.282	91	-1.340	92	-1.405	93	-1.476	94	-1.555	95	-1.645	96	-1.751	97	-1.881	98	-2.054	99	-2.327	99.9	-3.090	99.99	-3.750
Confiabilidad, R (%)	Desviación Estándar Normal, Z_R																																									
50	-0.000																																									
60	-0.253																																									
70	-0.524																																									
75	-0.674																																									
80	-0.841																																									
85	-1.037																																									
90	-1.282																																									
91	-1.340																																									
92	-1.405																																									
93	-1.476																																									
94	-1.555																																									
95	-1.645																																									
96	-1.751																																									
97	-1.881																																									
98	-2.054																																									
99	-2.327																																									
99.9	-3.090																																									
99.99	-3.750																																									
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)																																						
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{R1}	100,001	150,000	-0.385																																						
	T_{R2}	150,001	300,000	-0.524																																						
	T_{R3}	300,001	500,000	-0.674																																						
	T_{R4}	500,001	750,000	-0.842																																						
	T_{R5}	750,001	1,000,000	-0.842																																						
$Z_r =$		-0.674																																								
$Z_r =$		-0.674																																								

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.6 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o) es: 0.45.

Tabla N°06: Desviación Estándar Combinada (S_o)

DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)	
<p>Nota: El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos, adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45</p>	<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los Pavimentos Flexibles, valores de S_o que oscilan entre 0.40 - 0.50</p>
$S_o =$	0.45
$S_o =$	0.45

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.7 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Manual de Carreteras es: 1.80

Tabla N°07: Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras

CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)									
MANUAL DE CARRETERAS									
Serviciabilidad Inicial (Pi)					Serviciabilidad Final (Pt)				
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico					Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80	Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	3.80		TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	3.80		TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	3.80		TP4	750,001	1,000,000	2.00
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993									
Pi=		3.80			Pt=		2.00		
Cuadro 12.12 Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico									
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)					
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80					
	TP2	300,001	500,000	1.80					
	TP3	500,001	750,000	1.80					
	TP4	750,001	1,000,000	1.80					
Δ PSI=		1.80							

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad ($\Delta\psi$) según el Guía Aashto es: 2.20

Tabla N°08: Serviciabilidad ($\Delta\psi$) – Guía Aashto

GUÍA AASHTO	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o)</p> <p>Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:</p> <p>a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y</p> <p>b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.</p>	
<p>Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993</p>	
<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad inicial (Po) es 4.2</p>	<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico</p>
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\psi$ = 2.20	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad ($\Delta\psi$) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 2.20

Tabla N°09: Serviciabilidad ($\Delta\psi$) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

RNE CE 010 Pavimentos Urbanos	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un valor inicial deseable Pi de 4.2</p>	<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (Pt) según el tipo de vía.</p>
<p>Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos</p>	
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\psi$ = 2.20	

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.8 COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)

El coeficiente de drenaje (mi) según el Manual de Carreteras es: 1.00

Tabla N°010: Coeficiente de Drenaje (mi) – Manual de Carreteras

COEFICIENTES DE DRENAJE PARA LAS CAPAS DE BASE Y SUBBASE (mi)						
Cuadro 12.14 Calidad del Drenaje		Cuadro 12.15 Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles				
CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA	CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
			Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Mediano	1 semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1 mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	El agua no evadua	Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993						
		m1	m2	1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según el Guía Aashto es: 1.00

Tabla N°011: Coeficiente de Drenaje (mi) – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua	TABLA 2.4 Valores de m_i recomendados para los Coeficientes de Capa Modificados de Materiales de Base y Subbase no Tratada en Pavimentos Flexibles				
		% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la saturación				
		< 1	1 - 5	5 - 25	> 25	
Excelente	2 Horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20	
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00	
Regular	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80	
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60	
Muy Pobre	No Drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40	
Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993						
		m2	m3	1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 1.00

Tabla N°012: Coeficiente de Drenaje (mi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Calificación del drenaje	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	TABLA A2 Valores de m_i recomendados por la AASHTO para pavimentos flexibles			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos					
		m2	m3	1.00	

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.9 CÁLCULO DEL MÓDULO RESILENTE Y DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL

5.1.9.1 CAPA SUB RASANTE

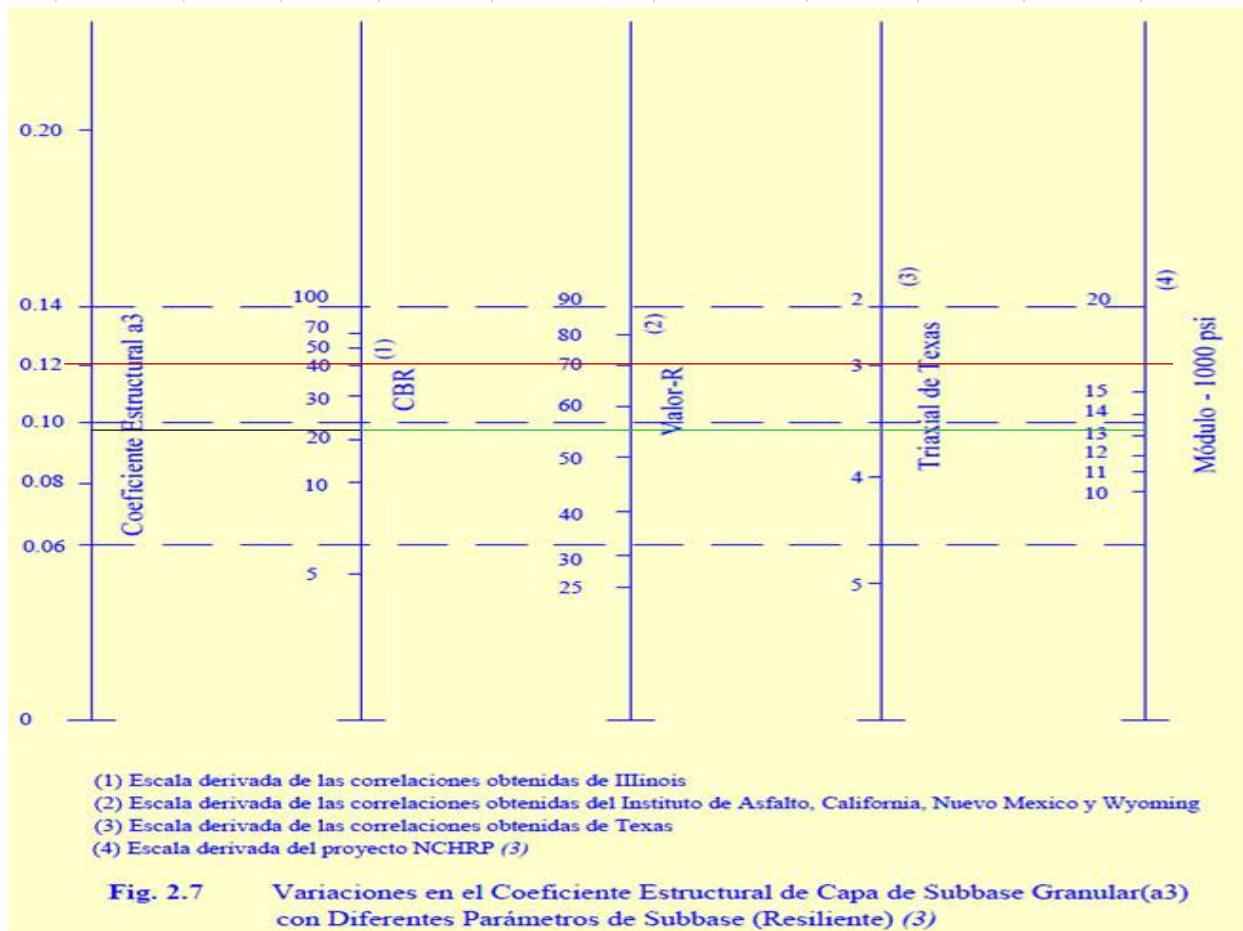
CÁLCULO DEL MÓDULO RESILENTE Y DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL					
CAPA - SUB RASANTE					
CBR (%)	6.06	Mr(psi)	8094.190		

Fuente: Elaborada por el autor

5.1.9.2 CAPA SUB BASE

CAPA - SUB BASE					
CBR (%)	40	Mr(psi)	16500	coef. Estructural	a3
					0.120

Gráfico N°02: Monograma de Capa Sub Base (a3)



Fuente: Elaborada por el autor

5.1.9.3 CAPA BASE

CAPA - BASE				
CBR (%)	80	Mr(psi)	28500	coef. Estructural
				a2
				0.134

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°03: Monograma de Capa Base (a2)

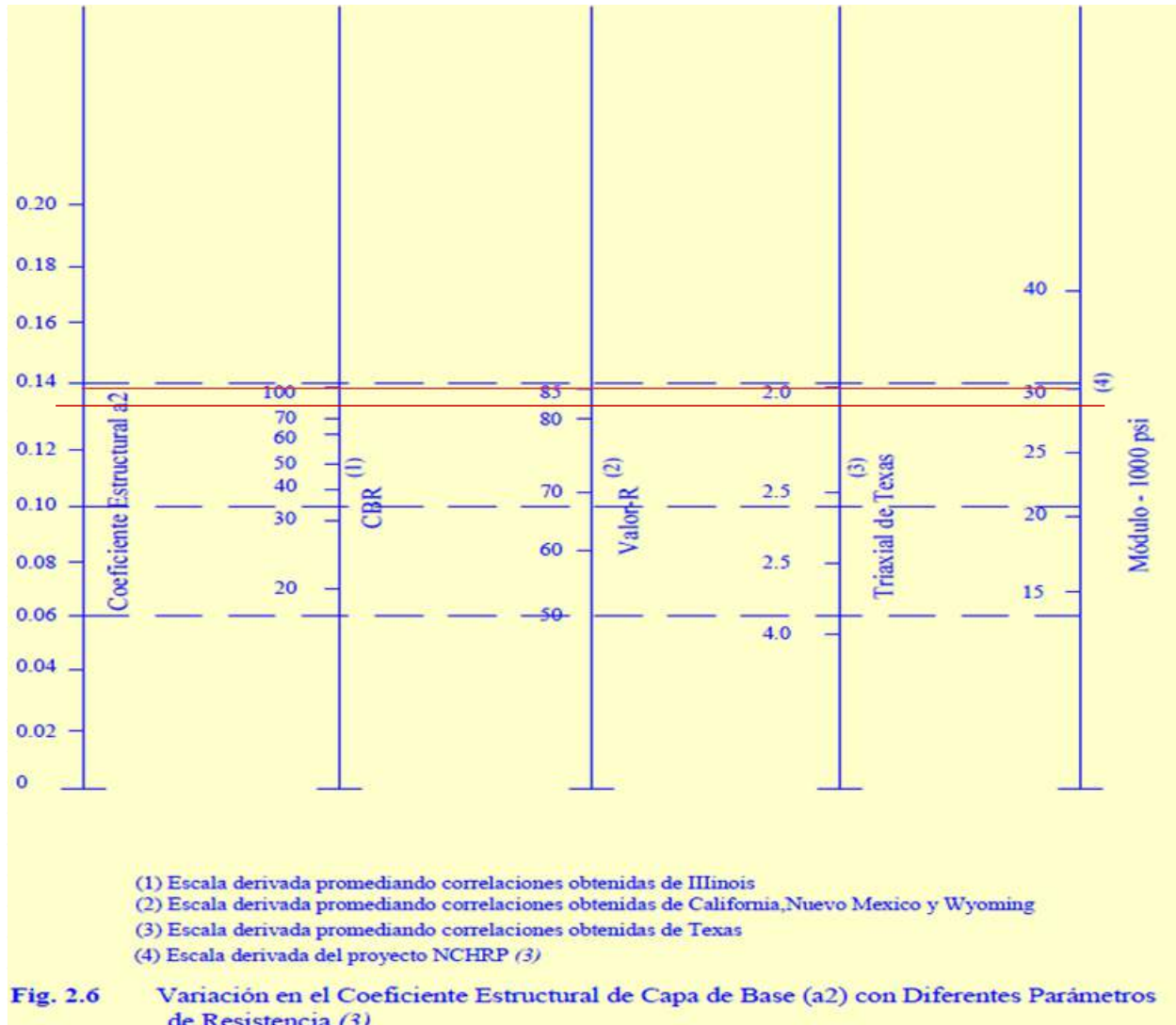


Fig. 2.6 Variación en el Coeficiente Estructural de Capa de Base (a2) con Diferentes Parámetros de Resistencia (3)

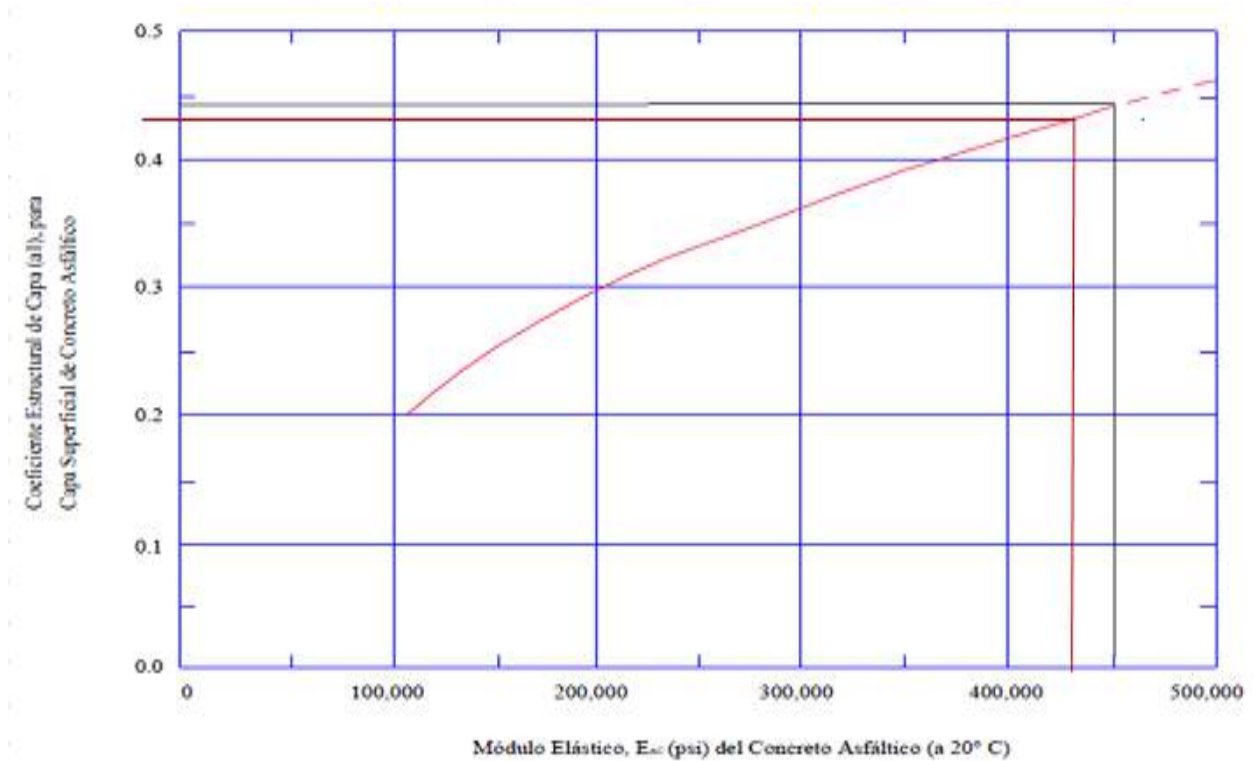
Fuente: Elaborada por el autor

5.1.9.4 CARPETA ASFÁLTICA

CARPETA ASFÁLTICA			
Mr(ksi)	430000	a1	0.435

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°04: Monograma de Módulo de Elasticidad Del Concreto Asfáltico



Fuente: Elaborada por el autor

5.1.10 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

5.1.10.1 CAPA SUB BASE

Tabla N°013: Número Estructural – Capa Sub Base

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	8.09
ΔPSI=	2.20
SN3=	2.61

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°05: Monograma - Capa Sub Base

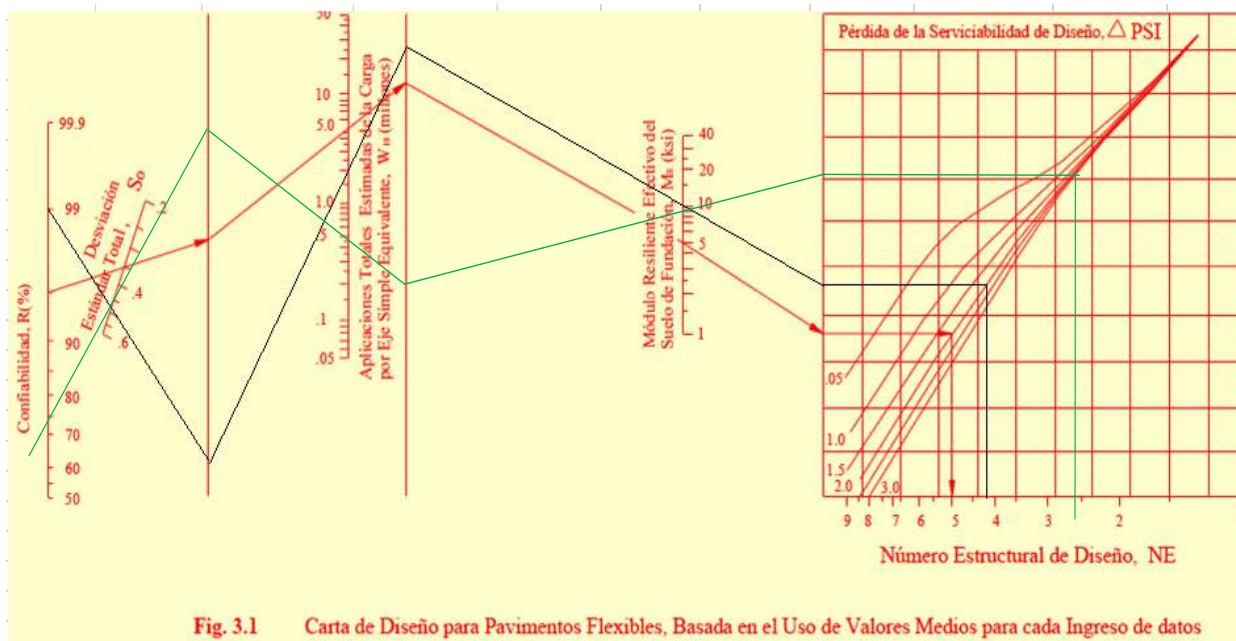


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

5.1.10.2 CAPA BASE

Tabla N°014: Número Estructural – Capa Base

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	16.50
ΔPSI=	2.20
SN2=	2.07

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°06: Monograma - Capa Base

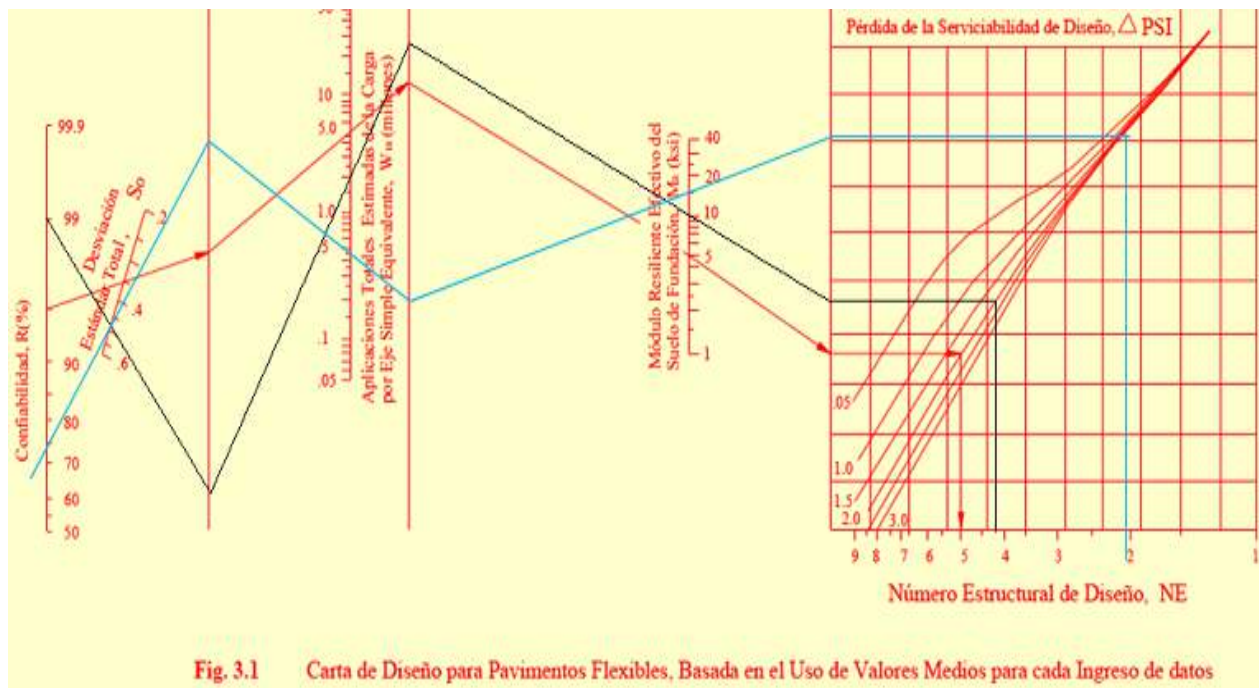


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

5.1.10.3 CARPETA ASFÁLTICA

Tabla N°015: Número Estructural – Carpeta Asfáltica

%R=	75.00
So=	0.45
W(18)=	4.83E+05
Mr(Ksi)=	28.5
ΔPSI=	2.20
SN1=	1.67

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°07: Monograma - Carpeta Asfáltica

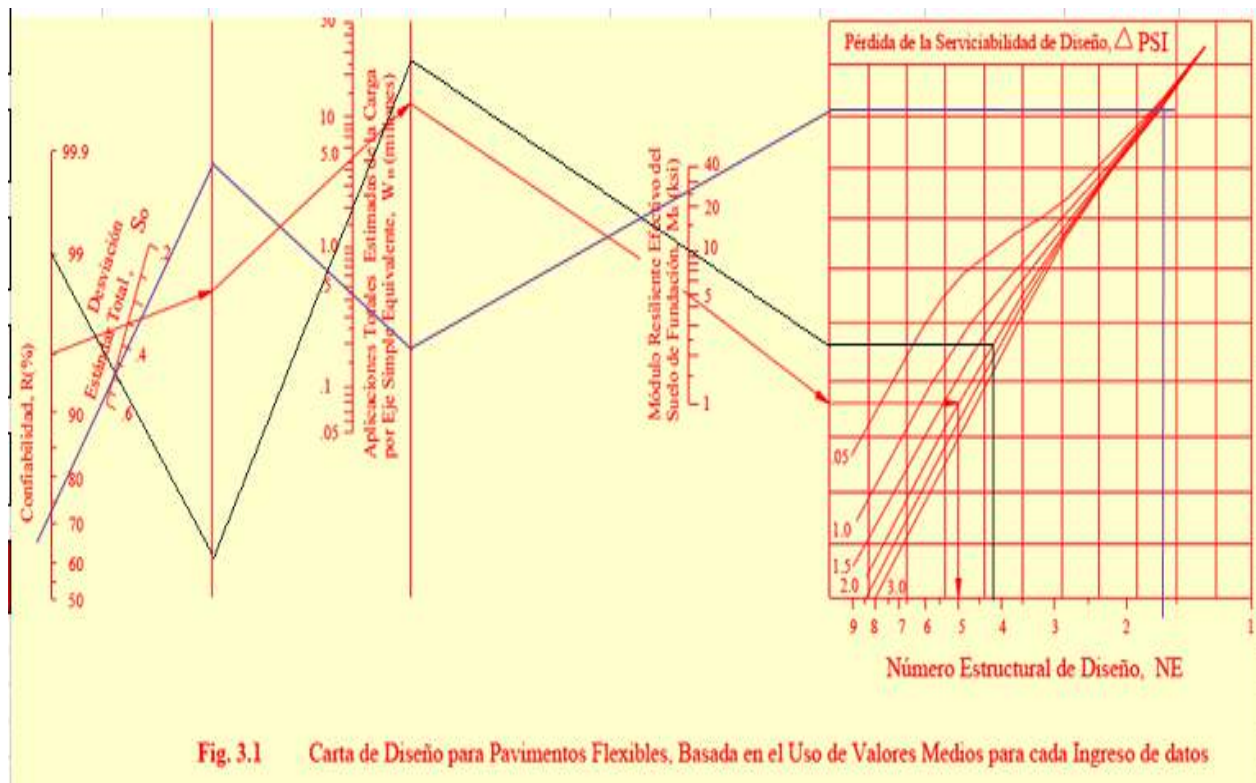


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

5.1.11 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

5.1.11.1 SEGÚN MÉTODO AASHTO 93

Carpeta Asfáltica: D1= 2.50''

Capa Base: D2= 4.00''

Capa Sub-Base: D3=9''

5.1.11.2 SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS

Carpeta Asfáltica: D1= 2.40''

Capa Base: D2= 6.00''

Capa Sub-Base: D3=8.00''

5.1.11.3 SEGÚN RNE CE010 PAVIMENTOS URBANOS

Carpeta Asfáltica: D1= 2.00''

Capa Base: D2= 6.00''

Capa Sub-Base: D3=8.00''

5.1.12 CÁLCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Carpeta Asfáltica: D1= 2.00''

Capa Base: D2= 8.00''

Capa Sub-Base: D3=8.00''

Tabla N°016: Espesor de Pavimentos Flexibles

CARPETA ASFÁLTICA (E =425000 psi)	D1=	2.00 ''	5.00 cm	SN3
BASE (CBR =80%)	D2=	8.00 ''	20.00 cm	2.902
SUBBASE (CBR =40%)	D3=	8.00 ''	20.00 cm	CUMPLE

Fuente: Elaborada por el autor

5.2 PAVIMENTO FLEXIBLE - MÉTODO DEL INSTITUTO DE ASFALTO

5.2.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $7.14 * 10^5$ EE.

Tabla N°017: Número de Ejes Equivalentes (EAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS	N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365)	Factor Camión (Fc)	Factor de ajuste neumático (Fc)	ESAL Anual X Fc	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimient	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	0.5	87	43.50	15877.5	0.0001	1.00	1.588	20	1.5	23.12	36.71
		Pick Up		62	31.00	11315	0.0001	1.00	1.132	20	1.5	23.12	26.16
		Combi		77	38.50	14052.5	0.0001	1.00	1.405	20	1.5	23.12	32.49
	Bus B3-1	11		5.50	2007.5	2.631	1.48	7816.964	20	1.5	23.12	180756.88	7.14E+05
	Camión C2	9		4.50	1642.5	4.504	1.48	10948.774	20	2.2	24.79	271389.34	
	T2S2 / 2S2	6		3.00	1095	6.523	1.48	10571.174	20	2.2	24.79	262029.70	

Fuente: Elaborada por el autor

5.2.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 12.70 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°018: Resumen de CBR

N. DATOS	CBR
1	7.66
2	13.73
3	11.67
4	6.25
5	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

Interpolamos los cinco (5) valores de CBR para hallar el percentil 75				
		P75=	12.70	
	Al 75%	CBR Diseño =	12.70	Sub-rasante Buena

5.2.3 MÓDULO DE RESILENCIA (MR)

El módulo de resiliencia (MR) es: $1.30 * 10^4$.

Tabla N°019: Módulo de Resiliencia (MR)

$M_r(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64}$			
$M_r(MPa) = 17.6161 \times CBR^{0.64}$			
CBR (%)=		12.70	
Mr (MPa)=	89.60745615	Mr (psi)=	12996.46633
Mr (MPa)=	8.96E+01	Mr (psi)=	1.30E+04

Fuente: Elaborada por el autor

5.2.4 CONDICIONES AMBIENTALES DE TEMPERATURA

En la región Lambayeque, podemos estimar la temperatura del aire promedio anual (TMAA) que es de 20.8 °C, con una mínima de 16°C y una máxima de 31°C.

Según la tabla anterior, en la zona de investigación es de clima caliente, le corresponde una condición entre 60°F y 75°F, pudiéndose optar por la calidad de asfalto CA-20, AR-8000 PEN 60/70.

En la tabla siguiente se muestra el TMAA para obtener los espesores de la estructura del pavimento flexible con este método.

Cuadro N°019: Condiciones de Temperatura

Temperatura Media Anual del Aire	Efecto de la Helada
< 7 °C (45 °F)	Si
15.5 °C (60 °F)	Posible
> 24 °C (75 °F)	No

Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Fuente: Elaborada por el autor

Por tanto, se utilizará las cartas de diseño que tienen un TMAA= 15.5°C (60°F) y 24°C (75°F).

5.2.5 PARÁMETROS PARA DETERMINAR LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO

En el siguiente cuadro, se muestran los parámetros considerados para determinar los espesores de la estructura del pavimento flexible.

Tabla N°020: Parámetros de Diseño

Periodo de Diseño	20 años
Temperatura media anual del aire (TMAA)	16°C - 24.8°C
EAL de Diseño (EE)	714271.28
Módulo de Resiliencia de la Subrasante (MR) Psi	12996
Tipo de base de agregados	No tratada

Fuente: Elaborada por el autor

Cuadro N°020: Espesores mínimos de Capas Asfálticas

Cantidad de ejes equivalentes	Condición del tránsito	Espesores mínimos de la capa asfáltica, en cm
Hasta 10,000	Ligero	7.5
Entre 10,000 y 1,000,000	Mediano	10.0
Mayor de 1,000,000	Pesado	12.5 o más

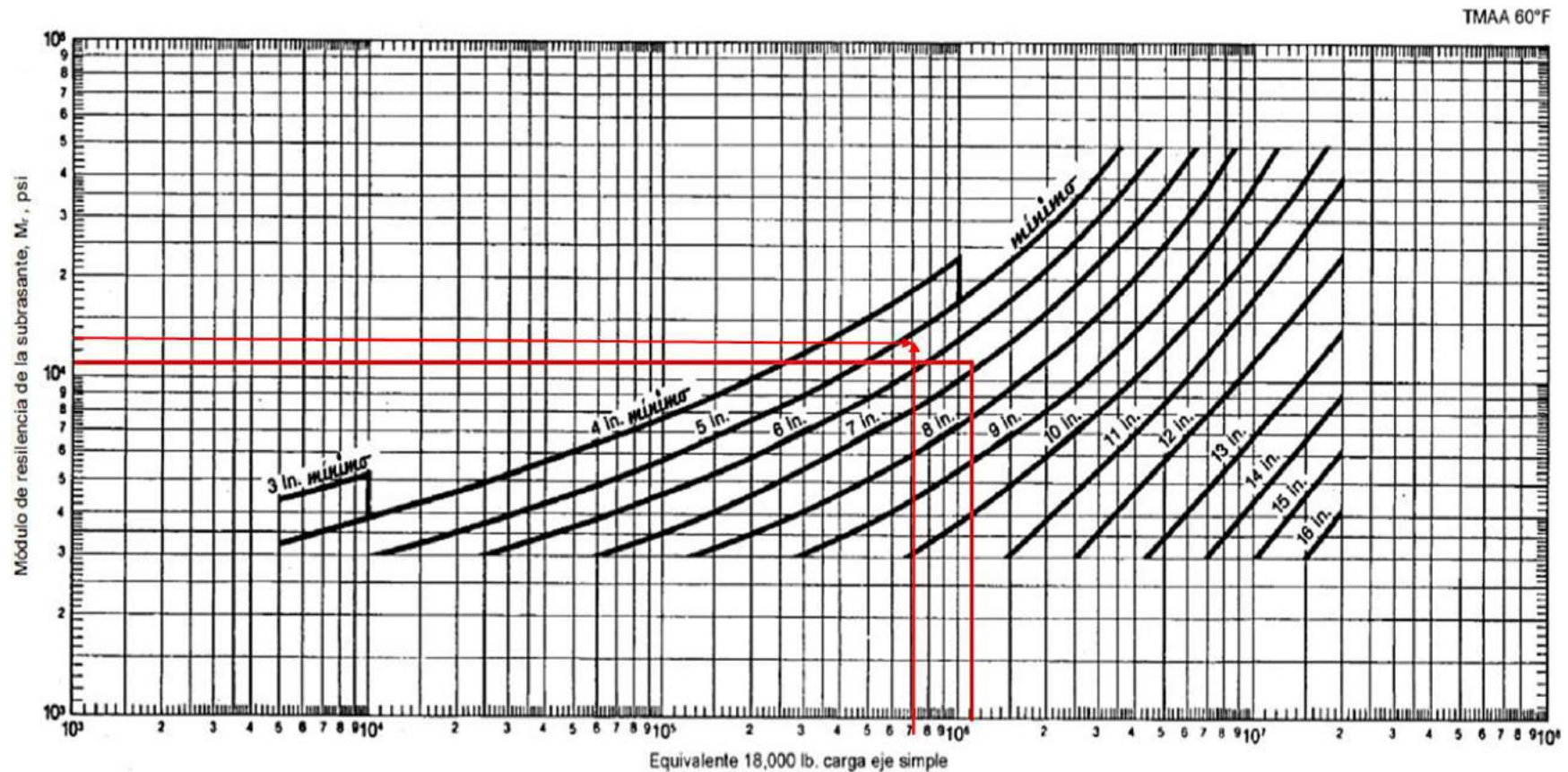
Fuente: Instituto de Asfalto (MS1) 1991

El espesor mínimo recomendado por el método del Instituto del Asfalto para el concreto tipo asfáltico, según EAL es de 10 cm. Los espesores de concreto asfáltico requeridos sobre el espesor de la base granular se pueden leer directamente de las cartas.

5.2.6 MONOGÁMAS DEL INSTITUTO DE ASFALTO (MS1)

En el gráfico siguiente, la carta de diseño A-29, corresponde a una TMAA de 60°F y base de agregados no tratados de 6" de espesor, se parte del eje horizontal con Equivalente 18,000 lb, carga eje simple de $714271.28 = 7.14 \times 10^5$ y del eje vertical con el módulo de resiliencia de la subrasante, M_r , en psi de $12996 = 1.3 \times 10^4$, donde ambos se interceptan en 6 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.

Gráfico N°08: Carta A-29 – Base de agregados no tratados de 6" de espesor

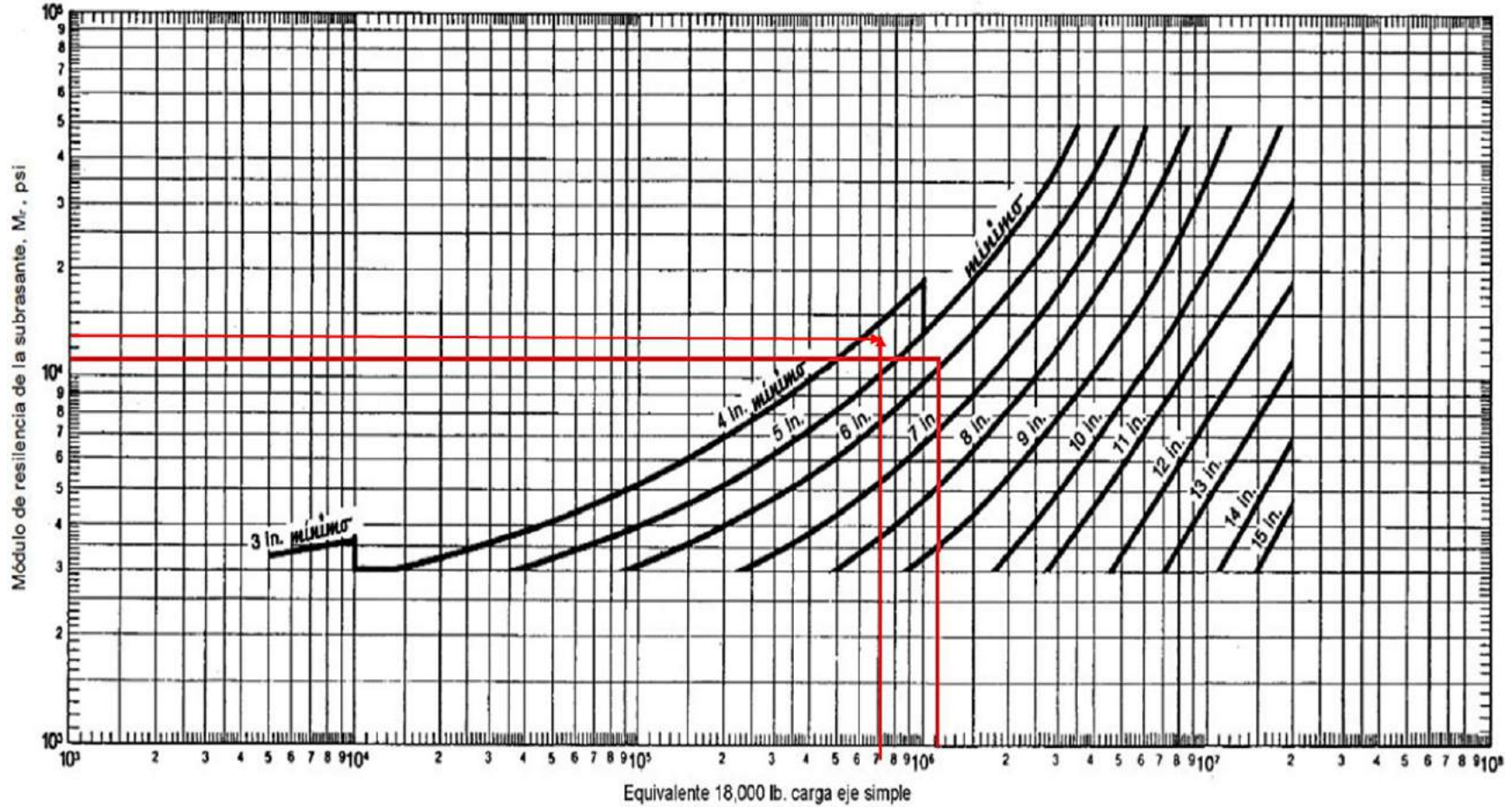


Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

En el gráfico siguiente, la carta de diseño A-30, que corresponde a una TMAA de 60°F y base de agregados no tratados de 12" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 5 pulg. de espesor para el concreto asfaltico.

Gráfico N°09: Carta A-30 – Base de agregados no tratados de 12" de espesor

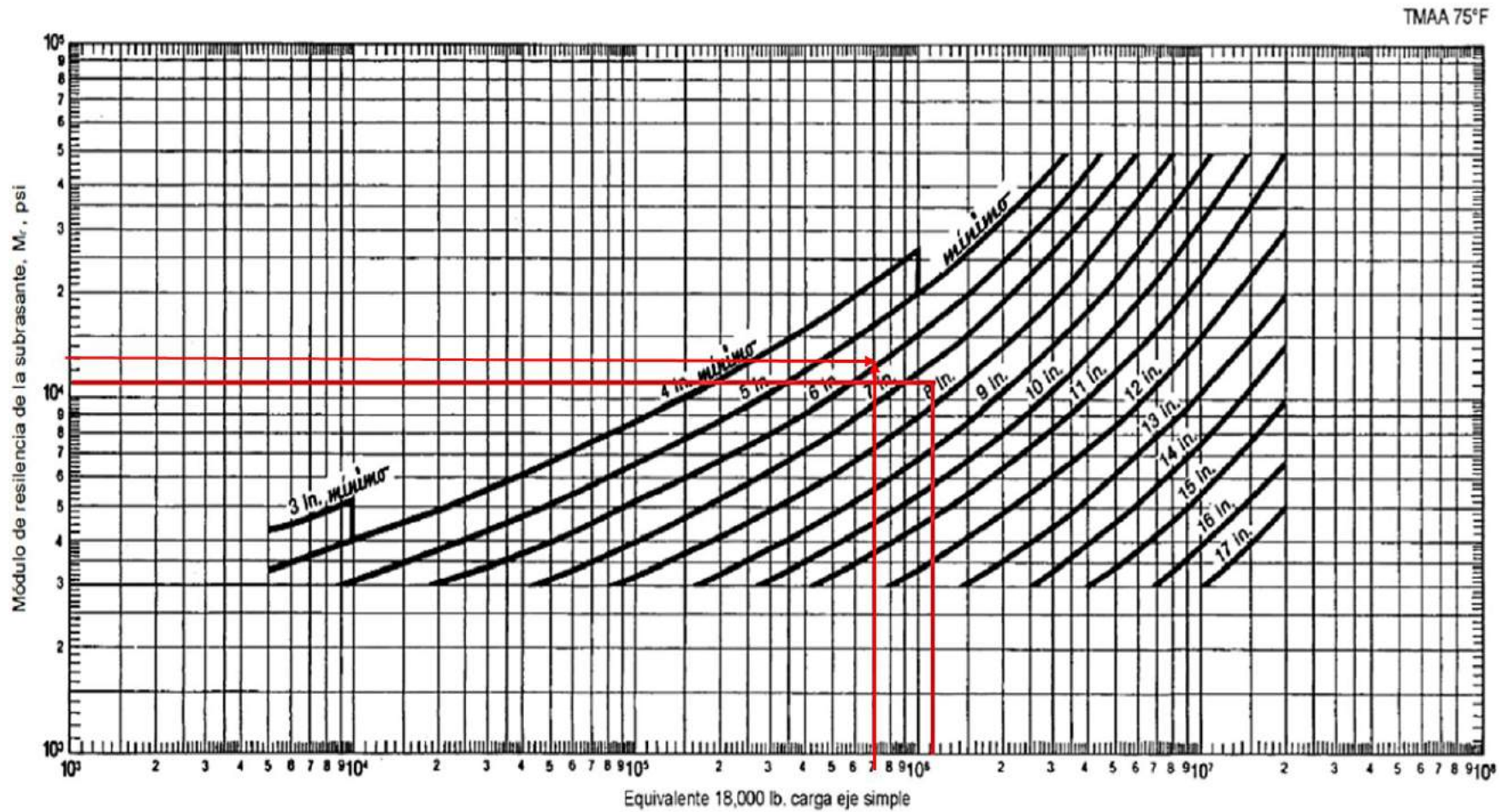
TMAA 60°F



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

En el gráfico siguiente, la carta de diseño A-35, que pertenece a una TMAA de 75°F y base de agregados no tratados de 6" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 6 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.

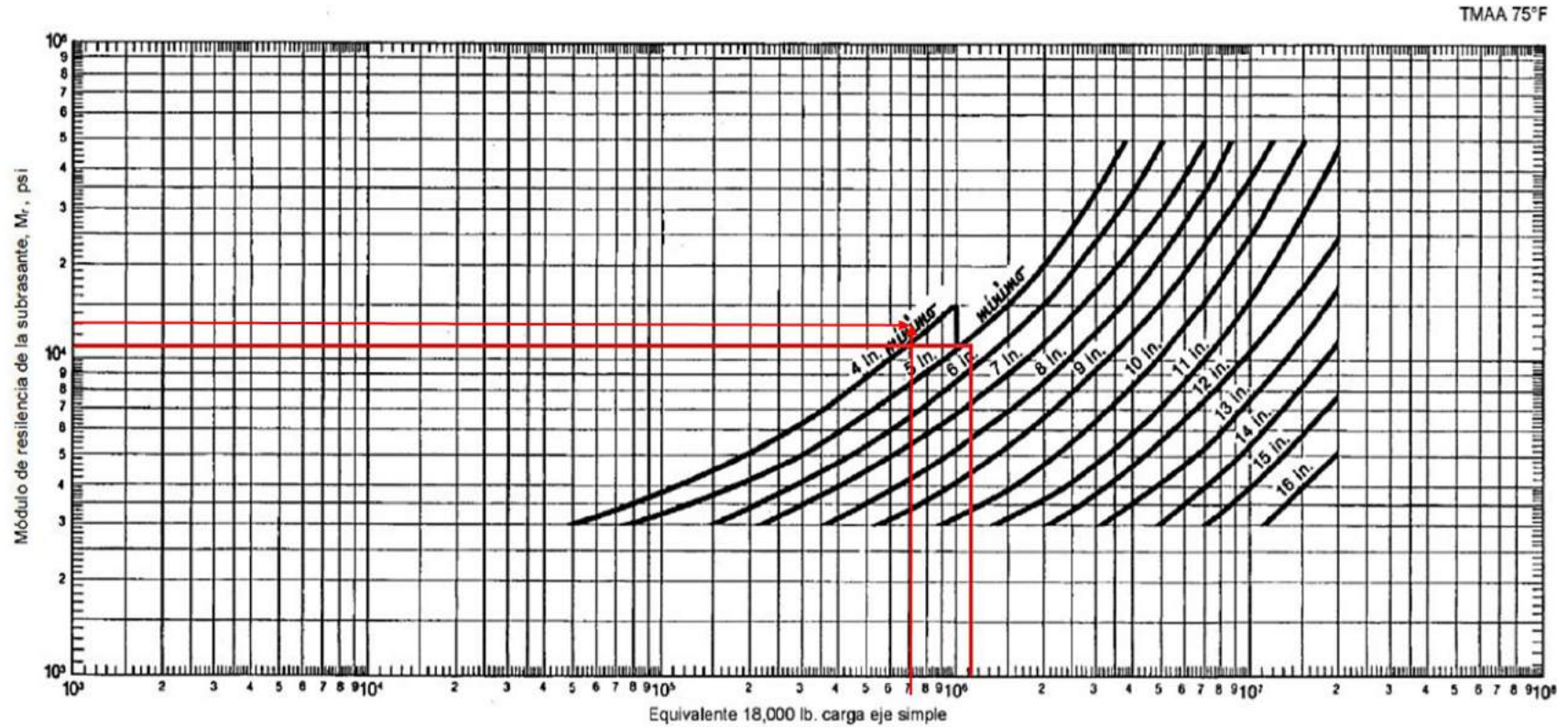
Gráfico N°010: Carta A-35 – Base de agregados no tratados de 6" de espesor



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

En el gráfico siguiente, la carta de diseño A-36, que tiene una TMAA de 75°F y base de agregados no tratados de 12" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 4 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.

Gráfico N°011: Carta A-36 – Base de agregados no tratados de 6" de espesor



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

5.2.7 CÁLCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Carpeta Asfáltica: D1= 4.00”

Capa Base: D2= 6.00”

Capa Sub-Base: D3=6.00”

Tabla N°021: Espesor de Pavimentos Flexibles

CARPETA ASFÁLTICA	D1=	4.00 ''	10.00 cm
BASE	D2=	6.00 ''	15.00 cm
SUBBASE	D3=	6.00 ''	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

5.3 PARA PAVIMENTO RÍGIDO – MÉTODO AASHTO 93

5.3.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $4.83 * 10^5$ EE.

Tabla N°022: Número de Ejes Equivalentes (ESAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1		11		5.50	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
	Camión C2		9		4.50	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
	T2S2 / 2S2		6		3.00	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

5.3.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 6.06 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°023: CBR de Diseño

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

5.3.3 CONFIABILIDAD (%R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)

El valor de Confiabilidad (%R) es: 75 %

El valor de la desviación estándar (Zr) es: -0.674

Tabla N°024: Confiabilidad (R)y Desviación Estándar (Zr)

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico					
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842

%R=	75
Zr=	-0.674

Fuente: Elaborada por el autor

5.3.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR Combinada (So)

El valor de la Desviación Estándar Combinada (So) es: 0.35

Tabla N°025: Desviación Estándar Combinada (So)

Nota: El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos, adopta para los diseños recomendados el valor de 0.35	Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los Pavimentos Flexibles, valores de So que oscilan entre 0.30 - 0.40
So= 0.35	So= 0.35

Fuente: Elaborada por el autor

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valores de So comprendidos entre 0.30 y 0.40.

5.3.5 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Manual de Carreteras es: 2.10

Tabla N°026: Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras

Cuadro 14.4 Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) Diferencial de Serviciabilidad Según Rango de Tráfico						
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos - 1993

Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
Pi=	4.10	Pt=	2.00
Δ PSI=		2.10	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Guía Aashto es: 2.50

Tabla N°027: Serviciabilidad (Δ psi) – Guía Aashto

ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o)			
Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:			
a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y			
b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.			
Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993			
Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad inicial (Po) es 4.2		Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico	
Pi=	4.50	Pt=	2.00
Δ PSI=		2.50	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 2.50

Tabla N°028: Serviciabilidad (Δ psi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Serviciabilidad Inicial (Pi)		Serviciabilidad Final (Pt)	
Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos rígido un valor inicial deseable Pi de 4.5		Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (Pt) según el tipo de vía.	
Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos			
Pi=	4.50	Pt=	2.00
ΔPSI=		2.50	

Fuente: Elaborada por el autor

5.3.6 COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)

El coeficiente de drenaje (Cd) según el Manual de Carreteras es: 1.00

Tabla N°029: Coeficiente de Drenaje (Cd) – Manual de Carreteras

Cuadro 14.8 Condiciones de Drenaje			Cuadro 14.9 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd				
Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:	Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
Excelente	2 horas	2 horas		< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Bueno	1 día	2 a 5 horas	Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Regular	1 semana	5 a 10 horas	Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Pobre	1 mes	más de 10 horas	Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas	Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
			Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993							
Cd1		Cd2		1.00			

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (Cd) según el Guía Aashto es: 1.00

Tabla N°030: Coeficiente de Drenaje (Cd) – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua	Calidad del Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
			< 1	1 - 5	5 - 25	> 25
Excelente	2 Horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No Drena	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-1993						
Cd1		Cd2		1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (Cd) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 1.00

Tabla N°031: Coeficiente de Drenaje (Cd) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Valores de Cd recomendados por la AASHTO para pavimentos rígidos.					
Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1,25 - 1,20	1,0 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1 día	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Regular	1 semana	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1 mes	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy pobre	Nunca	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos

Cd1	Cd2	1.00
-----	-----	------

Fuente: Elaborada por el autor

5.3.7 RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR) Y MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)

La resistencia a la flexo tracción del concreto (MR) es: 568.92 Psi.

El módulo de Elasticidad (Ec) es: 3982.44 Psi.

Tabla N°032: Resistencia a la Flexotracción (MR) y Módulo de Elasticidad (Ec)

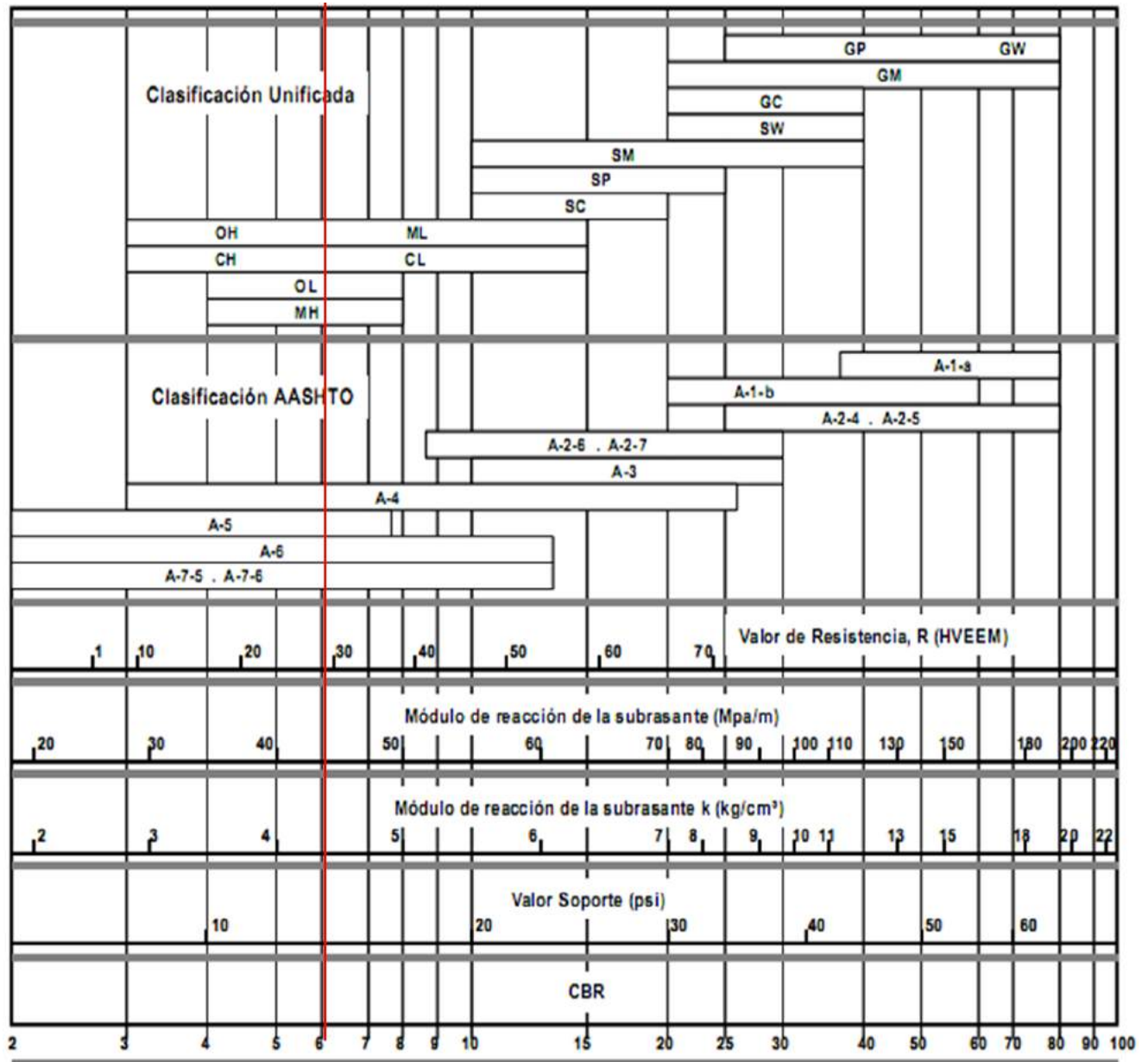
Cuadro 14.7 Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico			TABLA 30			
RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)	Tipo de Pavimento	Flexible	Rigido	Adoquines
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²	Elemento			
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²	Material	Vías locales	Concreto asfáltico ***	MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm ²)
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²		Vías colectoras		
				Vías arteriales		
				Vías expresas		
	MR	40.00	kg/cm ²	f'c=	280.00	kg/cm ²
	MR	568.92	Psi (lb/pulg ²)	f'c=	3982.44	Psi (lb/pulg ²)
	Ec	3.60E+06	Psi (lb/pulg ²)			

Fuente: Elaborada por el autor

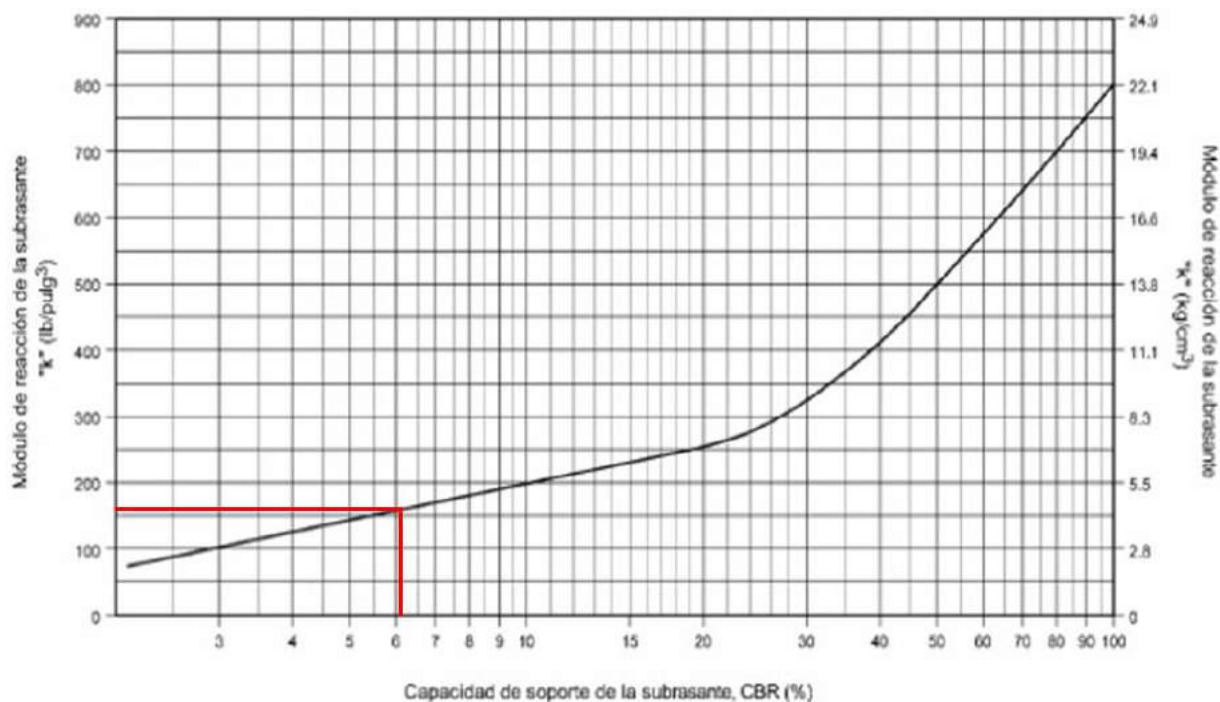
5.3.8 MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO

Con el CBR como dato conocido, a través del siguiente gráfico, procedemos a calcular el módulo de reacción de la sub rasante, 4.43 Kg/cm³.

Gráfico N°012: Correlación entre la clasificación de suelos y los diferentes ensayos.



Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°013: Relación entre CBR y el Módulo de Subrasante K

Fuente: Portland Cement Association. Concrete pavement design. 1951.

Para CBR < 10%, $K(\text{Kg/cm}^3) = 0.25 + 5.15 \cdot \text{Log}(\text{CBR}\%)$, $K(\text{Lb/pulg}^3) = 36.05 \cdot K(\text{Kg/cm}^3)$, $K(\text{Kg/cm}^3) = 0.02768 \cdot (\text{Lb/pulg}^3)$

Para CBR \geq 10%, $K(\text{Kg/cm}^3) = 4.51 + 0.89[\text{Log}(\text{CBR}\%)]^{4.34}$, $K(\text{MPa/m}) = 46 + 9.08[\text{Log}(\text{CBR}\%)]^{4.34}$

Tabla N°033: Módulo de Reacción de la Sub Rasante (K)

K	160.00	PCI (lb/pulg ³)
K	4.43	kg/cm ³
K	44.28	Mpa/m

Fuente: Elaborada por el autor

5.3.9 ESPESOR DE LA SUB RASANTE GRANULAR

Una vez calculado el Módulo de Reacción de la Sub rasante (K), que es 160 PCI, nos dirigimos al siguiente cuadro, y calculamos el espesor de la Sub base, el cual tiene un valor de 9 Pulg.

Cuadro N°021: Relación entre el Módulo de Subrasante K y el Espesor de la Sub Base

Valor k de la Subrasante pci	Valor k de la Subbase, pci			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

5.3.10 TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

Para calcular el valor de transferencia de carga (J), hacemos uso de los dos cuadros siguientes:

Tabla N°034: Transferencia de Carga (J)

Cuadro N° 14.10
Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

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

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

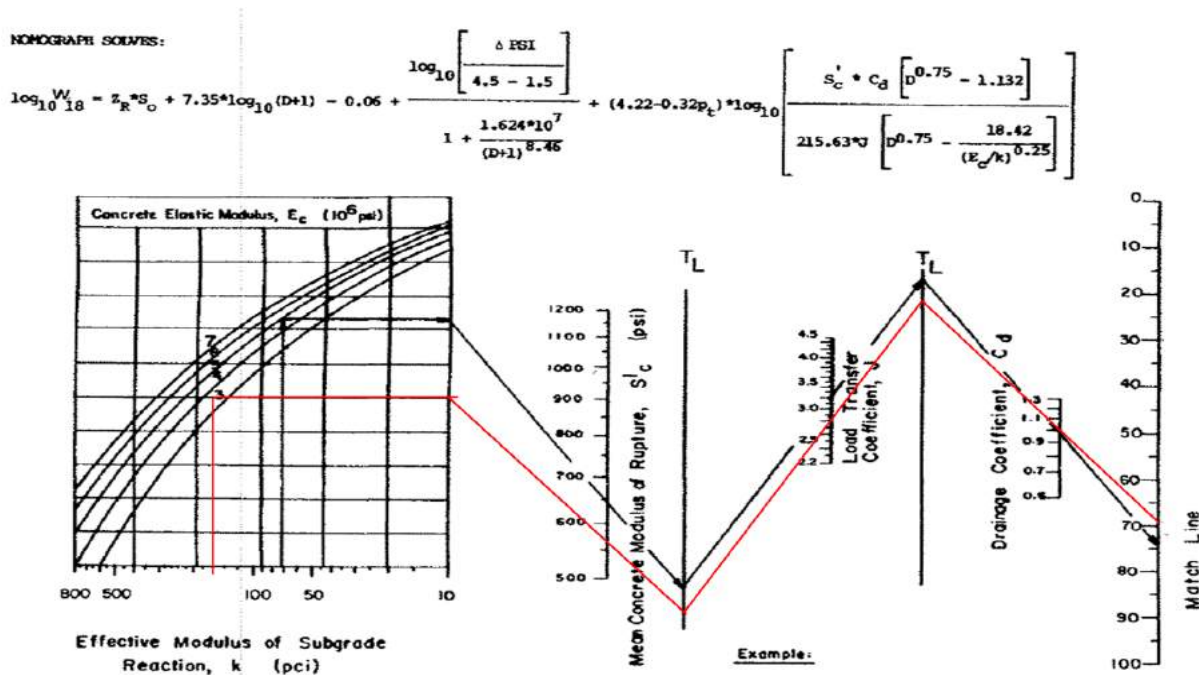
Dispositivo de transferencia de Carga TIPO DE PAVIMENTO	BERMA		ASFALTO		Concreto	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Simple con juntas y Reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2		
CRCP (Pavimento de Concreto Continuamente Reforzado)	2.9-3.2	N/A	2.3-2.9	N/A		

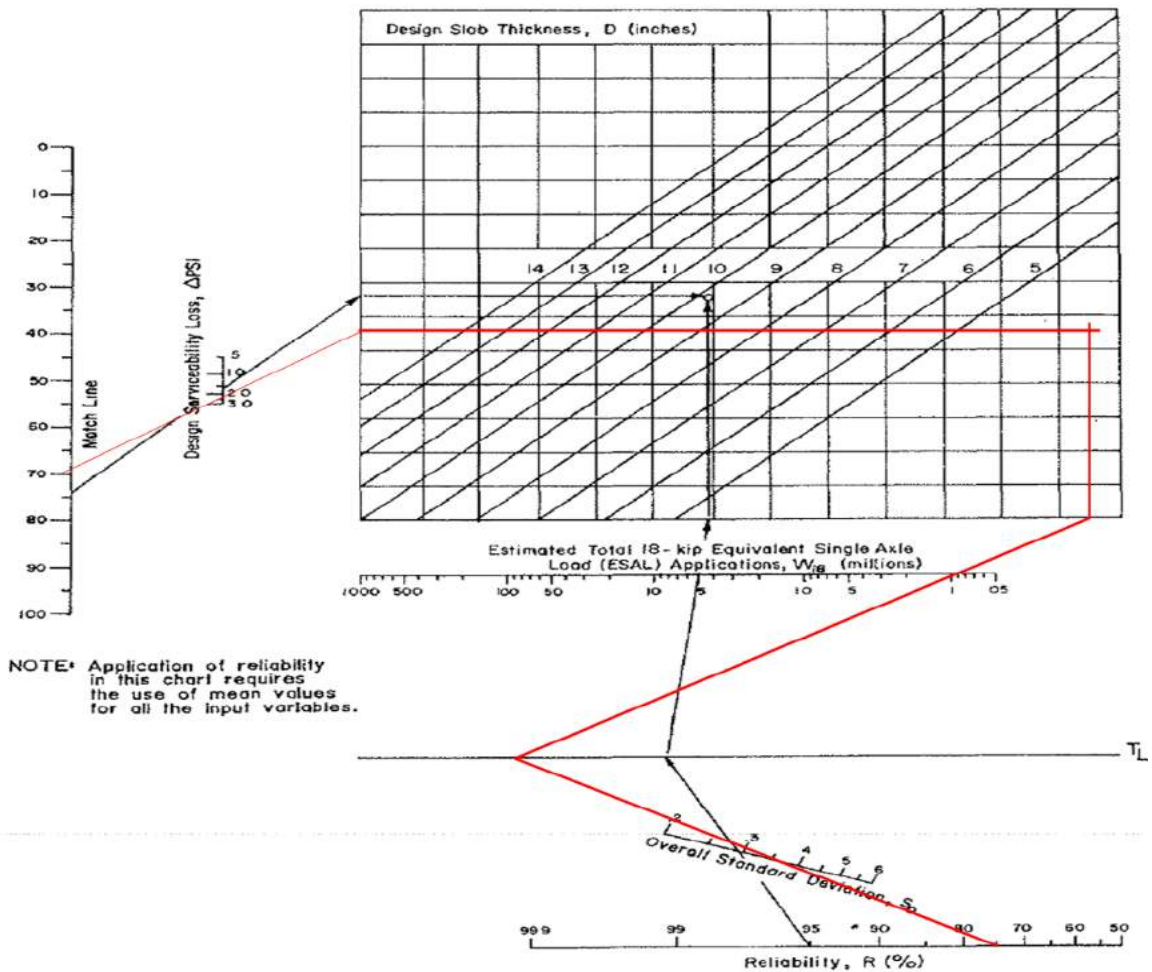
FUENTE: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos – 1993.

TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)	2.80
-----------------------------	------

5.3.11 MONOGRAMA PARA DETERMINAR LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Gráfico N°014: Monograma – Pavimento Rígido





5.3.12 ESPESORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla N°035: Espesores de las Capas de Pavimento Rígido

LOSA DE CONCRETO	15.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

5.4 PAVIMENTO INTERTRABADO – MÉTODO CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

5.4.1 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (EE)

El Esal de diseño es: $4.83 * 10^5$ EE.

Tabla N°036: Número de Ejes Equivalentes (ESAL)

Nombre de Calle / AV.	TIPO DE VEHÍCULOS		N° Veh / Día (1 Sentidos)	Factor Ponderado	N° Veh / Día (2 Sentido)	N° Veh / Anual (365 días)	Factor Camión (FC)	ESAL Anual	Año De Proyección	TCA (%)	Factor De Crecimiento	ESAL (n=20 Años)	ESAL De Diseño
AV. FEDERICO VILLAREAL	Vehículos Ligeros	Auto	87	0.5	43.50	15877.5	0.0001	1.588	20	1.5	23.12	36.71	4.83E+05
		Pick Up	62		31.00	11315	0.0001	1.132	20	1.5	23.12	26.16	
		Combi	77		38.50	14052.5	0.0001	1.405	20	1.5	23.12	32.49	
	Bus B3-1		11		5.50	2007.5	2.631	5281.733	20	1.5	23.12	122133.02	
	Camión C2		9		4.50	1642.5	4.504	7397.820	20	2.2	24.79	183371.17	
	T2S2 / 2S2		6		3.00	1095	6.523	7142.685	20	2.2	24.79	177047.09	

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.2 CBR DE DISEÑO

El CBR de diseño es: 6.06 %; correspondiente a una subrasante regular.

Tabla N°037: CBR de Diseño

CALICATA	CBR %
C-2	7.66
C-5	13.73
C-9	11.67
C-15	6.25
C-21	6.06

Fuente: Elaborada por el autor

CBR mín (%)	6.06
--------------------	-------------

5.4.3 MÓDULO DE RESILENCIA (MR)

El módulo de resiliencia (MR) es: 8.09×10^3 Psi.

Tabla N°038: Módulo de Resiliencia (MR)

$M_r(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	
CBR (%)=	6.06
Mr (psi)=	8094.1898
Mr (psi)=	8.09E+03

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.4 CONFIABILIDAD (%R)

El valor de Confiabilidad (%R) es: 75 %.

Tabla N°039: Confiabilidad (%R)

CALCULO DE LA CONFIABILIDAD (%R)				
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	95%
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	95%
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	95%
	T _{P15}	>30,000,000		95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

%R= 75

%R= 75

Tabla 2.2 Niveles de confiabilidad Sugeridos para varias Clasificaciones Funcionales

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.5 COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r) es: - 0.674.

Tabla N°040: Coeficiente de Desviación Estándar Normal (Z_r)

COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)																																										
<p>Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico</p>				<p>Tabla 4.1 Valores de la Desviación Estándar Normal (Z_r) Correspondientes a Niveles Seleccionados de Confiabilidad</p>																																						
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Confiabilidad, R (%)</th> <th>Desviación Estándar Normal, Z_r</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>-0.000</td></tr> <tr><td>60</td><td>-0.253</td></tr> <tr><td>70</td><td>-0.524</td></tr> <tr><td>75</td><td>-0.674</td></tr> <tr><td>80</td><td>-0.841</td></tr> <tr><td>85</td><td>-1.037</td></tr> <tr><td>90</td><td>-1.282</td></tr> <tr><td>91</td><td>-1.340</td></tr> <tr><td>92</td><td>-1.405</td></tr> <tr><td>93</td><td>-1.476</td></tr> <tr><td>94</td><td>-1.555</td></tr> <tr><td>95</td><td>-1.645</td></tr> <tr><td>96</td><td>-1.751</td></tr> <tr><td>97</td><td>-1.881</td></tr> <tr><td>98</td><td>-2.054</td></tr> <tr><td>99</td><td>-2.327</td></tr> <tr><td>99.9</td><td>-3.090</td></tr> <tr><td>99.99</td><td>-3.750</td></tr> </tbody> </table>	Confiabilidad, R (%)	Desviación Estándar Normal, Z_r	50	-0.000	60	-0.253	70	-0.524	75	-0.674	80	-0.841	85	-1.037	90	-1.282	91	-1.340	92	-1.405	93	-1.476	94	-1.555	95	-1.645	96	-1.751	97	-1.881	98	-2.054	99	-2.327	99.9	-3.090	99.99	-3.750
Confiabilidad, R (%)	Desviación Estándar Normal, Z_r																																									
50	-0.000																																									
60	-0.253																																									
70	-0.524																																									
75	-0.674																																									
80	-0.841																																									
85	-1.037																																									
90	-1.282																																									
91	-1.340																																									
92	-1.405																																									
93	-1.476																																									
94	-1.555																																									
95	-1.645																																									
96	-1.751																																									
97	-1.881																																									
98	-2.054																																									
99	-2.327																																									
99.9	-3.090																																									
99.99	-3.750																																									
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)																																						
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{R1}	100,001	150,000	-0.385																																						
	T_{R2}	150,001	300,000	-0.524																																						
	T_{R3}	300,001	500,000	-0.674																																						
	T_{R4}	500,001	750,000	-0.842																																						
	T_{R5}	750,001	1,000,000	-0.842																																						
Z_r=				-0.674																																						
Z_r=				-0.674																																						

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.6 DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)

La Desviación Estándar Combinada (S_o) es: 0.45.

Tabla N°041: Desviación Estándar Combinada (S_o)

DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)	
<p>Nota: El Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45</p>	<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los Pavimentos Flexibles, valores de S_o que oscilan entre 0.40 - 0.50</p>
S_o=	0.45
S_o=	0.45

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.7 CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)

El cálculo de la serviciabilidad (Δ psi) según el Manual de Carreteras es: 1.80

Tabla N°042: Serviciabilidad (Δ psi) – Manual de Carreteras

CÁLCULO DE LA SERVICIABILIDAD (Δ PSI)									
MANUAL DE CARRETERAS									
Serviciabilidad Inicial (Pi)			Serviciabilidad Final (Pt)						
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico			Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico						
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80	Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80		T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80		T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80		T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993									
Pi=		3.80			Pt=		2.00		
Cuadro 12.12 Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico									
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)					
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80					
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80					
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80					
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80					
Δ PSI=		1.80							

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad (Δpsi) según el Guía Aashto es: 2.20

Tabla N°043: Serviciabilidad (Δpsi) – Guía Aashto

GUÍA AASHTO	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (p_o)</p> <p>Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:</p> <p>a) Para pavimentos rígidos, un valor inicial deseable p_o de 4,5; y</p> <p>b) Para pavimentos flexibles un valor inicial deseable p_o de 4,2.</p>	
<p>Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993</p>	
<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad inicial (Po) es 4.2</p>	<p>Nota: La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un índice de 2.5 o mayor para el diseño de las carreteras principales y de 2.0 para las carreteras con menores volúmenes de tráfico</p>
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\text{PSI}= 2.20$	

Fuente: Elaborada por el autor

El cálculo de la serviciabilidad (Δpsi) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 2.20

Tabla N°044: Serviciabilidad (Δpsi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

RNE CE 010 Pavimentos Urbanos	
Serviciabilidad Inicial (Pi)	Serviciabilidad Final (Pt)
<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, recomienda adoptar para los pavimentos flexibles un valor inicial deseable Pi de 4.2</p>	<p>Nota: La CE 010 Pavimentos Urbanos, nos brinda una tabla para determinar el valor de serviciabilidad Final (Pt) según el tipo de vía.</p>
<p>Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos</p>	
Pi= 4.20	Pt= 2.00
$\Delta\text{PSI}= 2.20$	

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.8 COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)

El coeficiente de drenaje (mi) según el Manual de Carreteras es: 1.00

Tabla N°045: Coeficiente de Drenaje (mi) – Manual de Carreteras

COEFICIENTES DE DRENAJE PARA LAS CAPAS DE BASE Y SUBBASE (mi)						
Cuadro 12.14 Calidad del Drenaje		Cuadro 12.15 Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_1 Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles				
CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVAGUADA	CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACION.			
			Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 horas	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Mediano	1 semana	Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1 mes	Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	El agua no evacua	Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos - 1993						
		m1	m2	1.00		

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según el Guía Aashto es: 1.00

Tabla N°046: Coeficiente de Drenaje (mi) – Guía Aashto

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua	TABLA 2.4 Valores de m_1 recomendados para los Coeficientes de Capa Modificados de Materiales de Base y Subbase no Tratada en Pavimentos Flexibles			
		% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación			
		< 1	1 - 5	5 - 25	> 25
Excelente	2 Horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.8	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No Drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos-1993					
		m2	m3	1.00	

Fuente: Elaborada por el autor

El coeficiente de drenaje (mi) según la CE 010 de Pavimentos Urbanos es: 1.00

Tabla N°047: Coeficiente de Drenaje (mi) – CE 010 de Pavimentos Urbanos

Calificación del drenaje	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	TABLA A2 Valores de m_1 recomendados por la AASHTO para pavimentos flexibles			
		Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	Nunca	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40
Fuente: RNE - CE 010 - Pavimentos Urbanos					
		m2	m3	1.00	

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.9 DETERMINAR LAS CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS.

5.4.9.1 BLOQUE DE ADOQUÍN

El espesor de los bloques de adoquín, será de 80 mm, según la siguiente tabla.

Tabla N°048: Espesor de los Bloques de Adoquín según el Tipo de Pavimento.

Elemento	Tipo de Pavimento	Flexible	Rígido	Adoquines
	Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm
Vías colectoras		≥ 60 mm	≥ 80 mm	
Vías arteriales		≥ 70 mm		NR**
Vías expresas		≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

5.4.9.2 CAMA DE ARENA

El espesor de la cama de arena, será de 40 mm, según la siguiente tabla.

Tabla N°049: Espesor de la Cama de Arenas Bloques de Adoquín

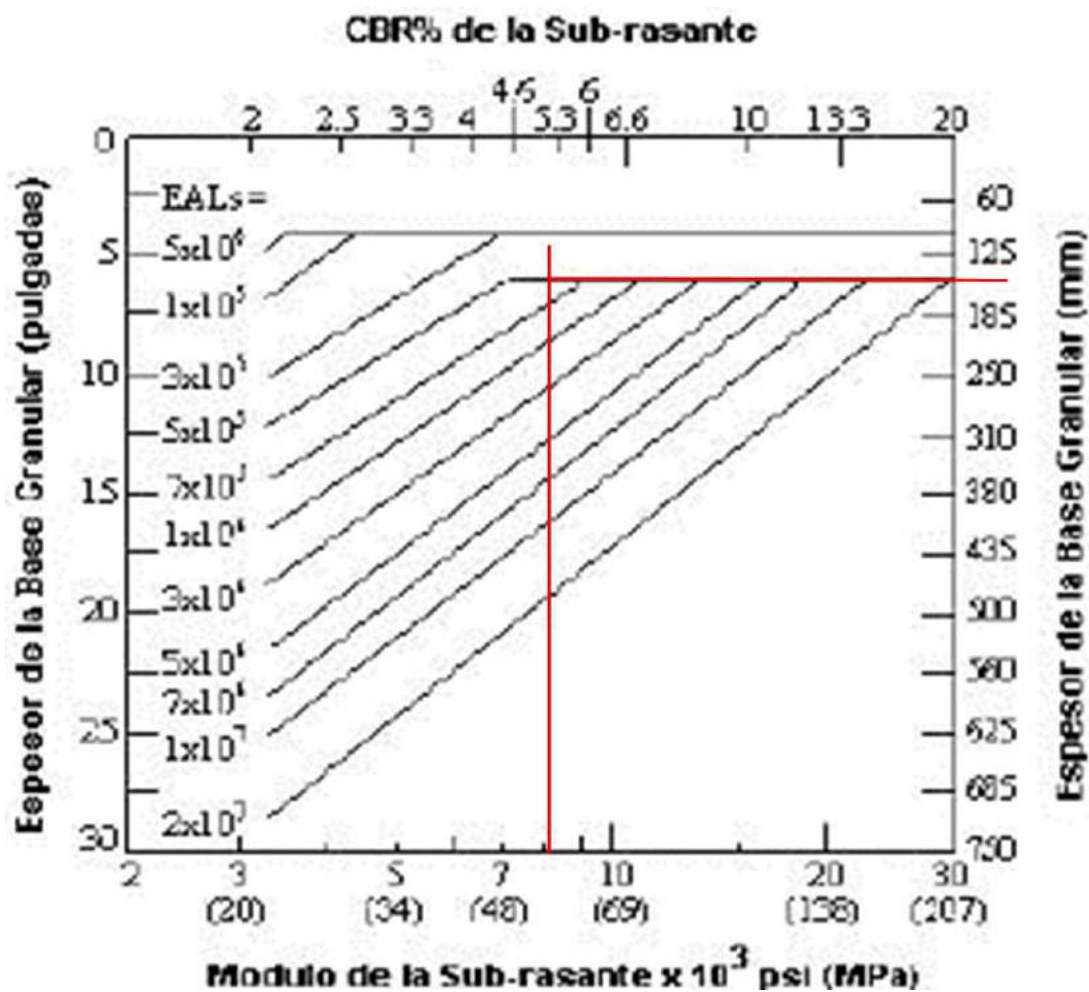
Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
≤ 150,000		Adoquín de Concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de Concreto: 100mm	40 mm

Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

5.4.9.3 CAPA BASE

Calculado el Módulo de Resiliencia (M_r), introducimos el valor en el gráfico que se muestra a continuación, y obtendremos el espesor de la Base Granular, el cual es 150 mm.

Gráfico N°015: Curvas Diseño del Espesor – Base Granular– Pavimento Intertrabado



Fuente: RNE-CE10-Pavimentos Urbanos

5.4.10 DETERMINAR LAS CAPAS DEL PAVIMENTO INTERTRABADO – MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Para determinar los espesores de las capas del pavimento intertrabado, el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, se basa en la siguiente tabla.

Tabla N°050: Estructura de Pavimento De Adoquín Con Base Granular

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%								
> 20% CBR < 30%								
CBR > 30%								

Fuente: Elaboración propia en base al ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute) y de ecuaciones AASHTO.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos, será definido en estudio específico.
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar entre otros aspectos:
 a) Evaluaciones Superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectuará al menos una vez cada año.

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Según la tabla anterior, los espesores de los pavimentos son:

Bloque de Adoquín	:	6.00 cm
Cama de Arena	:	4.00 cm
Base Granular	:	20.00 cm
Sub Base Granular	:	15.00 cm

5.4.11 ESPESORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO INTERTRABADO

5.4.12 SEGÚN CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

Los espesores de la estructura de pavimento intertrabado son:

Tabla N°051: Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – CE. 010 Pavimentos Urbanos.

BLOQUE DE ADOQUÍN	8.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

5.4.13 SEGÚN MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Los espesores de la estructura de pavimento intertrabado son:

Tabla N°052: Espesores de Capas de Pavimento Intertrabado – Manual de Carreteras.

BLOQUE DE ADOQUÍN	6.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm
SUBBASE (CBR =30%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

Por tanto, tendremos el espesor del pavimento intertrabado con el que se va a trabajar.

Tabla N°053: Espesores de las Capas de Pavimento Intertrabado

BLOQUE DE ADOQUÍN	8.00 cm
CAMA DE ARENA	4.00 cm
BASE (CBR =80%)	20.00 cm
SUBBASE (CBR =30%)	15.00 cm

Fuente: Elaborada por el autor

5.5 COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.5.1 METRADOS

A continuación, detallaremos los metrados de los tres (3) tipos de pavimentos analizados en este presente proyecto, apoyándonos en el programa Excel.

5.5.2 METRADO – PAVIMENTO FLEXIBLE

Tabla N°054: Metrados – Pavimento Flexible

<u>RESUMEN DE METRADOS - PAVIMENTACION FLEXIBLE</u>			
PROYECTO:	"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".		
ENTIDAD:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TÚCUME		
LUGAR:	DISTRITO DE TÚCUME		
CODIGO	DESCRIPCION	UNID	TOTAL
01	Obras provisionales		
01.01	Cartel de identificación de obra de 3.60x7.20- Inc. GIGANTOGRAFÍA	und	1.00
01.02	Desvio y mantenimiento de tránsito	glb	1.00
01.03	Almacén, oficina y caseta de guardiana	glb	1.00
02	PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE		
02.01	Trabajos preliminares		
02.01.01	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	glb	1.00
02.01.02	Limpieza de terreno manual	m2	117,873.25
02.01.03	Trazo, niveles y replanteo	m2	117,873.25
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE		
02.02.01	Movimiento de tierras		
02.02.01.01	Corte de terreno hasta nivel de subrasante	m3	48,175.87
02.02.01.02	Relleno de terreno hasta nivel de subrasante		562.50
02.02.01.03	Perfilado de Subrasante en zonas corte con equipo	m2	117,873.25
02.02.01.04	Conformación y compactación de la sub rasante	m2	117,873.25
02.02.01.05	Eliminación de material excedente dm= 5 km	m3	60,219.84
02.02.02	Sub base y base		
02.02.02.01	Sub base granular (afirmado) esp=0.20 m	m2	117,873.25
02.02.02.02	Base granular (afirmado) esp=0.20 m	m2	117,873.25

Fuente: Elaborada por el autor

02.02.03	Pavimentacion asfaltica		
02.02.03.01	Imprimacion asfaltica	m2	117,873.25
02.02.03.02	Carpeta asfaltica en caliente de 2"	m2	117,873.25
02.02.03.03	Transporte de concreto asfaltico a obra	m3	5,893.66
02.02.04	Sello asfáltico		
02.02.04.01	Barrido y limpieza para sello asfáltico	m2	117,873.25
02.02.04.02	Sello asfáltico	m	117,873.25
02.03	Señalización horizontal		
02.03.01	Pintura en cruce peatonal	m2	3,553.50
02.03.02	Pintado de símbolos y letras	m2	660.00
02.03.03	Pintado de línea discontinua	m	2,366.00
02.04	Varios		
02.04.01	Nivelación de buzones	und	145.00
02.04.02	Reposición de tuberías de agua	glb	1.00
02.04.03	Reposición de cajas de registro	und	2,625.00
02.04.04	Reposición de cajas de agua	und	2,625.00
04	Sistema de drenaje pluvial		
04.01	Trabajos preliminares		
04.01.01	Limpieza de terreno manual	m2	2,313.54
04.01.02	Trazo, niveles y replanteo	m2	2,313.54
04.02	Movimiento de tierras		
04.02.01	Excavación manual de zanjas para cuentas	m3	986.94
04.02.02	Perfilado y compactado de superficie de cunetas	m2	2,313.54
04.02.03	Eliminacion de material de excavacion manuel	m3	1,233.68
04.03	Concreto Armado		
04.03.01	Encofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.02	Desencofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.03	Solado para cuneta esp=0.10m	m2	2,313.54
04.03.04	Acero corrugado fy = 4200 kg/cm2, grado 60	kg	19,326.12
04.03.05	Concreto en cunetas f'c= 175kg/cm2	m3	543.74
04.03.06	Junta de dilatacion de cuneta con asfalto	m	1,281.73
04.03.07	Curado de cuneta con material de préstamo	m2	2,403.24
04.04	Estructura Metalica		
04.04.01	Colocacion de Rejilla en cuneta	m	2,403.24
04.05	Otros		
04.05.01	Flete terrestre	glb	1.00
04.05.02	Limpieza final de obra	m2	120,186.79

Fuente: Elaborada por el autor

5.5.3 METRADO – PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla N°055: Metrados – Pavimento Rígido

RESUMEN DE METRADOS - PAVIMENTACION RÍGIDO			
PROYECTO:	"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".		
ENTIDAD:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TÚCUME		
LUGAR:	DISTRITO DE TÚCUME		
CODIGO	DESCRIPCION	UNID	TOTAL
01	Obras provisionales		
01.01	Cartel de identificación de obra de 3.60x7.20- Inc. GIGANTOGRAFÍA	und	1.00
01.02	Desvio y mantenimiento de tránsito	glb	1.00
01.03	Almacén, oficina y caseta de guardiana	glb	1.00
02	PAVIMENTACIÓN RÍGIDA		
02.01	Trabajos preliminares		
02.01.01	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	glb	1.00
02.01.02	Limpieza de terreno manual	m2	117,873.25
02.01.03	Trazo, niveles y replanteo	m2	117,873.25
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO		
02.02.01	Movimiento de tierras		
02.02.01.01	Corte de terreno hasta nivel de subrasante	m3	48,175.87
02.02.01.02	Relleno de terreno hasta nivel de subrasante		562.50
02.02.01.03	Perfilado de Subrasante en zonas corte con equipo	m2	117,873.25
02.02.01.04	Conformación y compactación de la sub rasante	m2	117,873.25
02.02.01.05	Eliminación de material excedente dm= 5 km	m3	60,219.84

Fuente: Elaborada por el autor

02.02.02	Pavimento Rigido		
02.02.02.01	Concreto en losa de rodadura $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$	m3	18,565.04
02.02.02.02	Base granular $e=0.20\text{m}$ compactada	m2	117,873.25
02.02.02.03	Encofrado y desencofrado de losa de rodadura	m2	23,574.65
02.02.02.04	Juntas Asfálticas	m	15,618.90
02.02.02.05	Curado de losa de rodadura	m2	117,873.25
02.03	Señalización horizontal		
02.03.01	Pintura en cruce peatonal	m2	3,553.50
02.03.02	Pintado de símbolos y letras	m2	660.00
02.03.03	Pintado de línea discontinua	m	2,366.00
02.04	Varios		
02.04.01	Nivelación de buzones	und	145.00
02.04.02	Reposición de tuberías de agua	glb	1.00
02.04.03	Reposición de cajas de registro	und	2,625.00
02.04.04	Reposición de cajas de agua	und	2,625.00
04	Sistema de drenaje pluvial		
04.01	Trabajos preliminares		
04.01.01	Limpieza de terreno manual	m2	2,313.54
04.01.02	Trazo, niveles y replanteo	m2	2,313.54
04.02	Movimiento de tierras		
04.02.01	Excavación manual de zanjas para cunetas	m3	986.94
04.02.02	Perfilado y compactado de superficie de cunetas	m2	2,313.54
04.02.03	Eliminacion de material de excavacion manuel	m3	1,233.68
04.03	Concreto Armado		
04.03.01	Encofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.02	Desencofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.03	Solado para cuneta $esp=0.10\text{m}$	m2	2,313.54
04.03.04	Concreto en cunetas $f'c= 175\text{kg/cm}^2$	m3	543.74
04.03.05	Acero corrugado $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, grado 60	kg	19,326.12
04.03.06	Curado de cuneta con material de préstamo	m2	2,403.24
04.04	Estructura Metalica		
04.04.01	Colocacion de Rejilla en cuneta	m	2,403.24
04.05	Otros		
04.05.01	Flete terrestre	glb	1.00
04.05.02	Limpieza final de obra	m2	120,186.79

Fuente: Elaborada por el autor

5.5.4 METRADO – PAVIMENTO INTERTRABADO

Tabla N°056: Metrados – Pavimento Intertrabado

RESUMEN DE METRADOS - PAVIMENTACION INTERTRABADO			
PROYECTO:	"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".		
ENTIDAD:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TÚCUME		
LUGAR:	DISTRITO DE TÚCUME		
CODIGO	DESCRIPCION	UNID	TOTAL
01	Obras provisionales		
01.01	Cartel de identificación de obra de 3.60x7.20- Inc. GIGANTOGRAFÍA	und	1.00
01.02	Desvio y mantenimiento de tránsito	glb	1.00
01.03	Almacen, oficina y caseta de guardiana	glb	1.00
02	PAVIMENTO INTERTRABADO		
02.01	Trabajos preliminares		
02.01.01	Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	glb	1.00
02.01.02	Limpieza de terreno manual	m2	117,873.25
02.01.03	Trazo, niveles y replanteo	m2	117,873.25
02.02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO INTERTRABADO		
02.02.01	Movimiento de tierras		
02.02.01.01	Corte de terreno hasta nivel de subrasante	m3	48,175.87
02.02.01.02	Relleno de terreno hasta nivel de subrasante		562.50
02.02.01.03	Perfilado de Subrasante en zonas corte con equipo	m2	117,873.25
02.02.01.04	Conformacion y compactacion de la sub rasante	m2	117,873.25
02.02.01.05	Eliminacion de material excedente dm= 5 km	m3	60,219.84
02.02.02	Pavimento Intertrabado con bloques de Concreto		
02.02.02.01	Sub Base granular (afirmado) e=0.15m compactada	m2	117,873.25
02.02.02.02	Base granular e=0.20m compactada	m2	117,873.25
02.02.02.03	Conformacion de cama de arena para adoquines	m2	117,873.25
02.02.02.04	Piso de cemento adoquinado de concreto	m2	117,873.25

Fuente: Elaborada por el autor

02.03	Señalización horizontal		
02.03.01	Pintura en cruce peatonal	m2	3,553.50
02.03.02	Pintado de símbolos y letras	m2	660.00
02.03.03	Pintado de línea discontinua	m	2,366.00
02.04	Varios		
02.04.01	Nivelación de buzones	und	145.00
02.04.02	Reposición de tuberías de agua	glb	1.00
02.04.03	Reposición de cajas de registro	und	2,625.00
02.04.04	Reposición de cajas de agua	und	2,625.00
04	Sistema de drenaje pluvial		
04.01	Trabajos preliminares		
04.01.01	Limpieza de terreno manual	m2	2,313.54
04.01.02	Trazo, niveles y replanteo	m2	2,313.54
04.02	Movimiento de tierras		
04.02.01	Excavación manual de zanjas para cuentas	m3	986.94
04.02.02	Perfilado y compactado de superficie de cunetas	m2	2,313.54
04.02.03	Eliminacion de material de excavacion manual	m3	1,233.68
04.03	Concreto Armado		
04.03.01	Encofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.02	Desencofrado para cunetas	m2	2,403.24
04.03.03	Solado para cuneta esp=0.10m	m2	2,313.54
04.03.04	Concreto en cunetas $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	m3	543.74
04.03.05	Acero corrugado $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, grado 60	kg	19,326.12
04.03.06	Curado de cuneta con material de préstamo	m2	2,403.24
04.04	Estructura Metalica		
04.04.01	Colocacion de Rejilla en cuneta	m	2,403.24
04.05	Otros		
04.05.01	Flete terrestre	glb	1.00
04.05.02	Limpieza final de obra	m2	120,186.79

Fuente: Elaborada por el autor

5.5.5 PRESUPUESTOS

Mediante el siguiente cuadro, detallaremos los presupuestos de los tres (3) tipos de pavimentos analizados en este presente proyecto, dicho análisis se ha realizado en el programa S10.

Tabla N°057: Comparación Económica De Los Pavimentos Según Costos De Construcción.

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO INTERTRABADO
Costo Directo	S/.	S/15,584,903.92	S/19,846,997.48	S/22,257,060.33
Gastos Generales (10%)	S/.	S/1,558,490.39	S/1,984,699.75	S/2,225,706.03
Utilidades (5%)	S/.	S/779,245.20	S/992,349.87	S/1,112,853.02
Sub Total	S/.	S/17,922,639.51	S/22,824,047.10	S/25,595,619.38
IGV (18%)	S/.	S/3,226,075.11	S/4,108,328.48	S/4,607,211.49
Costo Total	S/.	S/21,148,714.62	S/26,932,375.58	S/30,202,830.87
METRADO DE PAVIMENTO	KM	14.19804	14.19804	14.19804
COSTO POR KM	S/.	S/1,489,551.70	S/1,896,907.99	S/2,127,253.54

Fuente: Elaborada por el autor

**ANEXO N°13: INFORME N°06: DISEÑO DEL SEDIMENTADOR Y
CÁMARA DE REJAS**

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño hidráulico y estructural de la cámara de rejillas y el sedimentador.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

Calcular las dimensiones del sedimentador.

Realizar el dimensionamiento de la cámara de rejillas.

Calcular el acero de refuerzo de las losas y muros de la cámara de rejillas y sedimentador.

II. MARCO TEÓRICO

En este informe se presentarán los cálculos de las estructuras hidráulicas como son, la cámara de rejillas y el sedimentador, con la finalidad de eliminar los sólidos en suspensión que se acarrean al momento de recolectar las aguas pluviales y de esta manera no causar daños a las estructuras posteriores, que generen mal funcionamiento del sistema hidráulico.

2.1 CÁMARA DE REJAS

El primer paso en el tratamiento de las aguas pluviales, consiste en separar los sólidos gruesos; el procedimiento habitual a seguir, se basa en pasar el agua a través de una estructura llamada rejillas de barras.

La cámara de rejillas tiene como objetivo retener la basura, materiales sólidos gruesos que pueden afectar el funcionamiento de los tratamientos posteriores. Según la Norma OS.090 este diseño debe incluir una plataforma de operación y drenaje del material cribado con barandas de seguridad, iluminación para la operación durante la noche, espacio suficiente del material cribado para el almacenamiento temporal del material cribado en condiciones adecuadas. Asimismo, para el diseño de esta cámara se integrará tres componentes, el canal de entrada, las rejillas y el bypass.

El canal de entrada, es la estructura en la cual se van a depositar las aguas pluviales a través del sistema de cunetas que se ha implementado en este proyecto. Se propone el diseño de un canal de máxima eficiencia de conducción a cielo abierto y con sección rectangular, debido a que las cunetas que van transportar las aguas pluviales y empalmar con el canal de entrada, tienen una forma rectangular, esto con el fin de mantener constantes la velocidad y el tirante del agua. La longitud del canal de acceso debe tener una medida suficiente para dar cabida a la basura que se aglomere en las rejillas. El canal se diseñará para el caudal máximo de evacuación. Asimismo, como menciona la Norma OS.090, para este tipo de infraestructura puede utilizarse un canal con rejillas con bypass para el caso de emergencia o mantenimiento.

La finalidad de utilizar las rejillas es para proteger bombas, válvulas, tuberías y otros elementos, contra los posibles daños y obstrucciones provocadas por la presencia de objetos extraños de gran tamaño. Por lo tanto, para el diseño de estas rejillas se deben tener ciertas consideraciones como:

Se utilizan barras de sección rectangular de 5 a 15 mm de espesor por 30 a 75 mm de ancho.

Las dimensiones dependen de la longitud de las barras y el mecanismo de limpieza.

El espaciamiento entre barras estará entre 20 y 50 mm. Para localidades con un sistema inadecuado de recolección de residuos sólidos se recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm.

Las dimensiones y espaciamiento entre barras se escogerán de modo que la velocidad del canal antes de y a través de las barras sea adecuada.

El ángulo de inclinación de las barras de las rejas de limpieza manual sea de 45° a 60° respecto a la horizontal.

2.2 SEDIMENTADOR

Una vez que las aguas pluviales hayan pasado por la cámara de rejas, la siguiente obra hidráulica será el sedimentador, este tiene por objetivo la decantación de las partículas inferiores a 0.2mm y superiores a 0.05mm.

Este sedimentador, está conformado por cuatro partes o zonas, las cuales son:

Zona de entrada, es la estructura hidráulica, que sirve de transición y a su vez va a permitir una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.

Zona de sedimentación, está constituida por un canal de forma rectangular, el mismo que tendrá un volumen, longitud y condiciones de flujo adecuadas para que las partículas que arrastre las aguas pluviales sedimenten, la dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos.

Zona de salida, consta de un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar el proceso de sedimentación de las partículas.

Zona recolectora de lodos, está formada por una tolva con capacidad para depositar en ella los lodos sedimentados y adicionalmente cuentan con una tubería y válvula para su evacuación periódica.

Por lo tanto, para el diseño del sedimentador se deben tener ciertos criterios de diseño como:

El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos, es de 8 a 16 años.

La profundidad del sedimentador será entre 1.5 a 2.5 m.

La relación de las dimensiones largo y ancho, será de 3 a 6.

La relación de las dimensiones largo y profundidad, será de 5 a 20.

El fondo de la unidad debe tener pendiente de 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.

La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0.15 m/seg. Para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.

Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.

La ubicación de la pantalla difusora debe ser entre 0.70 y 1.00 m, de distancia de la pared de entrada.

Los orificios más altos de la pared difusora deben estar a $1/5$ o $1/6$ de la altura (H) a partir de la superficie del agua y los más bajos entre $1/4$ o $1/5$ de la altura (H) a partir de la superficie del fondo.

III. DISEÑO DE CÁMARA DE REJAS Y EL SEDIMENTADOR

3.1 DISEÑO DE LA CÁMARA DE REJAS

3.1.1 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE REJAS

En este apartado se dará a conocer las dimensiones y a su vez los criterios considerados según la norma técnica peruana vigente OS.090.

3.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS REJAS

Para dar inicio al diseño de las rejas, se debe conocer el volumen de agua, el cual es el caudal acumulado en el tramo final del sistema de drenaje pluvial, el mismo que ha sido calculado a través del análisis del diagrama de flujos, teniendo así un caudal de diseño:

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego, procederemos a calcular las características que tendrá la cámara de rejas, según los parámetros estipulados por la NTP. OS.090.

Separación, espaciamiento entre las barras (a) en mm.

$$\text{Parámetros: } 20 \text{ mm} < a < 50 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } a = 2'' = 50 \text{ mm.}$$

Espesor de las rejas (e) en mm.

$$\text{Parámetros: } 5 \text{ mm} < e < 15 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } e = 0.50'' = 12.7 \text{ mm.}$$

Ancho de las rejas (ar) en mm.

$$\text{Parámetros: } 30 \text{ mm} < ar < 75 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } ar = 75 \text{ mm.}$$

Eficiencia de las rejas (E)

$$E = \frac{a}{e + a}$$

$$E = \frac{50}{12.7 + 50}$$

$$E = 0.80$$

Velocidad de paso entre las rejillas (V) en m/seg.

$$\text{Parámetros: } 0.60 \text{ m/seg} < a < 0.75 \text{ m/seg}$$

Nota: si la velocidad es menor a 0.60 m/seg, los sólidos tienen a sedimentarse, si la velocidad es mayor, los residuos que se desean retener se pasan por las rejillas, por ello se elige trabajar con:

$$\text{Por tanto, asumimos: } V = 0.70 \text{ m/seg}$$

Velocidad aguas arriba de las rejillas (V_o) en m/seg.

$$V_o = V \times E$$

$$V_o = 0.70 \times 0.80$$

$$V_o = 0.56 \text{ m/seg.}$$

3.1.1.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA ESTA LIMPIA.

Para calcular las pérdidas de carga, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$H_f = 1.143 \times \frac{(V)^2 - (V_o)^2}{2 \times g}$$

Donde:

V , es velocidad de paso entre las rejillas, 0.70 m/seg

V_o , velocidad aguas arriba de las rejillas, 0.56 m/seg

g , es la gravedad, 9.81 m/seg².

$$H_f = 1.143 \times \frac{(0.70)^2 - (0.56)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_f = 0.103 \text{ m.}$$

3.1.1.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA CUANDO LA REJA QUEDA 50 % SUCIA.

Para calcular las pérdidas de carga, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$H_f = 1.143 \times \frac{(2V)^2 - (V_o)^2}{2 \times g}$$

Donde:

V, es velocidad de paso entre las rejjas, 0.70 m/seg

V_o, velocidad aguas arriba de las rejjas, 0.56 m/seg

g, es la gravedad, 9.81 m/seg².

$$H_f = 1.143 \times \frac{(2 \times 0.70)^2 - (0.56)^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_f = 0.096 \text{ m.}$$

3.1.1.4 CANAL DE MÁXIMA EFICIENCIA

Se debe mencionar, que las aguas pluviales se transportarán mediante cunetas longitudinales dispuestas en las calles, sin embargo, para hacer el diseño de las rejillas de limpieza, debemos calcular un canal de máxima eficiencia, el cual, reemplazará a las dos cunetas longitudinales, transformándose así en una cámara de rejjas.

Como dato de entrada, tendremos el caudal de diseño, el mismo que será el que transportará las cunetas en su tramo final, dato obtenido mediante el análisis del diagrama de flujos.

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego utilizaremos la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{0.5} \times \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg

S, es la pendiente del canal, 0.20 %

n, coeficiente de Manning, 0.013 (material de concreto armado)

A, es el área del canal rectangular.

P, es el perímetro del canal.

Introduciendo los datos a la ecuación, tendremos:

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{0.5} \times \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$0.548 = \frac{1}{0.013} \times 0.002^{0.5} \times \frac{(2 \times y^2)^{5/3}}{(4 \times y)^{2/3}}$$

$$y = 0.50 \text{ m.}$$

Una vez calculado el tirante (y), hallaremos la base del canal (b), mediante la siguiente ecuación del canal de máxima eficiencia:

$$b = 2 \times y$$

$$b = 2 * 0.50$$

$$b = 1.00 \text{ m.}$$

Luego verificaremos la velocidad en el canal, mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

A, es el área hidráulica del canal, 0.50 m².

$$V = \frac{0.548}{0.50}$$

$$V = 1.096 \text{ m/seg.}$$

Nota: Según norma, la velocidad autolimpiante del canal, debe estar entre 0.60 m/seg a 2.00 m/seg, por tanto, si se tiene una velocidad autolimpiante adecuada para el canal.

Finalmente, verificamos que no haya turbulencia en el canal, mediante la ecuación del número de Froud:

$$FR = \frac{V}{g \times y}$$

Donde:

FR, es el número de Froud.

g, es la gravedad, 9.81 m/seg².

y, es el tirante del canal, 0.50 m.

$$FR = \frac{1.096}{9.81 \times 0.50}$$

$$FR = 0.243$$

Nota: Según norma, si el $FR < 1$, el flujo en el canal es subcrítico, esto quiere decir que nuestro canal de diseño no tendrá turbulencia y su funcionamiento será el adecuado.

3.1.1.5 DIMENSIONES DE LAS REJAS

Una vez calculado los parámetros dados por la NTP OS.090, y también el canal de máxima eficiencia hidráulica, procedemos a calcular el número de rejás y las dimensiones que dispondrá dicha estructura.

Para hallar el número de rejás (N) utilizaremos la siguiente ecuación:

$$N = \frac{b - a}{a + e} + 1$$

Donde:

b, es el ancho de canal, 1.00 m.

a, es la separación entre barras, 0.05 m.

e, es el espesor de las barras, 0.0127 m.

$$N = \frac{1.00 - 0.05}{0.05 + 0.0127} + 1$$

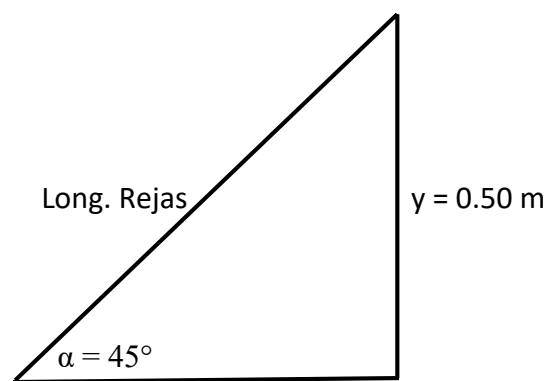
$$N = 16 \text{ barras.}$$

Luego para encontrar la longitud de las barras, la NTP OS.090, nos dice que la inclinación de dichos elementos, será:

$$\text{Parámetros: } 45^\circ < \alpha < 60^\circ$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } \alpha = 45^\circ$$

Entonces como ya conocemos el tirante (y), y por efectos prácticos consideraremos 0.10 m de altura libre del canal, procederemos a aplicar el teorema de Pitágoras.



Por lo tanto, tendremos la siguiente expresión:

$$\text{tag}(\alpha) = \frac{y + H_{\text{Libre}}}{\text{Long. Rejas}}$$

$$\text{tag}(45^\circ) = \frac{0.50 + 0.10}{\text{Long. Rejas}}$$

Despejamos la variable que deseamos encontrar, y obtenemos:

$$\text{Long, Rejas} = 0.60 \text{ m.}$$

Finalmente conciliando datos, sabremos que las rejas que tendrá la cámara, será:

$$\text{Long, de Rejas} = 0.60 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho de las Rejas} = 0.075 \text{ m.}$$

$$\text{Espesor de rejas} = 0.127 \text{ m} = 0.50''$$

Separación entre rejas = 0.05 m = 2"

3.1.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE REJAS

3.1.2.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE REJAS

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, compuesta por un solo enmallado, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos de la cámara de rejas.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.15 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\Phi v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 15 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 15 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 10.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Los momentos últimos (M11 y M22), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M11, son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M22 son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°87: Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.

Losa de fondo											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	0.38	0.23	1.0	5						3.56	Cumple
M22	0.65	0.40	1.7	5						3.56	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de rejas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°88: Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Rejas.

Losa: M11										
	Inferior :		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm	
M22										
	Superior:		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm	

Fuente: Elaborada por el autor

3.1.2.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

c.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

d.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín V}} = \mathbf{2.25 \text{ cm}^2}$$

3.1.2.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V13 y V23), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

Donde:

V_u : Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * b_w$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 10.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 7.961 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 7.961 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{6.77 \text{ Tn/m}}$$

c.) En la losa:

$$V_{13} = 1.35 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 1.05 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{6.77 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$1.35 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$1.05 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

3.1.2.2 DISEÑO DE MUROS DE LA CÁMARA DE REJAS

Por tanto, el espesor de los muros será de 0.15 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\phi v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 15 cm

Acero corrugado ($\phi 2$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 15 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 10.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como son los muros de la cámara de rejillas.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en los muros.

La resistencia a flexión (As_r) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (As_p) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Tabla N°89: Cálculo del Área de Acero en los Muros de la Cámara de Rejas

Paredes Fondo											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	0.55	0.34	1.4	5						3.56	Cumple
M22	1.15	0.72	3.0	5						3.56	Cumple
Paredes 1/3*H											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	0.85	0.52	2.2	5						3.56	Cumple
M22	0.45	0.27	1.2	5						3.56	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de los muros de la cámara de rejas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°90: Cálculo del Espaciamiento de los Muros de la Cámara de Rejas

Paredes fondo.:											
M11											
	Horizontal		1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
M22											
	Vertical		1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
Paredes 1/3*H.:											
M11											
	Horizontal		1	Ø	3/8	"	@	20	cm		
M22											
	Vertical		1	Ø	3/8	"	@	20	cm		

Fuente: Elaborada por el autor

3.1.2.2.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

- e.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

- f.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 15 * 100$$

$$A_{s\text{mín V}} = \mathbf{2.25 \text{ cm}^2}$$

3.1.2.2.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

- c.) **En los muros:**

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 10.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 7.96 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 7.96 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 6.77 \text{ Tn/m}$$

Verificación por cortante: “**Si Cumple**”, no requiere refuerzo.

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$1.85 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.63 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 6.77 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

3.2 DISEÑO DEL SEDIMENTADOR

3.2.1 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SEDIMENTADOR

En este apartado se dará a conocer las dimensiones y a su vez los criterios considerados según la norma técnica peruana vigente OS.090.

3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL SEDIMENTADOR

Para el diseño del sedimentador, se debe conocer el caudal acumulado en el tramo final del sistema de drenaje pluvial, el mismo que ha sido calculado a través del análisis del diagrama de flujos, teniendo así un caudal de diseño:

$$Q_{\text{máx.}} = 0.548 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Luego, calculamos características que poseerá el sedimentador, según los parámetros estipulados por la NTP. OS.090.

Diámetro de las partículas (d) en cm.

$$\text{Parámetros: } 0.05 \text{ mm} < d < 0.2 \text{ mm.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } d = 0.2 \text{ mm} = 0.02 \text{ cm.}$$

Velocidad de sedimentación (Vs) en m/s.

Para calcular la velocidad de sedimentación, existen tres (3) fórmulas, las cuales son:

Ley de Stokes – Régimen Laminar.

$$V_s = \frac{1}{18} x g x \left(\frac{\rho_s - \rho}{\eta} \right) x d^2$$

Ley de Allen – Régimen de transición.

$$V_s = 0.22 x \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} x g \right)^{2/3} x \left[\frac{d}{(\eta/\rho)^{1/3}} \right]$$

Ley de Newton – Régimen Turbulento.

$$V_s = 1.82 x \sqrt{d * g * \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)}$$

La velocidad de sedimentación, a su vez está en función del diámetro de las partículas a sedimentar, según el siguiente cuadro:

MATERIAL	Ø LIMITE DE PARTICULAS(CM)	# DE REYNOLDS	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION(Vs)	REGIMEN	LEY APLICABLE	
					(NEWTON)	
GRAVA	Ø > 1	> 10000	= 100 APROX.	TURBULENTO		$V_s = 1.82 * (d * g * (\rho_s - \rho) / \rho)^{1/2}$
					(ALLEN)	
ARENA GRUESA	0.01 < Ø < 0.10	2 < RE < 1000 APROX.	1.5 < Vs < 100	TRANSICION		$V_s = 0.22 * (((\rho_s - \rho) / \rho) * g)^{2/3} * (d / ((\eta / \rho)^{1/3}))$
					(STOKES)	
ARENA FINA	Ø <= 0.01	0.8 < RE < 1	1.5 < Vs < 100	LAMINAR		$V_s = (1/18) * g * ((\rho_s - \rho) / \eta) * d^2$

En el presente proyecto, tenemos un diámetro de partículas igual a 0.02 cm, por tanto, la fórmula que usaremos para el cálculo de la velocidad de sedimentación, es la Ley de Allen.

$$V_s = 0.22 x \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} x g \right)^{2/3} x \left[\frac{d}{(\eta/\rho)^{1/3}} \right]$$

Donde:

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

ρ , es la densidad del agua, 1.0 gr/cm³.

g, es la gravedad, 981 cm/seg².

d, es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105*10⁻² cm²/seg.

Reemplazamos los datos en la siguiente fórmula:

$$V_s = 0.22 \times \left(\frac{2.294 - 1.00}{1.00} \times g \right)^{2/3} \times \left[\frac{0.02}{(1.105 \times 10^{-2} / 1.00)^{1/3}} \right]$$

$$V_s = 2.39 \text{ cm/seg.}$$

Hacemos una comprobación mediante la fórmula del número de Reynolds:

$$R_e = \left(\frac{V_s \times d}{\eta} \right)$$

Donde:

V_s , es la velocidad de sedimentación, 2.39 cm/seg.

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, 1.0105×10^{-2} cm²/seg.

$$R_e = \left(\frac{2.39 \times 0.02}{1.105 \times 10^{-2}} \right)$$

$$R_e = 4.72$$

La norma menciona que sí, el número de Reynolds no cumple con la ley de Stokes ($Re < 0.5$), se realizará un reajuste al valor hallado V_s , considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición, mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación, según el gráfico a continuación:

Término velocidad de sedimentación:

$$\left[g \times \frac{(\rho_s - 1)}{\eta^2} \right]^{1/3} \times d$$

Donde:

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

g , es la gravedad, 981 cm/seg².

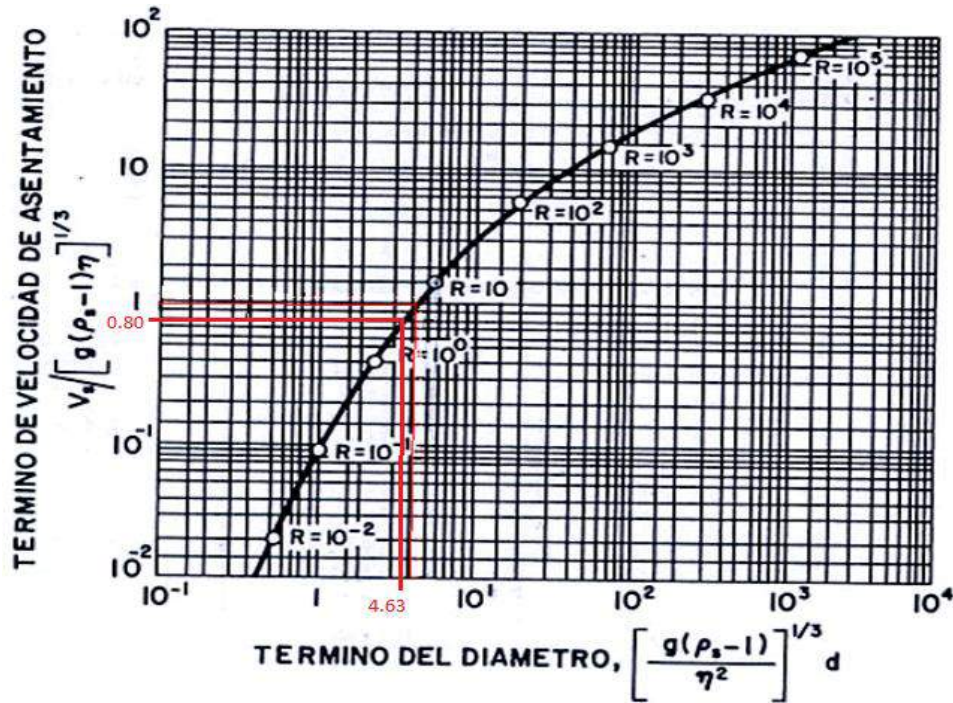
d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, $1.0105 \cdot 10^{-2}$ cm²/seg.

$$\left[981 \times \frac{(2.294 - 1)}{(1.105 \cdot 10^{-2})^2} \right]^{1/3} \times 0.02$$

4.63

Gráfico N° 15: Valores de Sedimentación



Término del diámetro de la partícula:

$$\frac{V_s}{[g \times (\rho_s - 1) \times \eta]^{1/3}} = 0.80$$

Donde:

V_s , velocidad de sedimentación reajustada.

ρ_s , es la densidad del suelo, 2.294 gr/cm³.

g , es la gravedad, 981 cm/seg².

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, $1.0105 \cdot 10^{-2}$ cm²/seg.

$$\frac{V_s}{[981 \times (2.294 - 1) \times 1.0105 \cdot 10^{-2}]^{1/3}} = 0.80$$

$$V_s = 1.87 \text{ cm/seg.}$$

Finalmente, la velocidad de sedimentación de las partículas es:

$$V_s = 0.0187 \text{ m/seg.}$$

Volvemos a comprobar el número de Reynolds:

$$R_e = \left(\frac{V_s \times d}{\eta} \right)$$

Donde:

V_s , es la velocidad de sedimentación, 1.87 cm/seg.

d , es el diámetro de las partículas, 0.02 cm.

η , es la viscosidad del agua a 20°, $1.0105 \cdot 10^{-2}$ cm²/seg.

$$R_e = \left(\frac{1.87 \times 0.02}{1.105 \cdot 10^{-2}} \right)$$

$$R_e = 3.71$$

El número de Reynolds, se encuentra en el régimen de transición, so quiere decir, que la fórmula usada para el cálculo de la velocidad de sedimentación es correcta.

3.2.1.2 DIMENSIONES DEL SEDIMENTADOR

Una vez calculado los parámetros dados por la NTP OS.090, procedemos a calcular el número las dimensiones que tendrá el sedimentador.

Área superficial del sedimentador (A_s) en m².

$$A_s = \left(\frac{Q}{V_s} \right)$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

V_s, es la velocidad de sedimentación, 0.0187 m.

$$As = \left(\frac{0.548}{0.0187} \right)$$

$$As = 29.26 \text{ m}^2.$$

Ancho del sedimentador (B) en m.

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: B = 3.00 m.

Longitud en la zona de sedimentación (L2) en m.

$$L2 = \left(\frac{As}{B} \right)$$

Donde:

As, es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

$$L2 = \left(\frac{29.26}{3.00} \right)$$

$$L2 = 9.80 \text{ m. (redondeo)}$$

Longitud de separación entre la entrada y la pantalla difusora (L1) en m.

Parámetros: 0.70 m < L1 < 1.00 m.

Por tanto, asumimos: L1 = 0.90 m.

Longitud total del sedimentador (LT) en m.

$$LT = L1 + L2$$

$$LT = 0.90 + 9.80$$

$$LT = 10.70 \text{ m.}$$

Comprobamos la siguiente relación:

$$3.00 < \frac{LT}{B} < 6.00$$

$$3.00 < \frac{10.70}{3.00} < 6.00$$

$$3.00 < 3.57 < 6.00 \text{ (CORRECTO)}$$

Altura del sedimentador (H) en m.

$$\text{Parámetros: } 1.50 \text{ m} < H < 2.50 \text{ m.}$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } H = 2.00 \text{ m.}$$

Comprobamos la siguiente relación:

$$3.00 < \frac{LT}{H} < 6.00$$

$$5.00 < \frac{10.70}{2.00} < 20.00$$

$$5.00 < 5.35 < 20.00 \text{ (CORRECTO)}$$

Velocidad Horizontal (VH) en cm/seg.

$$V_H = \frac{Q}{B \times H}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

$$V_H = \frac{0.548}{3.00 \times 2.00}$$

$$VH = 0.0913 \text{ m/seg}$$

$$VH = 9.13 \text{ cm/seg}$$

Periodo de retención (T_0) en min.

$$T_0 = \frac{A_s \times H}{Q}$$

Donde:

A_s , es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

H , es la altura del sedimentador, 2.00 m.

Q , es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

$$T_0 = \frac{29.26 \times 2.00}{0.548}$$

$$T_0 = 117.15 \text{ seg.}$$

$$T_0 = 1.95 \text{ min.}$$

3.2.1.3 ALTURA EN LA TOLVA DE LOS LODOS ($H_1 = H_{\text{máx.}}$)

Debemos tener en cuenta lo siguiente:

El fondo del sedimentador debe tener una determinada pendiente, para facilitar el deslizamiento de los sedimentos.

$$\text{Parámetros: } 5 \% < S < 10 \%$$

$$\text{Por tanto, asumimos: } S = 10 \%$$

Por tanto, aplicamos la fórmula siguiente:

$$H_1 = H_{\text{máx.}} = H + S \times L_2$$

Donde:

H , es la altura del sedimentador, 2.00 m.

S , es la pendiente del sedimentador, 10 %

L2, es la longitud en la zona de sedimentación, 9.80 m.

$$H1 = H_{max.} = 2.00 + 0.10 \times 9.80$$

$$H1 = H_{m\acute{a}x.} = 3.00 \text{ (redondeo)}$$

3.2.1.4 ALTURA DEL AGUA EN EL VERTEDERO DE SALIDA (H2 = H_{vs})

Es el nivel que tendrá el agua en el punto de salida del sedimentador, está dada por la siguiente fórmula:

$$H2 = H_{vs.} = \left[\frac{Q}{1.84 \times B} \right]^{2/3}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

$$H2 = H_{vs.} = \left[\frac{0.548}{1.84 \times 3.00} \right]^{2/3}$$

$$H2 = H_{vs} = 0.20 \text{ m. (redondeo)}$$

3.2.1.5 DISEÑO DE LA PANTALLA DIFUSORA

Velocidad de paso en cada orificio (V_o) en m/seg.

La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.

Parámetros: V_o < 0.15 m/seg.

Por tanto, asumimos: V_o = 0.10 m/seg.

Área total de los orificios (A_o) en m².

$$A_o = \frac{Q}{V_o}$$

Donde:

Q, es el caudal de diseño, 0.548 m³/seg.

V_o, es la velocidad de paso en cada orificio, 0.10 m/seg.

$$A_o = \frac{0.548}{0.10}$$

$$A_o = 5.48 \text{ m}^2.$$

Diámetro de cada orificio (d_o) en m.

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: d_o = 1" = 0.025 m.

Área de cada orificio (a_o) en m².

$$a_o = \pi \times \frac{d_o^2}{4}$$

Donde:

d_o, es el diámetro de cada orificio, 0.025 m.

$$a_o = \pi \times \frac{0.025^2}{4}$$

$$a_o = 0.00049 \text{ m}^2$$

Número de orificios (n), adimensional

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos: n = 377

Altura de la pantalla difusora con orificios (h) en m.

$$h = H - \frac{2}{5}H$$

Donde:

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

$$h = 2.00 - \frac{2}{5} \times (2.00)$$

$$h = 1.20 \text{ m.}$$

Cálculo de orificios en filas (nf) y columnas (nc).

Parámetros: No existe.

Por tanto, asumimos:

$$n_f = 13$$

$$n_c = 29$$

Espaciamiento en filas (aa) y columnas (ab), en m.

$$a_a = a_b = \frac{h}{n_f - 1}$$

Donde:

h, es la altura de la pantalla difusora con orificios, 1.20 m.

nf, es el número de orificios por filas, 13

$$a_a = a_b = \frac{1.20}{13 - 1}$$

$$a_a = a_b = 0.10 \text{ m.}$$

Espaciamiento lateral respecto a la pared (a1) en m.

$$a_1 = \frac{B - a_a \times (n_c - 1)}{2}$$

Donde:

B, es el ancho del sedimentador, 3.00 m.

aa, es el espaciamento de filas y columnas, 0.10 m.

nc, es el número de orificios por columnas, 29

$$a_1 = \frac{3.00 - 0.10 \times (29 - 1)}{2}$$

$$a_1 = 0.10 \text{ m.}$$

Tiempo de vaciado del sedimentador (T), en min.

$$T = \frac{60 * A_s * H^{1/2}}{4850 * A_{CL}}$$

$$A_{CL} = 0.20 \times 0.10$$

$$A_{CL} = 0.02 \text{ m}^2$$

Donde:

A_{CL} , es el área de la caja de lodos, 0.02 m².

H, es la altura del sedimentador, 2.00 m.

A_s , es el área superficial del sedimentador, 29.26 m².

$$T = \frac{60 \times 29.26 \times 2.00^{1/2}}{4850 \times 0.02}$$

$$T = 25.60 \text{ min.}$$

3.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SEDIMENTADOR

3.2.2.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DEL SEDIMENTADOR

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, compuesta por doble enmallado, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos del sedimentador.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.20 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \phi_e - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Acero corrugado ($\Phi 2$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - 1.27 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 14.10 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M11 y M22), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M11, son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M22 son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°91: Cálculo del Área de Acero en la Losa Maciza del Sedimentador.

Losa											
Momento	a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m	cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	-	0.85	0.38	1.6	5					3.56	Cumple
	+	1.30	0.59	2.5		5				6.33	Cumple
M22	-	0.80	0.36	1.5	5					3.56	Cumple
	+	1.55	0.70	3.0		5				6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de rejás, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°92: Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza del Sedimentador.

Losa: M11	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	Ø	3/8	"	@	20	cm
M22	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	Ø	3/8	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

3.2.2.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

g.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * b * d$$

$$A_{smín\ HZ} = 0.002 * 20 * 100$$

$$A_{smín\ HZ} = 4.00\ cm^2$$

h.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{\text{smín } v} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{\text{smín } v} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín } v} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

3.2.2.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V13 y V23), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

Donde:

V_u: Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

ϕ: Factor de reducción por cortante.

V_c: Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 14.10 * 100}{1000}$$

$$V_c = 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

d.) En la losa:

$$V_{13} = 2.70 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 2.10 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: “**Si Cumple**”, no requiere refuerzo.

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.70 \frac{Tn}{m} \leq 9.205 \frac{Tn}{m}$$

$$2.10 \frac{Tn}{m} \leq 9.205 \frac{Tn}{m}$$

3.2.2.2 DISEÑO DE MUROS DEL SEDIMENTADOR

Por tanto, el espesor de los muros será de 0.20 m, doble enmallado al igual que la losa maciza, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - rec - \phi_e - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Acero corrugado ($\Phi 2$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - 1.27 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 14.10 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión ($A_s r$) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado ($A_s p$) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como son los muros del sedimentador.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en los muros del sedimentador.

La resistencia a flexión ($A_s r$) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado ($A_s p$) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \phi * f'_c * 100}}$$

Tabla N°93: Cálculo del Área de Acero en los Muros del Sedimentador.

MUROS CORTOS												
Momento		a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	-	0.00	0.00	0.0		5					6.33	Cumple
	+	1.90	0.87	3.7		5					6.33	Cumple
M22	-	0.00	0.00	0.0		5					6.33	Cumple
	+	2.10	0.96	4.1		5					6.33	Cumple
MUROS LARGOS												
Momento		a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	-	0.75	0.34	1.4		5					6.33	Cumple
	+	2.10	0.96	4.1		5					6.33	Cumple
M22	-	1.50	0.68	2.9		5					6.33	Cumple
	+	2.55	1.18	5.0		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de los muros de la cámara de rejillas, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°94: Cálculo del Espaciamiento de los Muros del Sedimentador

MUROS CORTOS.:									
M11	Hor. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Hor. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
M22	Ver. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Ver. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
MUROS LARGOS									
M11	Hor. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Hor. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
M22	Ver. Top		1	Ø	1/2	"	@	20	cm
	Ver. Bottom		1	Ø	1/2	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

3.2.2.2.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

- i.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 20 * 100$$

$$\mathbf{A_{s\text{mín HZ}} = 4.00 \text{ cm}^2}$$

- j.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$\mathbf{A_{s\text{mín V}} = 3.00 \text{ cm}^2}$$

3.2.2.2.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

d.) En los muros:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 14.10 * 100}{1000}$$

$$V_c = 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 10.829 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{9.205 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.45 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.92 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 9.205 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

**ANEXO N°14: INFORME N°07: DISEÑO DE LA CÁMARA DE BOMBEO
Y CASETA DE BOMBEO**

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño hidráulico y estructural de la cámara de bombeo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar la mejor ubicación de las estructuras hidráulicas.

Realizar el predimensionamiento y diseño estructural de la caseta de bombas

Calcular la capacidad de las bombas centrífugas.

Calcular la altura de succión e impulsión.

II. DISEÑO DE CÁMARA DE BOMBEO

2.1 DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

2.1.1 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE BOMBEO

El tiempo de precipitación para nuestro análisis es de una hora (60 minutos), por lo cual, el inicio de bombeo del agua en la cámara se está considerando de dos horas (120 minutos), siempre estando de lado de la seguridad, ya que pudiera ser que no haya energía eléctrica, cuando se suscita intensidades de lluvia muy altas.

2.1.1.1 CAUDAL DE BOMBEO (Qb)

Entonces, si el tiempo de escurrimiento de las aguas es de 6.30 horas y el inicio de bombeo del agua en la cámara es después de dos horas, esto quiere decir que el tiempo mínimo de bombeo para evacuar el agua en la cámara será de 4.30 horas (258 minutos o 15480 segundos).

Por cálculo se tiene un volumen a evacuar de 392.437 m³ en un tiempo de 4.30 horas, por tanto, el caudal de bombeo quedará de la siguiente manera:

Tabla N°95: Caudal de Bombeo (Qb)

Vol, a Evacuar	392.437	m ³	
Tiempo Bombeo	15480	seg.	
	$Q_b = \frac{392.437 \text{ m}^3}{15480 \text{ seg}}$		
	Qb=	0.025	m ³ /seg

Fuente: Elaborada por el autor

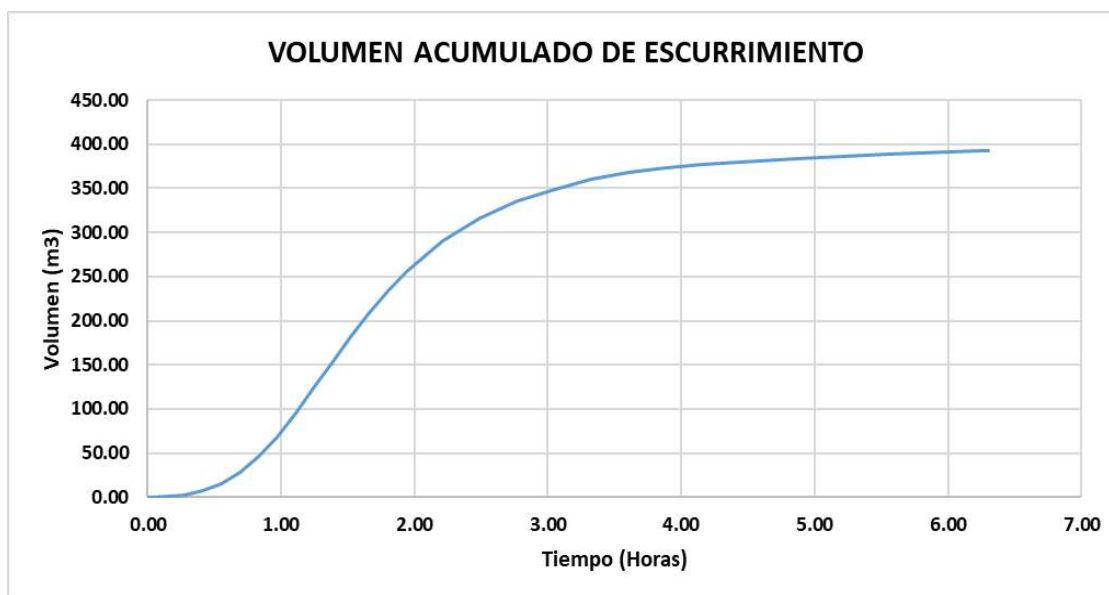
2.1.1.2 VOLUMEN ACUMULADO DE ESCURRIMIENTO

En la siguiente tabla N° 96, se muestra el cálculo del Volumen de entrada a la cámara de Bombeo en determinados periodos de tiempo.

Tabla N°96: Volumen de Entrada a la Cámara de Bombeo

t (horas)	Q (m3/s)	VolumenAcumulado (m3)
0.00	0.000	0.000
0.14	0.001	0.441
0.28	0.004	2.646
0.42	0.009	7.349
0.55	0.017	15.580
0.69	0.025	28.220
0.83	0.035	45.858
0.97	0.045	68.493
1.11	0.052	94.655
1.25	0.057	123.169
1.38	0.059	152.566
1.52	0.058	181.374
1.66	0.054	208.418
1.80	0.050	233.111
1.94	0.044	255.158
2.08	0.038	274.265
2.22	0.034	291.021
2.49	0.025	316.302
2.77	0.019	335.115
3.05	0.014	349.225
3.32	0.011	359.808
3.60	0.008	367.451
3.88	0.006	373.212
4.15	0.004	377.622
4.85	0.002	383.795
5.54	0.002	388.939
6.23	0.001	392.173
6.30	0.001	392.437

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°16: Tiempo vs Volumen de Entrada a la cámara de Bombeo

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.3 VOLUMEN A EVACUAR CON RELACIÓN AL TIEMPO

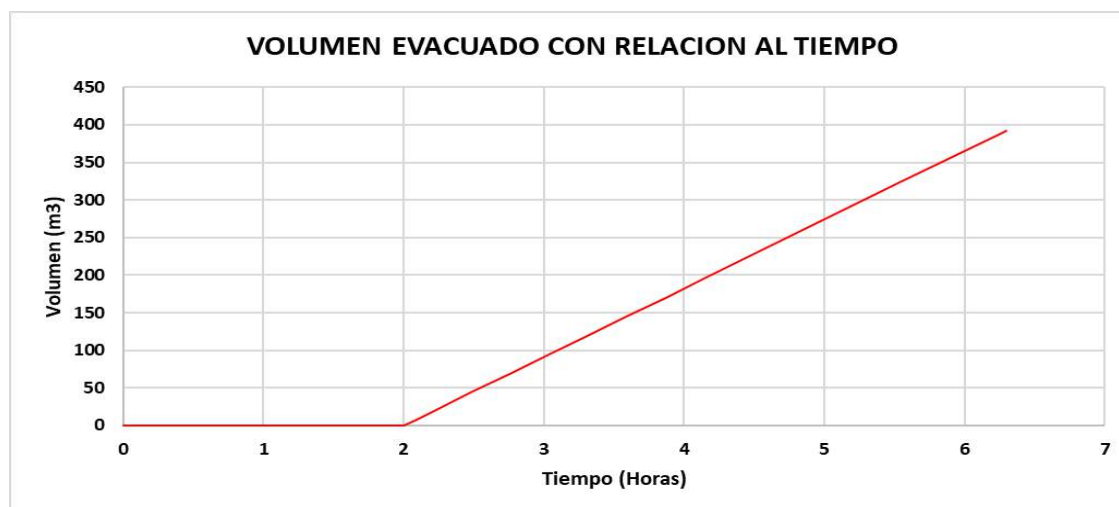
A continuación, se muestra en la tabla N° 97 la relación tiempo vs volumen evacuado (vol. salida), en base al caudal de bombeo (Q_b) calculado anteriormente.

Tabla N°97: Tiempo vs Volumen Evacuado

Tiempo (Horas)	Vol Evacuado Acumulado (m3)
0	0.000
1	0.000
2.0	0.000
2.08	7.036
2.22	19.674
2.49	44.950
2.77	70.225
3.05	95.500
3.32	120.776
3.60	146.051
3.88	171.327
4.15	196.602
4.85	259.790
5.54	322.979
6.23	386.167
6.30	392.437

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°17: Tiempo vs Volumen Evacuado



Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.4 VOLUMEN ACUMULADO EN LA CÁMARA DE BOMBEO

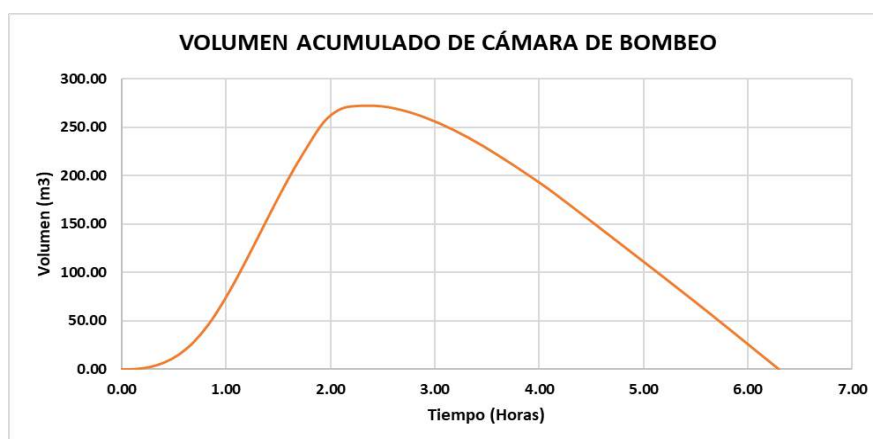
A continuación, en la tabla N° 98, se muestra los volúmenes acumulados con respecto al tiempo.

Tabla N°98: Volumen Acumulado en la Cámara de Bombeo

t (horas)	Volumen Acumulado en Cámara de Bombeo (m ³)
0.00	0.000
0.14	0.441
0.28	2.646
0.42	7.349
0.55	15.580
0.69	28.220
0.83	45.858
0.97	68.493
1.11	94.655
1.25	123.169
1.38	152.566
1.52	181.374
1.66	208.418
1.80	233.111
1.94	255.158
2.08	267.229
2.22	271.347
2.49	271.352
2.77	264.890
3.05	253.725
3.32	239.032
3.60	221.400
3.88	201.886
4.15	181.020
4.85	124.004
5.54	65.960
6.23	6.005
6.30	0.000

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°18: Variación de Volúmenes



Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.5 VARIACIÓN DE VOLUMENES

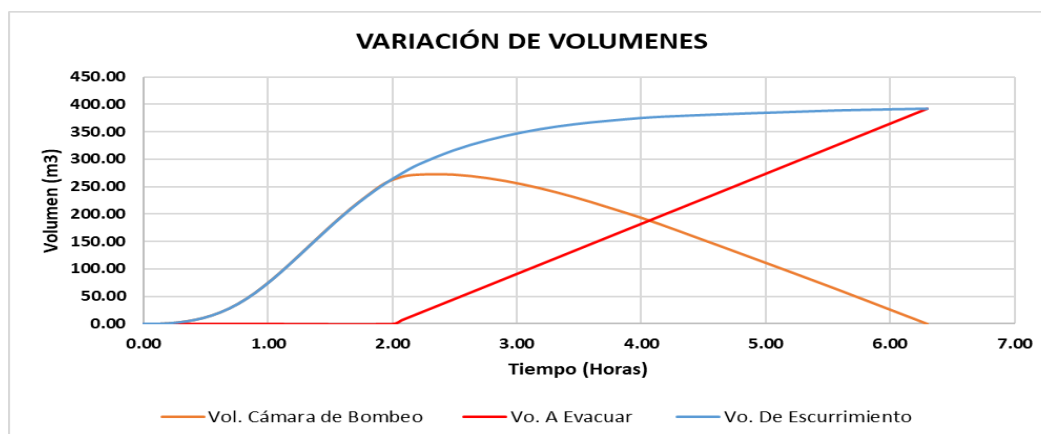
En la siguiente tabla, se muestra en resumen los volúmenes de entrada, salida y el volumen acumulado en la cámara de bombeo.

Tabla N°99: Variación de Volúmenes

t (horas)	Volumen de Entrada (m3)	Volumen de Salida (m3)	Volumen Acumulado en Camara de Bombeo (m3)
0.00	0.000	0	0.000
0.14	0.441	0	0.441
0.28	2.646	0	2.646
0.42	7.349	0	7.349
0.55	15.580	0	15.580
0.69	28.220	0	28.220
0.83	45.858	0	45.858
0.97	68.493	0	68.493
1.11	94.655	0	94.655
1.25	123.169	0	123.169
1.38	152.566	0	152.566
1.52	181.374	0	181.374
1.66	208.418	0	208.418
1.80	233.111	0	233.111
1.94	255.158	0	255.158
2.08	274.265	7.036	267.229
2.22	291.021	19.674	271.347
2.49	316.302	44.950	271.352
2.77	335.115	70.225	264.890
3.05	349.225	95.500	253.725
3.32	359.808	120.776	239.032
3.60	367.451	146.051	221.400
3.88	373.212	171.327	201.886
4.15	377.622	196.602	181.020
4.85	383.795	259.790	124.004
5.54	388.939	322.979	65.960
6.23	392.173	386.167	6.005
6.30	392.437	392.437	0.000

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°19: Variación de Volúmenes



Fuente: Elaborada por el autor

En tanto, el volumen útil de la cámara de Bombeo será de 353.19 m³.

2.1.1.6 CARGA DINÁMICA O ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

Viene a ser el incremento de la carga del flujo a través de la bomba. En otras palabras, es la suma de la carga de succión y la carga de impulsión.

$$H_b = H_s + H_i$$

Donde:

H_b: Altura dinámica o altura manométrica.

H_s: Carga de succión (m).

H_i: Carga de Impulsión (m).

2.1.1.6.1 CARGA DE SUCCIÓN (H_s)

Está dada por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la Cámara de Bombeo, sumado a ello la pérdida de carga que se genera.

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

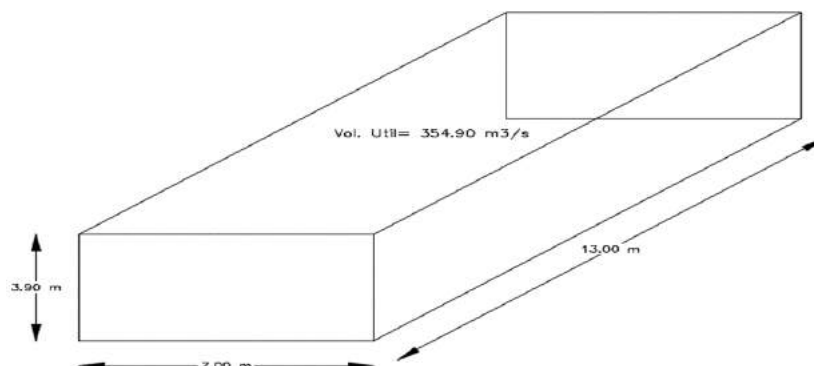
Donde:

h_s: Altura de succión (m).

Δh_s: Pérdida de carga generada en la succión (m).

Según los datos líneas arriba, se tiene un volumen útil de Cámara de Bombeo de 353.19 m³, para lo cual se considerará las siguientes dimensiones para la cámara:

Gráfico N°20: Medidas de la Cámara de Bombeo

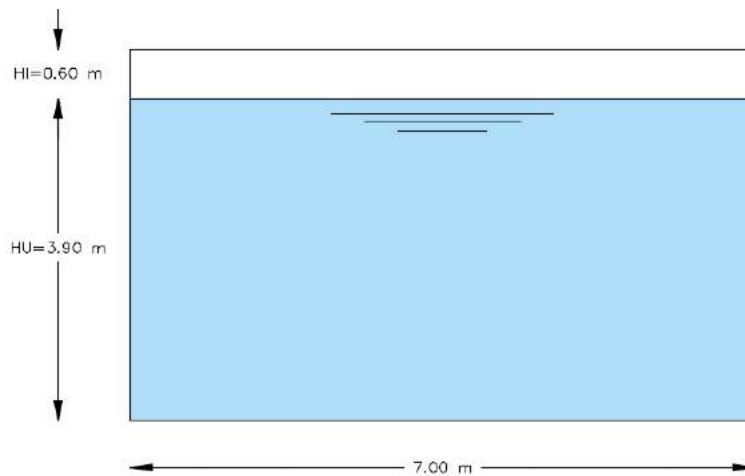


Fuente: Elaborada por el autor

Para considerar el volumen total de la cámara de bombeo, se debe tomar un HI (altura libre), la misma que está reglamentada y oscila entre 0.60m y 0.80m, para el caso específico de este proyecto, se ha tomado un valor de 0.60 m, el mismo que es suficiente para poder llegar al volumen total de la cámara de bombeo.

Entonces haciendo un corte, la dimensión en altura de la cámara de bombeo queda de la siguiente manera:

Gráfico N°21: Vista Frontal de la Cámara de Bombeo



Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.1.1 SUMERGENCIA MÍNIMA (ΔH)

Está dada por la diferencia de altura entre la cota mínima de la cámara de bombeo y la boca de entrada a la tubería, la misma que debe cumplir los parámetros siguientes:

c.) Para cumplir con los requerimientos hidráulicos, considerar la velocidad del flujo.

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g} + 0.20$$

$$V = \frac{4 * Q_b}{\pi * D^2}$$

Se procederá a calcular el diámetro de la tubería (D), a través de la siguiente fórmula, en la cual interviene el caudal de bombeo (Q_b) y el tiempo mínimo de bombeo (N).

Tabla N°100: Diámetro de la Tubería de Succión

Tiempo de Bombeo	N=	4.30	Horas
Caudal de Bombeo	Qb=	0.025	m3/seg
	$D (m) = 0.5873 * 4.30^{0.25} * \sqrt{0.025}$		
	D (m)=	0.1347	m
	D (pulg)=	5.301	Pulg
D comercial=	D (pulg)=	6	Pulg
	D (m)=	0.1524	m

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez calculado el diámetro de la tubería de succión (D), se calculará la velocidad de flujo de la siguiente manera:

Tabla N°101: Velocidad de Flujo en la Tubería

Cudal de Bombeo	Qb=	0.025	m3/seg
D comercial=	D (m)=	0.1524	m
	$V = \frac{4 * 0.025}{\pi * 0.1524^2}$		
	V (m/s)=	1.390	m/s

Fuente: Elaborada por el autor

Para cumplir con el requerimiento hidráulico, la sumergencia mínima (ΔH) será:

Tabla N°102: Sumergencia Mínima (ΔH)

	$\Delta H = \frac{1.390^2}{2 (9.81)} + 0.20$		
	$\Delta H (m) =$	0.2984	m
	$\Delta H (cm) =$	29.8442	cm
Long. redondeada	$\Delta H (cm) =$	30.00	cm

Fuente: Elaborada por el autor

- d.) Para impedir el ingreso de aire, considerando el diámetro de la tubería de succión (D), la sumergencia mínima (ΔH) será:

Tabla N°103: Sumergencia Mínima (ΔH)

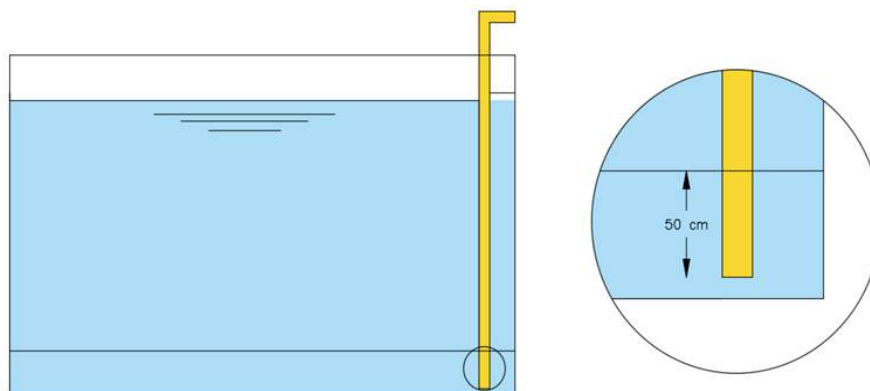
	$\Delta H = 2.5 (0.1524) + 0.10$		
	$\Delta H (m) =$	0.4810	m
	$\Delta H (m) =$	48.1000	cm
	$\Delta H (cm) =$	50.00	cm

Fuente: Elaborada por el autor

Por tanto, de los dos casos para hallar la sumergencia mínima (ΔH), se elige el que arroje mayor valor, por lo cual, se tiene:

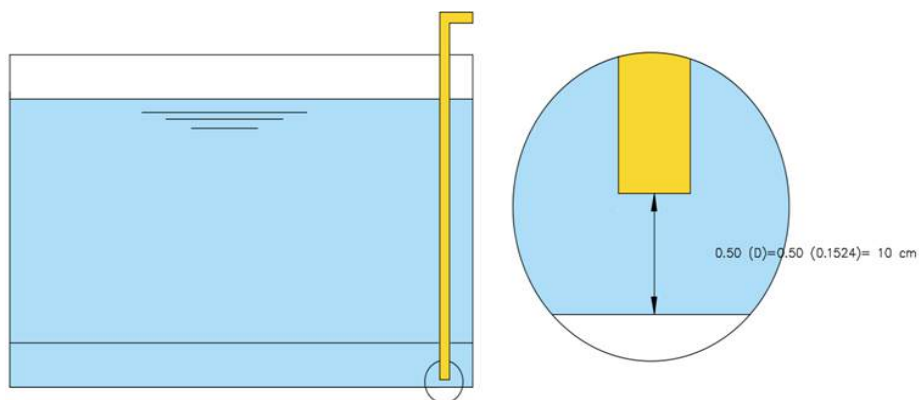
$\Delta H (cm) =$	50.00	cm
-------------------	-------	----

Gráfico N°22: Sumergencia mínima (ΔH)



Fuente: Elaborada por el autor

Para determinar la longitud de la tubería de succión, se calcula la diferencia de cotas entre el fondo de la cámara de bombeo y el inicio de la tubería de succión, con la finalidad de evitar alguna deficiencia en el funcionamiento de la bomba.

Gráfico N°23: Distancia del fondo de la Cámara de Bombeo a la entrada de Tubería de Succión

Fuente: Elaborada por el autor

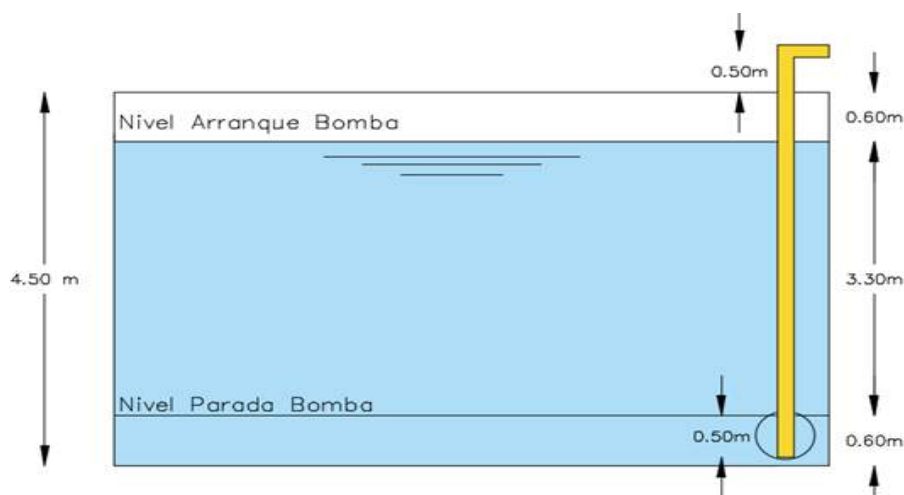
2.1.1.6.1.2 ALTURA DE SUCCIÓN (h_s)

Según los cálculos líneas arriba, se procederá a calcular la altura de la tubería de succión, la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°104: Altura de la Tubería de Succión (h_s)

Sumergencia mínima	ΔH (cm) =	0.50	m
Altura	H=	3.30	m
Altura Libre	Hl=	0.60	m
Altura Tubería a Bomba	H=	0.50	m
	h_s =	4.90	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°24: Longitud Total de la Tubería de Succión

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.1.3 PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN ($h_{f1} + h_{f2}$)

2.1.1.6.1.3.1 PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN SUCCIÓN (h_{f1})

Para calcular la pérdida de carga lineal en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f1} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes de Hazen Williams, los cuales están en base al material del que está compuesto la tubería a usar.

Cuadro N°17: Coeficientes de Hazen - Williams

Material	Coficiente Hazen - Williams
Asbesto - Cemento	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de Saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 - 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 - 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 - 90
Concreto, acabado liso.	130
Concreto, acabado común.	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 - 140
Aluminio	130

De acuerdo a la fórmula anterior y considerando el cuadro N° 15, se calcula la pérdida de carga lineal en succión (h_{f1}), quedando de la siguiente manera:

Tabla N°105: Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Succión (h_{f1})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Long. Tub. Succion	L=	10.30	m
D comercial=	D (m)=	0.1524	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.02535	m3/s
$h_{f1} = \frac{10.679}{140^{1.852}} * \frac{10.30}{0.1524^{4.87}} * 0.025^{1.852}$			
	hf1=	0.123	m

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.1.3.2 PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (h_{f2})

Para calcular la pérdida de carga por accesorios localizadas en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes “K” según los accesorios a utilizar.

Cuadro N°18: Coeficientes “K” para diferentes Accesorios

Accesorios	L/D	Diámetro nominal (en pulgadas)												
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2-3	4	6	8-10	12-16	18-24	
Válv.de compuerta(abierta)	8	0.22	0.2	0.18	0.18	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.1	0.1	
Válv.de globo(abierta)	340	9.2	8.5	7.8	7.5	7.1	6.5	6.1	5.8	5.1	4.8	4.4	4.1	
Válv.de retención horizontal(check)	100	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	
Válv.de retención horizontal oscilatoria(check)	50	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.75	0.7	0.65	0.6	
Válv.de pie de disco(de huso)con colador	420	11.3	10.5	9.7	9.3	8.8	8.0	7.6	7.1	6.3	5.9	5.5	5.0	
Válv.de pie de disco con bisagra	75	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	0.9	
Codos estándar	90°	30	0.81	0.75	0.69	0.66	0.63	0.57	0.54	0.51	0.45	0.42	0.39	0.36
	45°	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	90° radio largo	16	0.43	0.4	0.37	0.35	0.34	0.3	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	180°	50	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05	0.95	0.9	0.85	0.75	0.7	0.65	0.6
Curvas de 90°	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada)	20	0.54	0.5	0.46	0.44	0.42	0.38	0.36	0.34	0.3	0.28	0.26	0.24	
T en línea (con circulación por derivación)	60	1.62	1.5	1.38	1.32	1.26	1.14	1.08	1.02	0.9	0.84	0.78	0.72	

Fuente: Cameron Hydraulic data

Los accesorios que se utilizan para este proyecto son:

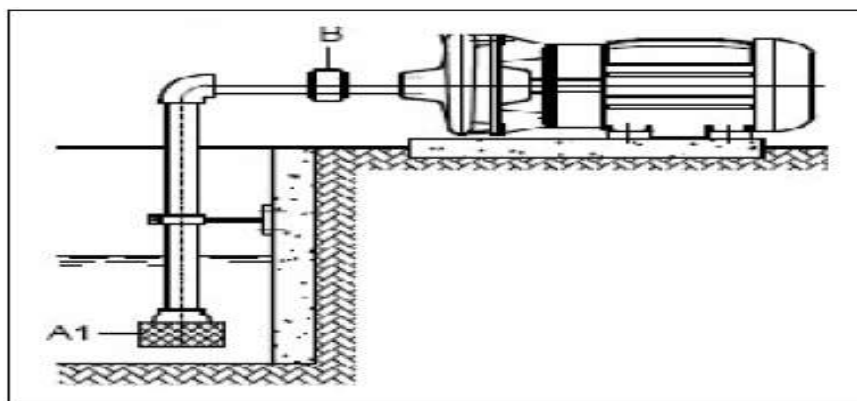


Tabla N°106: Accesorios a utilizar en la Tubería de Succión

Descripción	# Unidades	K	N * K
A1 - Valvula de Pie	1	6.30	6.30
B - Union universal 6"	1	5.00	5.00
Valvula Tipo Globo 6"	1	5.10	5.10
Codo 90 de 6"	2	0.45	0.90
Tee de 6"	1	0.90	0.90
		Total (K)=	18.20

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°107: Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Succión (h_{f2})

Vel. Media	V=	1.390	m/s
Coef. Perdida	K=	18.20	Adimensional
Aceleracion Gravedad	g=	9.81	m/s ²
		$h_{f2} = 16.85 * \frac{1.390^2}{2 (9.81)}$	
		hf2=	m
		1.792	

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez obtenidas la altura de succión (h_s) y a su vez las pérdidas de carga lineal y por accesorios (Δh_s), se procederá a calcular la pérdida de carga total por succión (H_s), la cual quedará de la siguiente manera:

$$H_s = h_s + \Delta h_s$$

Tabla N°108: Pérdida de Carga de Succión (H_s)

Altura Succion	hs=	4.90	m
Pérdida de Carga Lineal	hf1=	0.123	
Pérdida de Carga Singular	hf2=	1.792	
Perdida Carga Succion	Δh_s =	1.915	m
$H_s = 4.90 + (0.123 + 1.792)$			
	Hs=	6.815	m
	Hs=	6.90	m

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.2 CARGA DE IMPULSIÓN

Está dada por la diferencia de altura entre el eje de la bomba y el punto donde serán evacuadas las aguas de lluvia, sumado a ello la pérdida de carga que se genera.

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

Donde:

h_i : Altura de impulsión (m).

Δh_i : Pérdida de carga generada en la tubería de impulsión (m).

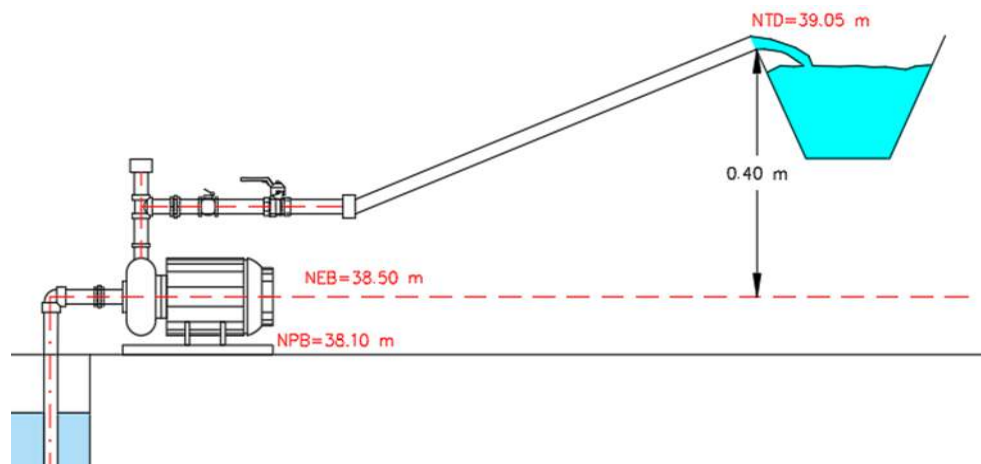
2.1.1.6.2.1 ALTURA DE IMPULSIÓN (h_i)

Según los cálculos líneas arriba, se procederá a calcular la altura de la tubería de impulsión, la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°109: Altura de la Tubería de Impulsión (h_i)

Cota al eje de bomba	NEB=	38.50	m
Cota del punto de evacuación	NTD=	39.05	m
Diámetro de tubería	D_i =	0.1524	m
Altura Impulsion	h_i =	0.40	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°25: Altura de Impulsión (hi)

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.2.2 PÉRDIDAS DE CARGAS POR SUCCIÓN ($h_{f1} + h_{f2}$)

2.1.1.6.2.2.1 PÉRDIDA DE CARGA LINEAL EN IMPULSIÓN ($h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$)

Para calcular la pérdida de carga lineal en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$$

A continuación, se muestra un cuadro con los coeficientes de Hazen Williams, los cuales están en base al material del que está compuesto la tubería a usar.

Cuadro N°19: Coeficientes de Hazen - Williams

Material	Coefficiente Hazen - Williams
Asbesto - Cemento	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de Saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 - 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 - 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 - 90
Concreto, acabado liso.	130
Concreto, acabado común.	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 - 140
Aluminio	130

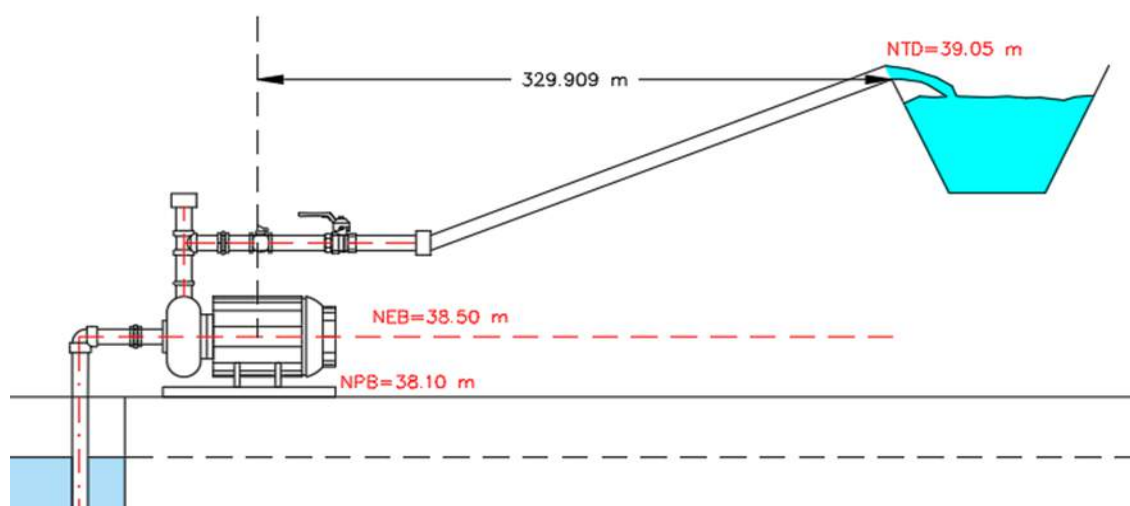
De acuerdo a las fórmulas siguientes y considerando el cuadro N° 19, se calcula la pérdida de carga lineal en succión (h_{f1}), quedando de la siguiente manera:

Tabla N°110: Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{fA})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Long. Tub. Impulsion	L=	329.909	m
D comercial=	D (m)=	0.1524	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.025	m ³ /s
$h_{fA} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$			
	hfA=	3.939	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°26: Longitud Total de la Tubería de Impulsión

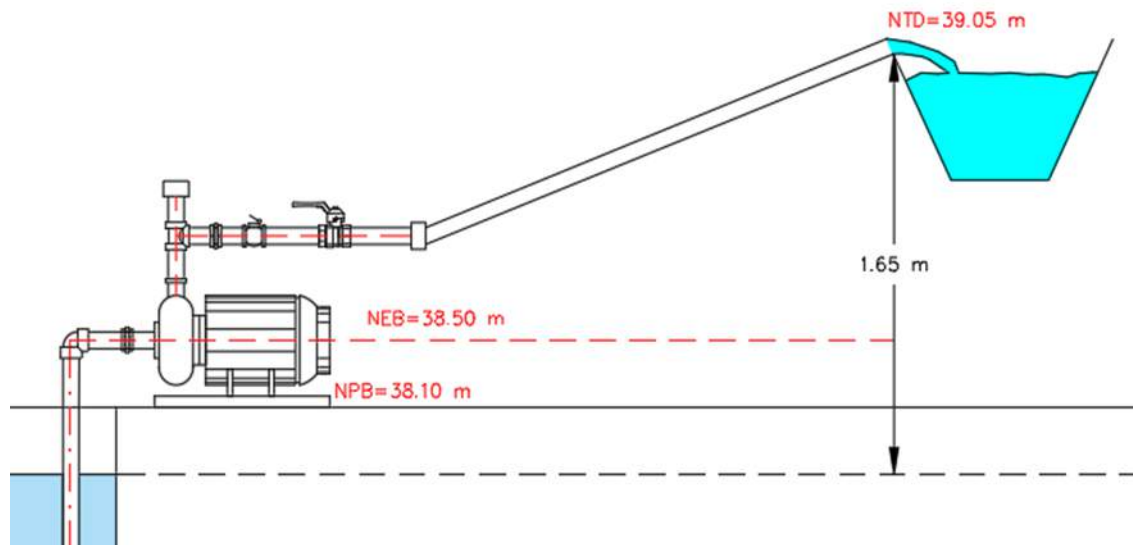


Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°111: Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{fB})

Coef. Hazen Williams	C=	140	Adimensional
Desnivel (Pozo y el Dren)	L=	1.65	m
D comercial=	D (m)=	0.1524	m
Caudal Bombeo	Qb=	0.02535	m ³ /s
$h_{fB} = \frac{10.679}{C^{1.852}} * \frac{L}{D^{4.87}} * Q^{1.852}$			
	hfB=	0.020	m

Fuente: Elaborada por el autor

Gráfico N°27: Altura entre el Nivel Máximo de la Cámara y el Nivel de Evacuación final

Fuente: Elaborada por el autor

Según los cálculos líneas arriba, se calcula la pérdida de carga lineal en la tubería de impulsión (h_{f1}), la cual queda de la siguiente manera:

Tabla N°112: Pérdida de Carga Lineal en la Tubería de Impulsión (h_{f1})

hfA=	3.939	
hfB=	0.020	
$h_{f1} = h_{fA} + h_{fB}$		
hf1=	3.959	m

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.6.2.2.2 PÉRDIDA DE CARGA SINGULAR (ACCESORIOS) EN SUCCIÓN (h_{f2})

Para calcular la pérdida de carga por accesorios localizadas en la tubería de succión, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$$

Los accesorios que se utilizan para este proyecto son:

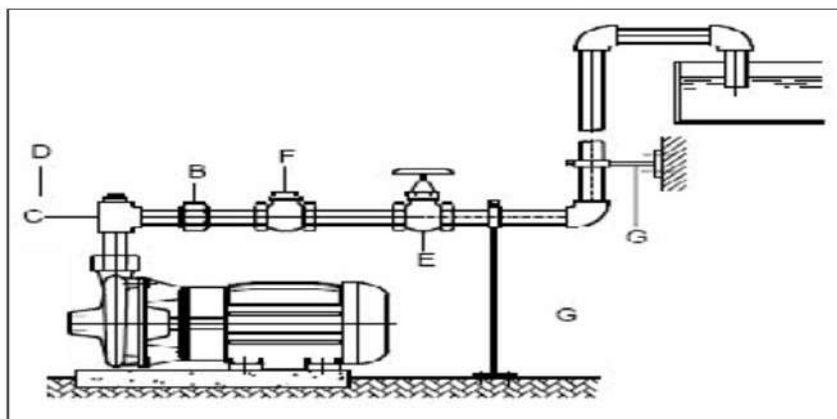


Tabla N°113: Accesorios a utilizar en la Tubería de Impulsión

Descripcion	# Unidades	K	N * K
C - Tee de 6"	2	0.90	1.80
D - Tapon de Cebado	1	2.10	2.10
B - Union universal	1	3.40	3.40
F - Valvula Check	1	1.50	1.50
E - Valvula de Compuerta	1	0.12	0.12
Codo 90 de 6"	2	0.45	0.90
		Total (K)=	9.82

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°114: Pérdida de Carga por Accesorios en la Tubería de Impulsión (h_{f2})

Vel. Media	V=	1.390	m/s
Coef. Perdida	K=	9.82	Adimensional
Aceleracion Gravedad	g=	9.81	m/s ²
$h_{f2} = K * \frac{V^2}{2g}$			
	hf2=	0.967	m

Fuente: Elaborada por el autor

Una vez obtenidas la altura de impulsión (h_i) y a su vez las pérdidas de carga lineal y por accesorios (Δh_i), se procederá a calcular la pérdida de carga total por succión (H_i), la cual quedará de la siguiente manera:

$$H_i = h_i + \Delta h_i$$

Tabla N°115: Pérdida de Carga de Impulsión (H_i)

Altura Impulsion	hi=	0.40	m
Pérdida de Carga Lineal	hf1=	3.959	m
Pérdida de Carga Singular	hf2=	0.967	m
Perdida Carga Impulsion	Δh_i =	4.93	m
$H_i = h_i + \Delta h_i$			
	Hi=	5.32	m
	Hi=	5.40	m

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°116: Altura Dinámica o Altura Manométrica Total (H_b)

$H_b = H_s + H_i$			
Carga de Tub. Succion	Hs	6.90	m
Carga de Tub. Impulsion	Hi	5.40	m
$H_b = 6.90 + 5.40$			
	Hb=	12.30	m

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.1.7 EQUIPO DE BOMBEO

2.1.1.7.1 POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

El cálculo del equipo de bombeo se realizará con la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b * H_b}{75 * n_b}$$

Reemplazando los datos calculados anteriormente y se obtiene:

Tabla N°117: Potencia del Equipo de Bombeo (P_b)

Caudal de Bombeo	Qb=	25.35	lt/s
Altura Manometrica Total	Hb=	12.30	m
Eficiencia de la Bomba	nb=	60	%
	$P_b = \frac{Q_b * H_b}{75 * n_b}$		
	Pb=	6.93	HP
Bomba Comercial	Pb=	10.00	HP

Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede observar en la tabla N° 77, se requerirá de una bomba con una potencia de 10 HP (caballos de fuerza), para poder bombear el agua de lluvia desde la cámara de bombeo hacia el destino final.

2.1.1.7.2 NÚMERO DE UNIDADES DE BOMBEO

Un criterio de seguridad que el proyectista debe adoptar es el referido a la “capacidad de reserva”. Esto es, la cantidad de equipos en reserva que la EB debe poseer, a fin de garantizar que ante la salida intempestiva o programada de un equipo haya otro en condiciones de poder sustituirlo.

Cuadro N°20: Número de Equipos de Reserva según el número de Bombas a utilizar

N° Máq. Operables (n)	N° Eq. Reserva (Nr)
1 a 5	1
6 a 12	2
12 a 25	3
más de 25	Consultar c/fabr

Fuente: Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Según el criterio de seguridad mencionado líneas arriba y en base al cuadro N° 18, se considerará una bomba de reserva, por lo cual, el presente proyecto contará con dos bombas de 10 HP cada una.

2.1.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE BOMBEO

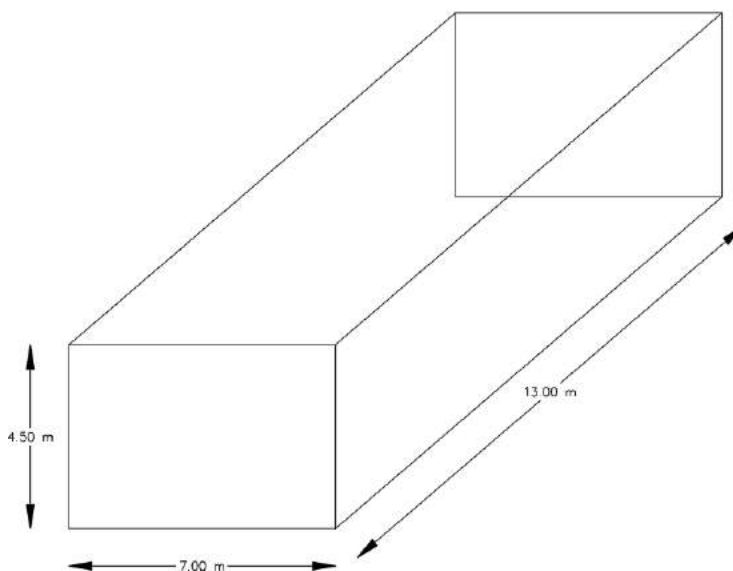
El diseño estructural de la cámara de bombeo para el presente proyecto denominado “DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”, se analizará por el programa SAP 2000, en el cual se ha simulado la cámara de bombeo teniendo en cuenta las propiedades del suelo donde se va a asentar, las propiedades de los materiales a usarse y también las cargas que actúan en la misma.

El área del terreno que se utilizará para la implementación de la cámara de bombeo será de 4000 m², el cual estará provisto de un cerco perimétrico, vías de acceso, cámara de bombeo, y caseta de bombeo.

2.1.2.1 GEOMETRÍA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

Según el cálculo hidráulico, las dimensiones requeridas para la cámara de bombeo son como se muestran en el gráfico siguiente:

Gráfico N°28: Geometría de la Cámara de Bombeo



Fuente: Elaborada por el autor

Una vez conocidas las medidas de la cámara de bombeo, se verificará que cumpla las relaciones siguientes:

Relación: Largo vs Altura, debe estar comprendida entre $(1 < \frac{L}{Al} < 3)$.

$$(1 < \frac{13}{4.5} < 3)$$

$$(1 < 2.89 < 3) \quad \text{“Si Cumple”}$$

Relación: Ancho vs Altura, debe estar comprendida entre $(0.5 < \frac{An}{Al} < 3)$.

$$(1 < \frac{7}{4.5} < 3)$$

$$(0.5 < 1.56 < 3) \quad \text{“Si Cumple”}$$

Por tanto, las dimensiones estipuladas en la cámara de bombeo, si cumplen las dos relaciones.

2.1.2.2 GENERALIDADES DE LA CÁMARA DE BOMBEO

2.1.2.2.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las propiedades del concreto a usarse son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$):	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (E_c):	217370.65 kg/cm ²
Módulo de Poison (μ):	0.25 Adimensional
Peso específico del Concreto Armado:	2400 kg/cm ³
Peso específico del Concreto Simple:	2300 kg/cm ³

Las propiedades del acero corrugado (ASTM 615) a usarse son:

Resistencia a la fluencia (f_y):	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (E_s):	21000000 kg/cm ²

2.1.2.2.2 CARGAS ASIGNADAS

Las cargas son asignadas de acuerdo a la norma E0.20 del Reglamento Nacional de edificaciones así tenemos:

Carga Muerta (DEAD):

Peso propio de los elementos.

Peso de los acabados: 100 kg/m²

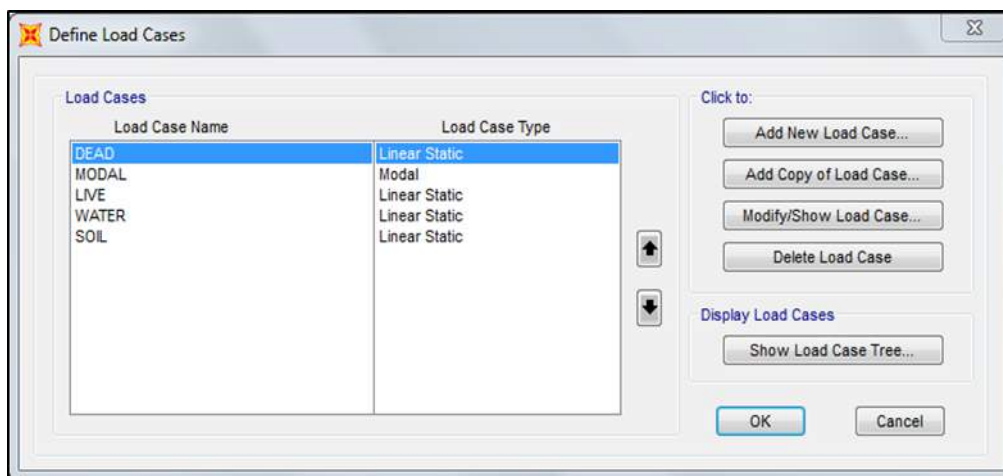
Carga Viva (LIVE):

Live: 200 kg/m²

Empujes Laterales:

Soil: Empuje del terreno.

Water: Empuje del agua.

Cuadro N°21: Cargas asignadas a los Muros y Losa de la Cámara de Bombeo

Fuente: Programa SAP 2000.

2.1.2.2.3 COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de cargas para el diseño de elementos estructurales se utilizaron de acuerdo a NTE (E.060) y a los casos de cargas aplicados:

Combinación N° 1: $U1 = 1.4Dead + 1.7Live + 1.7Soil$

Combinación N° 2: $U2 = 1.4Dead + 1.7Live + 1.7Soil + 1.7Water$

Combinación N° 3: $U3 = 1.25Dead + 1.25Live + 1.7Soil$

Combinación N° 4: $U4 = 1.25Dead + 1.25Live + 1.7Soil + 1.7Water$

Combinación N° 5: $U5 = 0.9Dead + 1.7Soil$

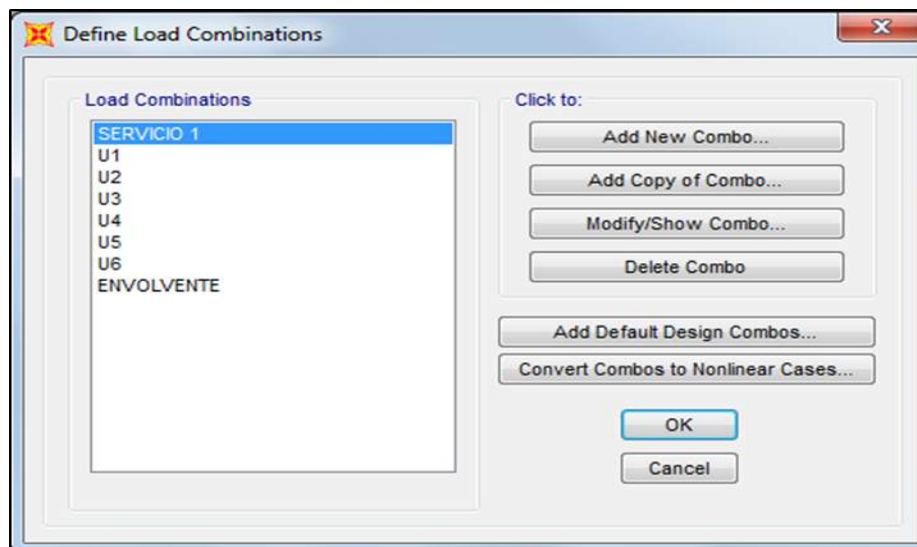
Combinación N° 6: $U6 = 0.9Dead + 1.7Soil + 1.7Water$

Combinación N° 7: $Envolvente = U1 + U2 + U3 + \dots + U6$

Para el caso de comprobaciones de deflexiones y cimentaciones, se utilizan combinaciones de servicio:

Combinación N° 8: Servicio 1 = Dead + Live

Cuadro N°22: Definición de Combinaciones y Envolvente



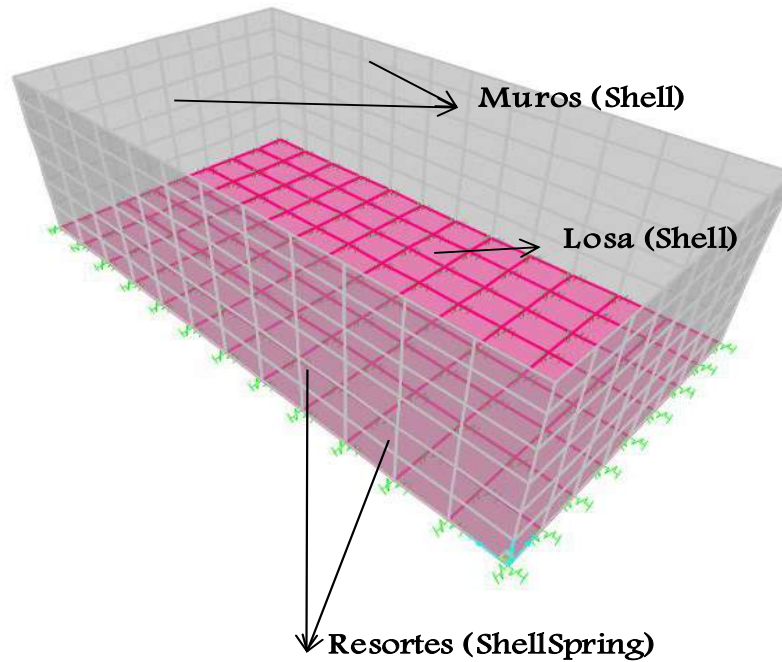
Fuente: Programa SAP 2000.

2.1.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

La estructura es una cámara de bombeo rectangular conformada por muros de concreto armado, los cuales son diseñados como muros de contención.

Por tanto, se usaron elementos shell para los muros de contención y la losa de fondo de la cámara de bombeo. Se aplicaron las cargas de empuje lateral mediante la asignación de un patrón de puntos (join patterns) que varían respecto a la altura.

Para la losa de fondo, se asignó shell spring (resortes) para la simulación del suelo de apoyo de la cámara de bombeo.

Gráfico N°29: Estructuración de la Cámara de Bombeo

Fuente: Programa SAP 2000.

2.1.2.4 CÁLCULO DE LAS PRESIONES DE SUELO

Se calcula la presión activa del suelo a través de las siguientes fórmulas:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

Los datos a utilizar serán tomados de la calicata N° 2, que es la más cercana al terreno donde se ubicará la cámara de diseño, siendo los valores los que se muestran a continuación:

Ángulo de cohesión (ϕ):	24.40 °
Peso volumétrico húmedo (γ):	1.433 Tn/m ³
Altura de la Cámara (H):	4.40 m

Reemplazando las fórmulas anteriores se tiene:

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

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{24.40}{2}\right)$$

$$K_a = 0.644$$

La presión activa es de:

$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

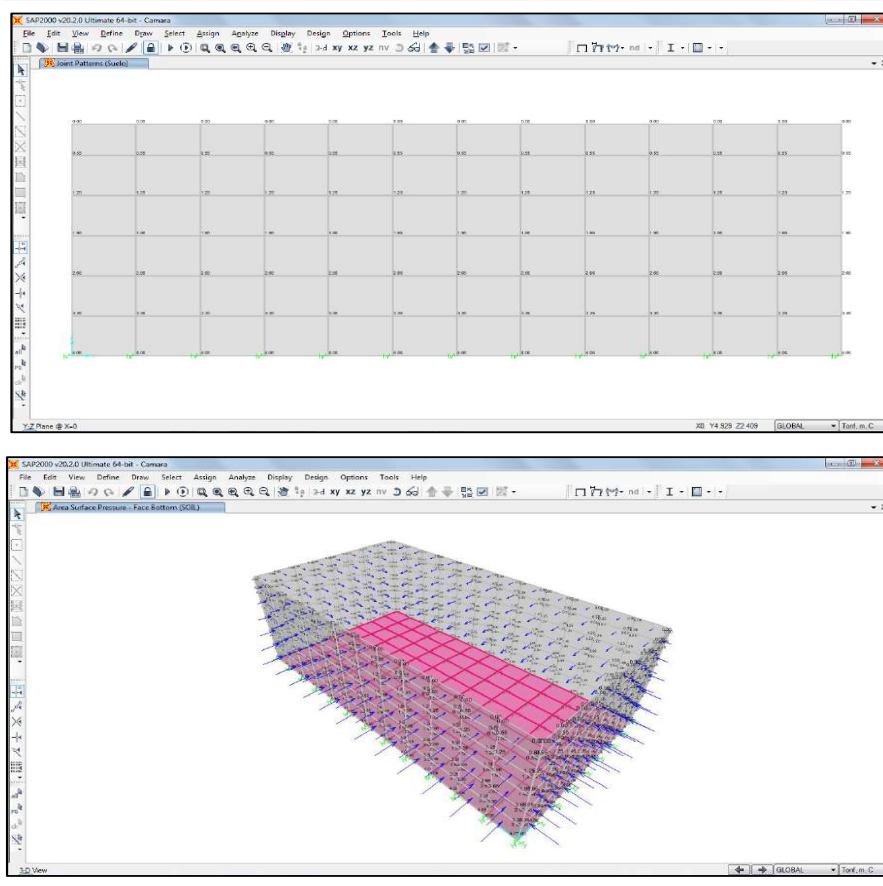
$$P_a = \frac{1}{2} * 0.644 * 1.433 * 4.40^2$$

$$P_a = 8.94 \text{ Tn/m}^2$$

2.1.2.5 INSERCIÓN DE PRESIONES DEL SUELO Y AGUA EN SAP 2000

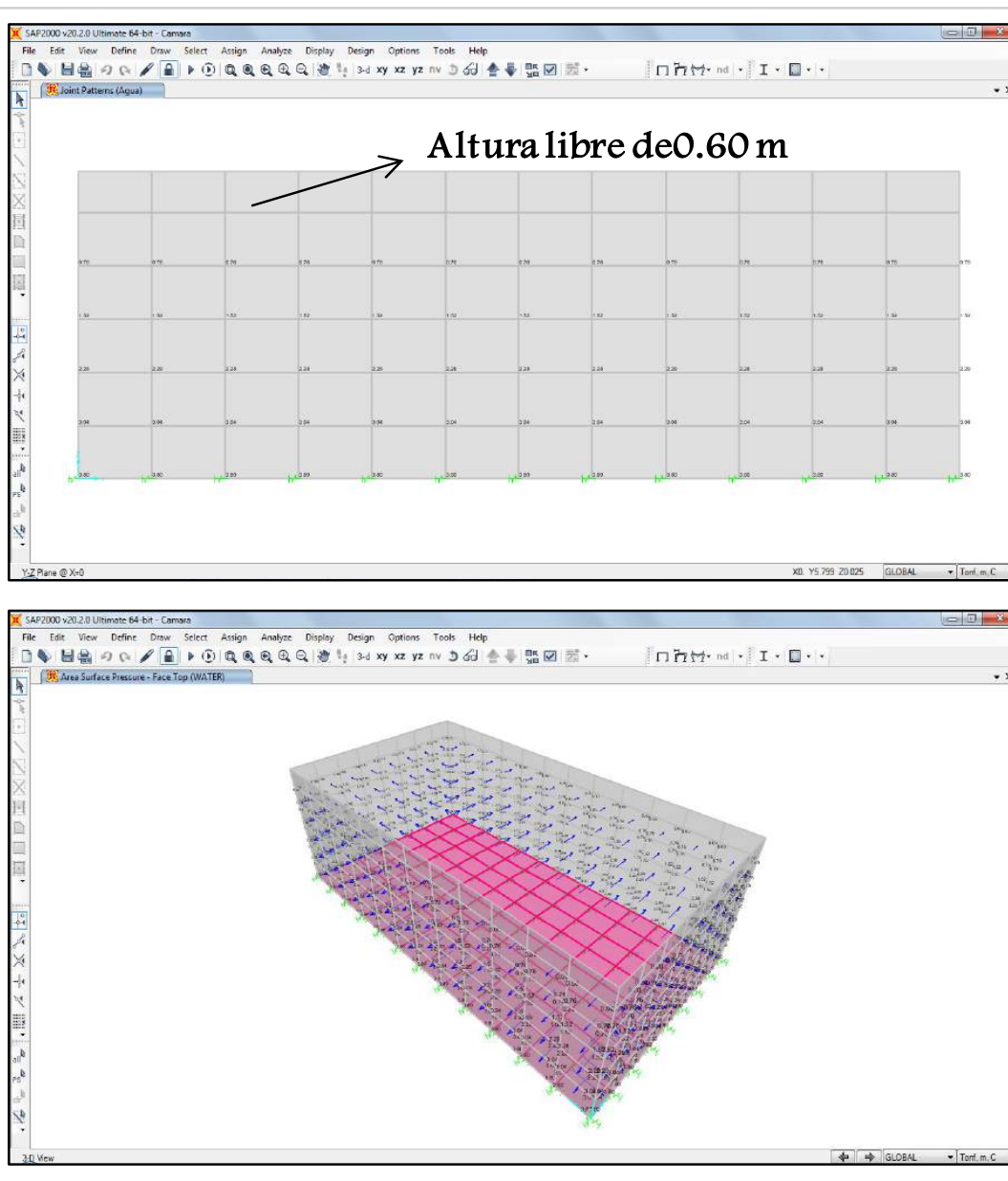
Se crea el patrón de puntos (join patterns) y se les asigna a los muros de la cámara de bombeo.

Gráfico N°30: Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Suelo)



Fuente: Programa SAP 2000.

Gráfico N°31: Asignación de Join Patterns y Surface Pressure (Agua)



Fuente: Programa SAP 2000.

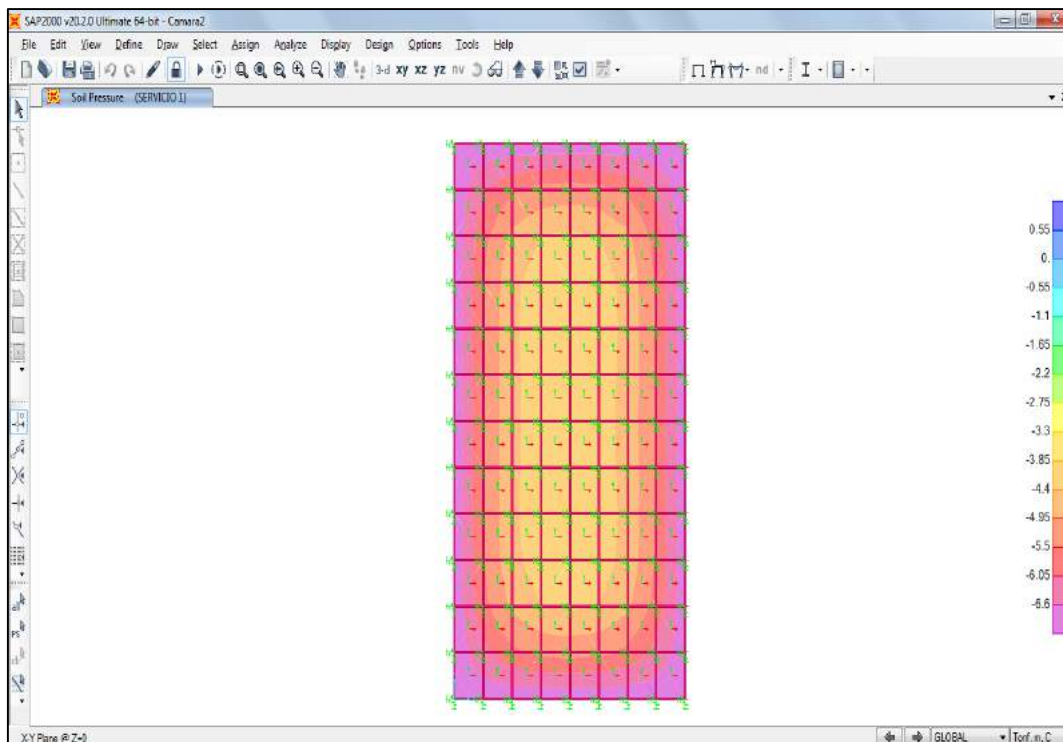
2.1.2.6 VERIFICACIÓN DE PRESIÓN DEL SUELO

La presión del suelo correspondiente a la calicata N° 2, que es la más cercana al terreno de la cámara de bombeo, es de 0.87 kg/cm².

A través del programa SAP 2000, se hace la verificación correspondiente, dando como resultado que la presión máxima del suelo es de 0.70 kg/cm².

Por tanto, la presión obtenida del programa SAP 2000 es menor a la presión obtenida a través de los estudios de mecánica de suelo (EMS), eso quiere decir que es correcto.

Gráfico N°32: Presión Máxima del Suelo



Fuente: Programa SAP 2000.

2.1.2.7 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE LA CÁMARA DE BOMBEO

2.1.2.7.1 DISEÑO DE LOSA MACIZA DE LA CÁMARA DE BOMBEO

De acuerdo al análisis realizado en el programa SAP 2000, la losa será de tipo maciza en dos direcciones, ya que, las presiones del suelo actúan en ambos sentidos de la cámara de bombeo.

Por tanto, el espesor de la losa maciza será de 0.20 m en dos direcciones, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado ($\Phi 1$): 1.27 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 20 - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 15.365 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión ($f'c$): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\Phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |M_u|}{0.85 * \Phi * f'c * 100}}$$

Los momentos últimos (M_{11} y M_{22}), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con los momentos se calcula el área de acero que se requiere en los elementos estructurales como es la losa maciza.

Los momentos M_{11} , son para el cálculo del acero horizontal, y los momentos M_{22} son para el cálculo del acero vertical en la losa maciza.

Tabla N°118: Cálculo del Área de Acero en la Losa de la Cámara de Bombeo

Losa												
Momento		a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.	
Tn * m		cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2		
M11	-	0.55	0.22	1.0	5						3.56	Cumple
	+	2.7	1.14	4.8		5					6.33	Cumple
M22	-	0.90	0.37	1.6	5						3.56	Cumple
	+	2.7	1.14	4.8		5					6.33	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Los aceros de la losa de fondo de la cámara de bombeo, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°119: Cálculo del Espaciamiento de la Losa Maciza de la Cámara de Bombeo

Losa: M11	Inferior :		1	\emptyset	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm
M22	Inferior :		1	\emptyset	1/2	"	@	20	cm
	Superior:		1	\emptyset	3/8	"	@	20	cm

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.2.7.1.1 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (As mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

e.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{\text{smín HZ}} = 0.002 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín HZ}} = \mathbf{4.00 \text{ cm}^2}$$

f.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{\text{smín V}} = 0.0015 * 20 * 100$$

$$A_{\text{smín V}} = \mathbf{3.00 \text{ cm}^2}$$

2.1.2.7.1.2 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

Las cortantes últimas (V13 y V23), se obtienen del análisis hecho en el programa SAP 2000, con las cortantes últimas se verificará si los aceros calculados con los momentos últimos requieren de estribos, en la losa maciza.

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

Donde:

V_u: Cortante última, se obtiene del análisis de la estructura en el programa SAP 2000.

ϕ: Factor de reducción por cortante.

V_c: Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 15.365 * 100}{1000}$$

$$V_c = 11.801 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 11.801 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{10.03 \text{ Tn/m}}$$

e.) En la losa:

$$V_{13} = 2.90 \text{ Tn/m}$$

$$V_{23} = 2.50 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{10.03 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

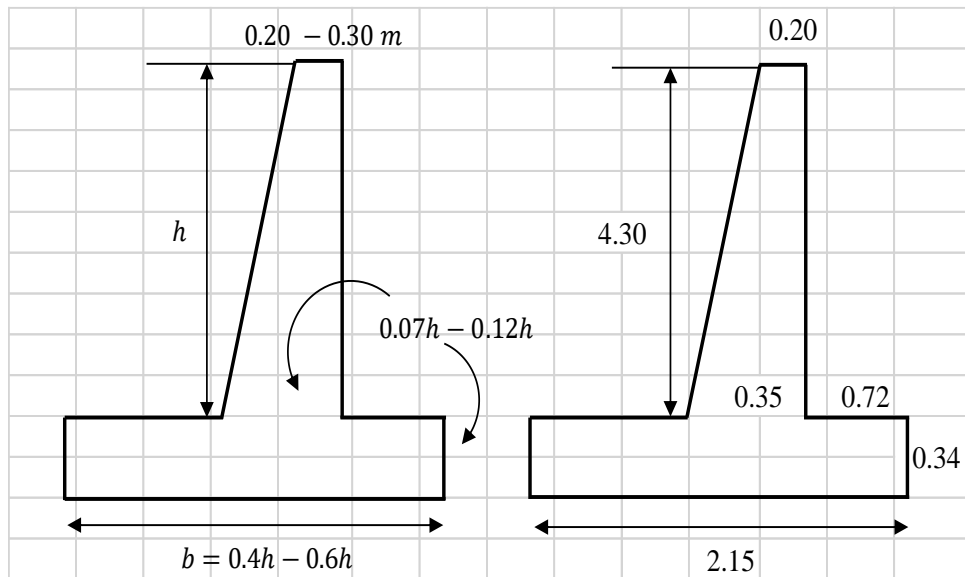
$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$2.90 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 10.03 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

$$2.50 \frac{T_n}{m} \leq 10.03 \frac{T_n}{m}$$

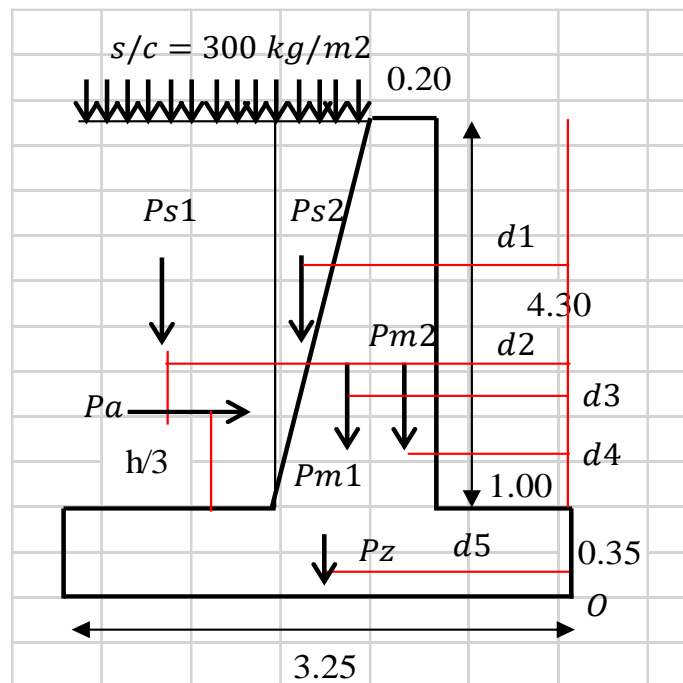
2.1.2.7.2 DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE LA CÁMARA DE BOMBEO

Se realiza un predimensionamiento de los muros de contención, las medidas son:



2.1.2.7.1.1 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN AL VUELCO

En la siguiente figura, se muestra las cargas actuantes en el muro de contención.



Se procederá a calcular las fuerzas que actúan en el muro:

$$\begin{aligned}
 P_{s1} &= 13.5 \text{ Tn} \\
 P_{s2} &= 0.46 \text{ Tn} \\
 P_{m2} &= 2.06 \text{ Tn} \\
 P_{m1} &= 0.77 \text{ Tn} \\
 P_z &= 2.73 \text{ Tn} \\
 S/C &= 0.30 \text{ Tn/m}
 \end{aligned}$$

Así mismo, se calcula los brazos de palanca para cada una de las fuerzas actuantes:

$$\begin{aligned}
 d1 &= 1.3 \text{ m} \\
 d2 &= 2.8 \text{ m} \\
 d3 &= 1.25 \text{ m} \\
 d4 &= 1.10 \text{ m} \\
 d5 &= 1.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Una vez que obtenemos las fuerzas y los brazos de palanca, se calcula el momento actuante (M_a) producido por la presión actuante del suelo a $1/3 H$.

$$\begin{aligned}
 M_a &= P_a * \left(\frac{1}{3} * H + hm \right) \\
 M_a &= 8.54 * \left(\frac{1}{3} * 4.30 + 0.35 \right) \\
 M_a &= 15.22 \text{ Tn} * \text{m}
 \end{aligned}$$

Así mismo se calcula un momento resultante (M_r) producido por todas las fuerzas que actúan en el muro de contención.

$$\begin{aligned}
 M_r &= \sum P * d \\
 M_r &= 45.90 \text{ Tn} * \text{m}
 \end{aligned}$$

Finalmente verificamos si el muro de contención con las dimensiones calculadas, cumple o no por vuelco.

$$F_s = \frac{Mr}{Ma}$$

$$F_s = \frac{45.90 \text{ Tn} * m}{15.20 \text{ Tn} * m}$$

$$F_s = 3.02$$

Como se puede observar el factor de seguridad es de 3.02, y el factor de seguridad por norma es 1.50, por tanto, las medidas establecidas son las correctas.

2.1.2.7.1.2 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR DESLIZAMIENTO

Se calcula la fuerza actuante (Fa) producido por la presión actuante del suelo.

$$F_a = P_a$$

$$F_a = 8.54 \text{ Tn}$$

Así mismo se calcula la fuerza resultante (Fr), que no es más que la suma de todas las fuerzas que actúan en el muro de contención, afectada por el factor de fricción del suelo, considerado para este caso de 0.55.

$$Fr = f * (Psuelo + Pmuro) \geq 1.25 * Pa$$

$$F_r = 10.70 \text{ Tn}$$

Finalmente verificamos si el muro de contención con las dimensiones calculadas, cumple o no por deslizamiento.

$$F_s = \frac{Fr}{Fa}$$

$$F_s = \frac{10.70 \text{ Tn} * m}{8.54 \text{ Tn} * m}$$

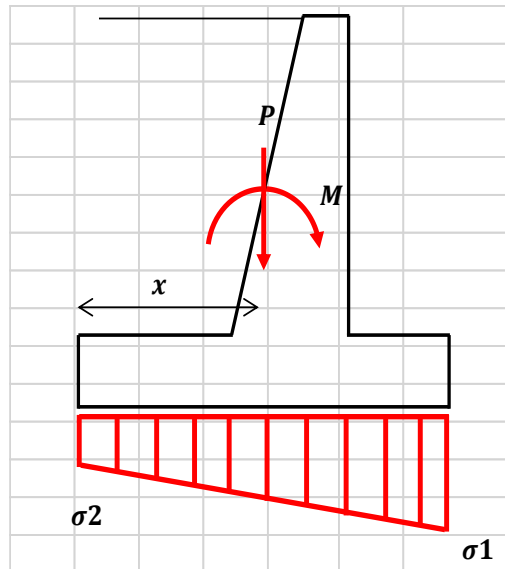
$$F_s = 1.26$$

Como se puede observar el factor de seguridad es de 1.26, y el factor de seguridad por norma es 1.25, por tanto, las medidas establecidas son las correctas.

2.1.2.7.1.3 VERIFICACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN POR PRESIONES DEL SUELO

Verificamos las presiones del suelo que no sean mayores a las máximas admisibles, mediante la fórmula de esfuerzo combinado:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M * C}{I}$$



Calculamos la carga vertical resultante (P), que no es más que la suma de todas las fuerzas que actúan en el muro de contención.

$$P = \sum P + S/C$$

$$P = 19.80 \text{ Tn}$$

Calculamos la ubicación de la carga vertical resultante (X).

$$X = 0.93 \text{ m}$$

Luego se calcula el momento actuante (M).

$$M = 1.43 \text{ Tn} * \text{m}$$

Finalmente calculamos las presiones del suelo. De acuerdo a la formula anteriormente mencionada.

$$\sigma_1 = 6.90 \text{ Tn/m}^2$$

$$\sigma_2 = 5.28 \text{ Tn/m}^2$$

Sabemos que, por los EMS la $\sigma_{\text{admisible}}$ es de 8.7 Tn/m², y las presiones generadas son menores, por tanto, las medidas del muro de contención si cumplen por presiones del suelo.

2.1.2.7.1.4 DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN

Por tanto, el espesor del muro de contención será de 0.35 m, entonces el peralte efectivo queda de la siguiente manera:

$$d = h - \text{rec} - \frac{\Phi_v}{2}$$

Donde:

Espesor de losa y muros (h): 20 cm

Acero corrugado (Φ_2): 1.59 cm

Recubrimiento: 4 cm

Reemplazando los datos en la fórmula anterior, tenemos el peralte efectivo:

$$d = 35 - 4 - \frac{1.59}{2}$$

$$d = 30.205 \text{ cm}$$

La Resistencia del concreto, la fluencia del acero y el factor de reducción por flexión son:

Resistencia a la Compresión (f'_c): 210 kg/cm²

Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm²

Factor de reducción por flexión (Φ): 0.90

Calculamos el momento último para el siguiente estado más desfavorable.

En la sección crítica del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{ps}$$

$$M_{ps} = P_a * \frac{1}{3} * H$$

$$M_{ps} = 8.54 * \frac{1}{3} * 4.30$$

$$M_{ps} = 12.241 \text{ Tn} * \text{m}$$

Procedemos a calcular el momento último con la fórmula antes mencionada.

$$M_u = 1.7 * M_{ps}$$

$$M_u = 1.7 * 12.241$$

$$M_u = 20.809 \text{ Tn} * \text{m}$$

En la sección crítica del talón posterior del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{dead}$$

$$M_a = 5.32 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M_u = 7.44 \text{ Tn} * \text{m}$$

En la sección crítica del talón delantero del muro.

$$M_u = 1.7 * M_{dead}$$

$$M_a = -3.03 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M_u = -4.24 \text{ Tn} * \text{m}$$

La resistencia a flexión (A_{sr}) va a depender del momento último (M_u) en una determinada sección, luego se coloca el acero proporcionado (A_{sp}) de acuerdo a los aceros comerciales conocidos.

Para hallar el área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \emptyset * f'c * 100}}$$

Tabla N°120: Cálculo del Área de Acero en el Muro de Contención de la Cámara de Bombeo

Pared												
Momento			a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.
Tn * m			cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2	
Mu	-	20.8	4.59	19.5			10				19.8	Cumple

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla N°121: Cálculo del Área de Acero en el Talón de los Muros de Contención de la Cámara de Bombeo

Talón												
Momento			a	As r	Barras de acero						As p	VERIF.
Tn * m			cm	cm2	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	cm2	
Mu	-	7.4	1.57	6.7		6					7.6	Cumple
Mu	-	4.2	0.89	3.8		5					6.33	Cumple

Los aceros del muro de contención de la cámara de bombeo, irán dispuestos de la siguiente manera.

Tabla N°122: Cálculo del Espaciamiento del Muro de Contención de la Cámara de Bombeo

Talón:	Inferior :		1	Ø	1/2	"	@	20	cm	
	Superior:		1	Ø	1/2	"	@	16.7	cm	
	Paredes fondo.:									
	Horizontal		1	Ø	1/2	"	@	16.7	cm	
	Vertical		1	Ø	5/8	"	@	10	cm	
	Vertical		1	Ø	5/8	"	@	15	cm	

Fuente: Elaborada por el autor

2.1.2.7.1.5 VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO (A_s mín.)

El refuerzo mínimo horizontal y vertical debe cumplir lo siguiente:

g.) La cuantía de refuerzo horizontal no será menor que 0.002.

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 0.002 * 35 * 100$$

$$A_{s\text{mín HZ}} = 7.00 \text{ cm}^2$$

h.) La cuantía de refuerzo vertical no será menor que 0.0015.

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * b * d$$

$$A_{s\text{mín V}} = 0.0015 * 35 * 100$$

$$A_{s\text{mín V}} = 5.25 \text{ cm}^2$$

2.1.2.7.1.6 REQUERIMIENTO POR CORTANTE

La verificación por cortante es la siguiente:

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_u = \sigma_u * \text{Long. critica}$$

Donde:

V_u : Cortante última.

ϕ : Factor de reducción por cortante.

V_c : Fuerza cortante que absorbe el concreto, se obtiene con la fórmula siguiente:

e.) **En la zapata:**

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 35 * 100}{1000}$$

$$V_c = 26.882 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 26.882 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{22.85 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$15.93 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 22.85 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

f.) **En las paredes del muro:**

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * bw$$

$$V_c = \frac{0.53 * \sqrt{210} * 30.205 * 100}{1000}$$

$$V_c = 23.199 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = 0.85 * 23.199 \text{ Tn/m}$$

$$\phi V_c = \mathbf{19.93 \text{ Tn/m}}$$

Verificación por cortante: **“Si Cumple”, no requiere refuerzo.**

$$V_u \leq \phi * V_c$$

$$15.93 \frac{\text{Tn}}{\text{m}} \leq 19.93 \frac{\text{Tn}}{\text{m}}$$

III. DISEÑO DE CASETA DE BOMBEO

3.1 CASETA DE BOMBEO

La caseta de bombeo, será el lugar donde se alojarán las bombas a utilizar para evacuar el agua de lluvia acumulado en la cámara de bombeo.

Las dimensiones de la caseta de bombeo serán de 6 m x 5 m, un área total de 30 m².

Todas las dimensiones de los elementos estructurales (zapatas, vigas de cimentación, vigas de techo, columnas, losa aligerada), serán consideradas diseñadas siguiendo las normativas vigentes de nuestro país.

Todo cálculo mencionado a continuación, se mostrará en el plano N° 13, denominado “Caseta de bombeo”, para la visualización de un mejor detalle.

3.1.1 ZAPATAS

La capacidad portante del suelo correspondiente a la calicata N° 2 es de 1.02 kg/cm².

Según el diseño realizado para el cálculo de estos elementos, tenemos las siguientes medidas.

Profundidad de desplante: 1.20 m.

Altura de Zapatas: 0.65 m.

Sección de las Zapatas: B= 0.80 m y L= 1.00 m.

Se calculó el acero de refuerzo, el cual se dispondrá de la siguiente manera:

Aceros en sentido longitudinal: $\emptyset 1/2'' @ 0.15 \text{ m.}$

Aceros en sentido transversal: $\emptyset 1/2'' @ 0.15 \text{ m.}$

3.1.2 VIGAS DE CIMENTACIÓN

Según la norma E.030 “Diseño Sismo Resistente”, en el capítulo VII referido a cimentaciones, nos especifica lo siguiente:

Para suelos de capacidad portante menor que 0.15 MPa (1.53 Kg/cm²), se provee vigas de conexión en ambas direcciones.

El diseño de estos elementos que conectan las zapatas, tendrán los mismos criterios de diseño que las vigas de techo, según esto, se ha obtenido las siguientes dimensiones y distribuciones de acero.

Sección de las Vigas de conexión: $B= 0.25$ m y $H= 0.35$ m.

Haciendo referencia al acero de refuerzo, este se dispondrá de la siguiente manera:

Acero longitudinal: $4 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

3.1.3 VIGAS DE TECHO

Según el diseño realizado para el cálculo de las vigas de techo, se obtuvo los siguientes datos:

Vigas principales: Están dispuestas en el sentido de las abscisas, donde se tiene una luz de 5m.

Sección de Vigas principales: $B= 0.25$ m y $H= 0.35$ m.

Acero longitudinal: $6 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 7 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

Los aceros longitudinales, se dispondrán $2 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$ en la parte superior e inferior a lo largo de toda la viga, el resto son bastones, que se detallan en el plano N°13.

Vigas secundarias: Están dispuestas en el sentido de las ordenadas, donde se tiene dos tramos con una luz de 3m. cada una.

Sección de Vigas principales: $B= 0.25$ m y $H= 0.30$ m.

Acero longitudinal: $6 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Estribos: $\emptyset \text{ } 3/8''$: 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, R @ 0.20 A/S.

De igual manera que la viga principal, los aceros longitudinales, se dispondrán $2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$ en la parte superior e inferior a lo largo de toda la viga, el resto son bastones, que se detallan en el plano N°13.

3.1.4 COLUMNAS

El diseño de las columnas, se realizó a través del método del ACI.

Teniendo en cuenta el predimensionamiento realizado para las vigas, se estipula que las columnas tengan al menos 5 cm. más de espesor en su base que las vigas, con fines de empalmes de aceros.

Según el diseño elaborado, se obtuvieron los siguientes resultados:

Sección de las columnas: $B= 0.30 \text{ m}$ y $L= 0.30 \text{ m}$.

Haciendo referencia al acero de refuerzo, este se dispondrá de la siguiente manera:

Acero longitudinal: $4 \varnothing 5/8'' + 2 \varnothing 1/2''$

Estribos: $\varnothing 3/8''$: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10, R @ 0.15 m. A/S.

3.1.5 LOSA ALIGERADA

La losa a diseñar será de tipo aligerada, ya que, en la caseta de bombeo, no se necesitará una mayor prestación.

Según el diseño elaborado para la losa aligerada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Peralte o espesor de losa aligerada: 0.20 m.

Acero Inferior: $\varnothing 3/8''$

Acero superior: $\varnothing 1/2''$

El acero inferior, se colocará a lo largo de la losa y el acero superior serán bastones donde sea necesario, para una mejor visualización, el cálculo se detalla en el plano N°13.

3.1.6 MUROS DE ALBAÑILERIA

Los elementos no estructurales como son los muros de la caseta de bombeo, tendrán un espesor de 0.15 m., las unidades de ladrillo se dispondrán en soga, cumpliendo así lo estipulado por la NTP 331.017.

**ANEXO N°15: INFORME N°08: ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”

I. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad han surgido muchos problemas en todo el mundo, debido al cambio climático drástico que se ha suscitado por la gran actividad industrial que ha generado el hombre en muchas ciudades. Es por ello que se busca muchas maneras de mitigar los daños causados, producto de la desenfrenada contaminación de la actividad humana.

Si nos remontamos al año 2017, hemos sido testigos de cuánto daño han causado los fenómenos naturales a diferentes regiones de nuestro país, siendo la región de la costa la más perjudicada ante estos eventos, debido a que dicho sector no está construido para contrarrestar tal fenómeno. Es por ello que tal fenómeno deja un gran impacto ambiental, ya que las aguas de las lluvias se empozan y no son desembocadas a tiempo, generando muchas plagas y enfermedades.

El proyecto de “Diseño del drenaje pluvial y pavimentación del cercado de Túcume, provincia y departamento de Lambayeque, 2017” contempla pavimentación del cercado de Túcume y sistema de drenaje de pluvial evacuado al canal.

El sistema de drenaje pluvial es de gran ayuda para las comunidades, ya que evita que las aguas provenientes de las lluvias dejen inundadas toda la ciudad.

1.2 ANTECEDENTES

La evaluación del Impacto ambiental (EIA)

La evaluación del impacto Ambiental, es el procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno. La evaluación del impacto ambiental surge en el fin de los años 60 en Estados Unidos con el nombre de “estudio de impacto ambiental” (E.I.A). El EIA introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Todo esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

En el Perú, 1990: Mediante Decreto Legislativo No.613 se promulga el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Capítulo III, en referencia a la Protección al Ambiente

(Artículo 8°), establece que toda actividad debe elaborar su EIA. La aplicación de esta norma, iniciaron EIA de empresas privadas, enmarcas a la actividad minera, dentro del Ministerio de Energía y Minas (1997), Se define dos instrumentos de manejo y control de los impactos al medio ambiente: PAMA y EIA, esto tome una mayor importancia para el 2001 donde aprueba la ley de SEIA y se hace general para cualquier actividad humana que genera alteración ambiental

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general consiste en identificar, evaluar, predecir el impacto ambiental que producirá cada etapa del proyecto en mención, con el fin de implementar medidas de mitigación para evitar o disminuir el impacto ambiental si sea el caso negativo y si en caso sea un impacto ambiental positivo tratar de conservarlo, para el beneficio de la ejecución del proyecto en el distrito de Túcume

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

Identificar, dimensionar y evaluar los impactos, positivos y negativos, que serán generados por el proyecto.

Diseñar el Plan de Manejo Ambiental con sus respectivas medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación, a fin de garantizar la óptima gestión socio ambiental del proyecto.

Incluir la información de los recursos naturales que van a ser utilizados, aprovechados o afectados durante la construcción, operación y retiro del proyecto.

1.4 MARCO LEGAL

El estudio del impacto ambiental tiene como objetivo que antes, durante, y después de la ejecución del proyecto, no causen daños al ambiente de Túcume En nuestro país encontramos muchas leyes y reglamentos que regulen la gestión ambiental en la ejecución de cualquier proyecto público.

1.4.1 NORMATIVA GENERAL

Consejo nacional del medio ambiente

El CONAM es el organismo rector de la política nacional ambiental. Tiene por finalidad planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y el patrimonio natural de la

Nación. La política nacional en materia ambiental que formula el CONAM, es de cumplimiento obligatorio. (CONAM). Este organismo fue creado por la Ley 26410 en 1994, Su directorio está integrado por siete representantes: tres del sector público, dos del sector empresarial, uno de los Gobiernos Regionales y otro de los Gobiernos Locales. Es por tanto una representación de la Nación, a la que se le ha encargado cautelar los intereses ambientales del país.

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786, del 13.05.1997)

La Autoridad Sectorial Competente comunicará al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que, por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, las que obligatoriamente deberán presentar estudios de impacto ambiental previos a su ejecución y, sobre los límites máximos permisibles del impacto ambiental acumulado.

Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La Autoridad Competente Ambiental para dichas hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese.

Constitución política del Perú 1993

Se indica que en el Art. 22. el derecho de todos a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. En el Título III, capítulo II del “Ambiente y los Recursos Naturales”, en los Art. 66° al 69°, estableciendo que los recursos naturales son “Patrimonio de la Nación y el Estado promueve su uso sostenible; determina la política nacional del ambiente y promueve la conservación de la biodiversidad y de áreas protegidas”.

Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (D.L. N° 613 del 07.09.90)

En el capítulo II de la Planificación Ambiental y capítulo IV de las Medidas de Seguridad, propugna la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana, previniendo y controlando la contaminación ambiental y todo proceso de deterioro que quiera interferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad. Se establece que, el ordenamiento ambiental, se considerara, entre otros criterios, la naturaleza y características de cada ecosistema, sus aptitudes, desequilibrios y capacidad de asimilación, así como el impacto ambiental de nuevas obras o actividades (Art.7).

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757 del 13.11.91).

En su Art. 51 señala que la autoridad sectorial competente en materia de medio ambiente, en este caso el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), determinará las actividades que por su riesgo ambiental requerirán elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo al desarrollo de las actividades.

Ley que crea el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Ley N° 26410.

CONAM es el organismo rector de la política nacional ambiental. Tiene el fin de planificar, promover, coordinar, controlar y velar por el ambiente y el patrimonio natural de la Nación (Art. 2).

A CONAM le corresponde coordinar y concertar las acciones de los Sectores y de los organismos del Gobierno Central, así como la de los Gobiernos Regionales y Locales en asuntos ambientales, a fin de que guarden armonía con las políticas establecidas (Art. 4 Inc. b).

Ley Evaluación de Impacto Ambiental de Obras y Actividades, DL. 26786.

El Art. 51 de la Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada mediante su Art. 1, que establece que la autoridad sectorial comprende; el MTC comunicara al CONAM sobre el EIA, previo a la ejecución del proyecto para su aprobación.

Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, Ley 27446.

Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para afrontar impactos ambientales negativos derivados de acciones humanas en proyectos de inversión. El órgano coordinador será el CONAM.

El Art. 10.2 dicta que los estudios de Impacto Ambiental sólo pueden ser elaborados por entidades autorizadas o inscritas en el respectivo Ministerio.

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972 del 27.05.03)

Establece en el Art. 1 que los gobiernos locales son las entidades básicas y canales inmediatos de participación vecinal en asuntos públicos, siendo un órgano de gobierno promotores del desarrollo local

En uno de los artículos, dice que los gobiernos locales promueven el desarrollo integral, para viabilizar el crecimiento económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental.

Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. (Decreto Supremo N° 007-85-VC del 15.02.85).

Establece en su Art. 51, que corresponde a los Municipios, acorde con la Legislación y con los organismos de control competentes, velar por la calidad del ambiente natural y transformado.

Según lo indicado en el artículo, los Municipios deberán cumplir las normas e impondrán las sanciones del caso para hacer efectivas las prohibiciones o restricciones de las actividades que:

Afectar a los recursos: aire, agua, suelo, subsuelo, flora y fauna; riberas marítimas, fluviales y lacustres, en desmedro de la calidad de vida.

Originen ruidos molestos o nocivos.

Atenten contra el paisaje urbano o la seguridad vial.

Atenten contra la integridad del patrimonio histórico monumental y paisajístico.

Realicen una inadecuada disposición de efluentes sólidos, líquidos y gaseosos de cualquier origen.

Contribuyan innecesariamente a la reducción de tierras de cultivo de alto valor agrológico.

Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752 del 24.07.69)

La Ley, establece que nadie podrá variar el régimen, la naturaleza o la calidad de las aguas, ni alterar los cauces ni el uso público de los mismos sin la correspondiente autorización (Art. 14).

En relación a las actividades de preservación, el Art. 22, establece que está prohibido verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas.

Código Penal. Delitos contra la Ecología. (Título XIII: Art. 304 al 314).

Establece delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente, entre otros:

Contaminación del ambiente.

Deposito, comercialización o vertimiento de desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir con las normas sanitarias y de protección ambiental.

Alteración del paisaje urbano o rural, o modificación de la flora y fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles que dañan la armonía de sus elementos.

El que cometiera estos delitos será reprimido con pena privativa de libertad y/o multas, en tiempos y magnitudes estipulados por el Código Penal.

Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314

La presente Ley establece en su art. 2 del Título I que esta ley es aplicable a todas las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final.

Establece una gestión adecuada de los residuos sólidos a través de lineamientos de gestión los cuales mencionan la adopción de medidas de minimización de residuos sólidos, establece la responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólido.

1.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017

1.5.1 UBICACIÓN

El distrito de Túcume tiene una superficie de 67.5 km², lo que representa el 2.7% del territorio de la provincia de Lambayeque y el 1.8% de la Región Lambayeque en las coordenadas UTM 627610 E, 9279656 N y coordenadas geográficas 6° 30' 56.09'' Latitud sur, 79° 50'45.13'' Longitud Oeste, a una altitud de 43 msnm. Igualmente, Túcume forma parte de este frágil ecosistema de bisques secos de la costa norte del Perú

1.5.1.1 LIMITES

El Distrito de Túcume, presentan los siguientes límites:

Por el Norte: Limita con los Distritos de Illimo

Por el Sur: Limita con los Distritos de Pítipo

Por el Este: Limita con los Distritos de Mochumí

Por el Oeste: Limita con los Distritos de Morrope

1.5.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Distrito: Túcume

Provincia: Lambayeque

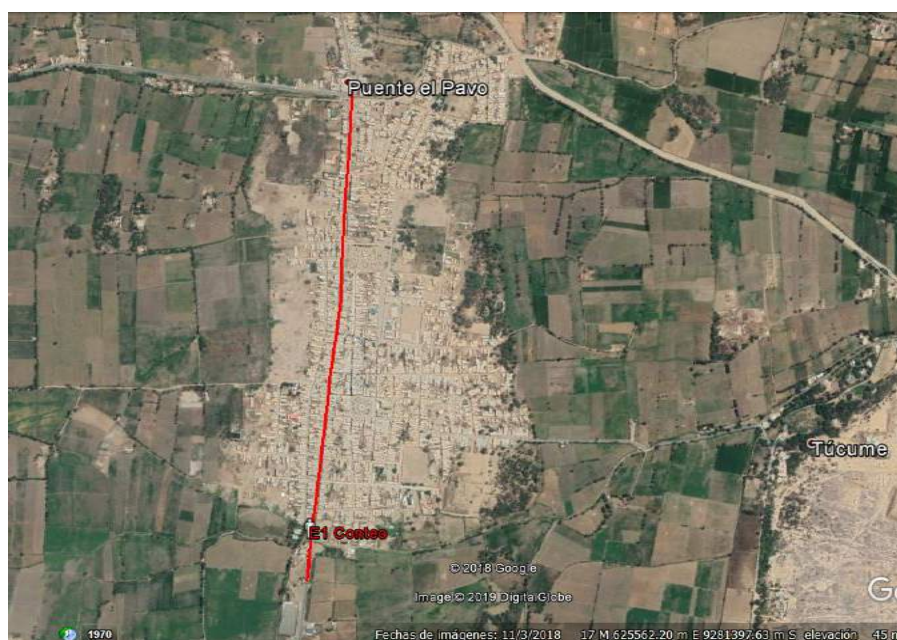
Departamento: Lambayeque

Imagen N°01 Ubicación Geográfica Del Distrito De Túcume



Fuente: Google

Imagen N°02 Vista Satelital Del Distrito De Túcume



Fuente: Google earth

II. ANÁLISIS DEL PROYECTO

El proyecto de tesis denominado: “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017” tiene como objetivo que el distrito en estudio tenga una buena evacuación de las aguas pluviales, creando toda una infraestructura adecuada de drenaje pluvial para que las calles del distrito no se anieguen o se vayan deteriorando las diferentes estructuras (pistas, veredas, etc).

2.1 ACCIONES DEL PROYECTO:

Etapas preliminares

Elaboración del estudio topográfico.

El levantamiento topográfico se realiza con el fin de conocer bien el terreno del distrito de Túcume y la posición de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un estudio topográfico podemos observar la representación gráfica del mapa del área de estudio en Túcume.

Elaboración del estudio de suelos

El estudio de suelos nos permite tener información de un determinado terreno.

Elaboración del estudio hidrológico

Elaboración del estudio de tráfico

Aprobación del proyecto (permisos de las autoridades de turno)

Delimitación de la zona del proyecto

Obtención de permisos de la municipalidad

Etapas de la construcción

Instalación del campamento de obra; construido e implementado para el alojamiento de los trabajadores de obra. Así mismo, se considerará la implementación de un área denominada Patio de Maquinas, la cual servirá de depósito del equipo a ser utilizado en obra, de conformidad a los procedimientos constructivos

Traslado de maquinaria

Operación y mantenimiento de maquinaria; que involucra el uso de la maquinaria y equipo, así como actividades como el traslado de éste a la zona del proyecto, y las tareas de mantenimiento de éstos (cambio de aceite, lubricado, limpieza, etc.).

Contratación de personal; que involucra el empleo de mano de obra dentro y fuera de la zona del proyecto, esto conllevará a la promoción del empleo a pobladores temporales de la zona.

Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria: el transporte de materiales a obra y transporte de combustible al campamento para la maquinaria pesada.

Pavimentación

Rompimiento de pistas

Movimiento de tierras

Veredas

Pintado señalización de tráfico

Drenaje pluvial

Obras de concreto

Transporte de material

Etapas de operación

Bloqueo de las calles (desplazamiento de unidades móviles)

Accesibilidad

Eliminación de residuos sólidos; esta actividad está considerada como una actividad de riesgo moderado – severo ya que se realizará por medio de maquinaria para carga y transporta el material. Será necesario un cargador frontal y un volquete de 12 cubos.

Etapas de abandono de la obra

Liberación de trabajadores al término de la obra.

Retiro y desinstalación de campamentos; donde se realizan las actividades necesarias para retirar la infraestructura o readecuarla.

Limpieza de emplazamiento

2.2 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA

Toda el área de influencia de este proyecto, ha sido considerado todo el cercado del distrito de Túcume, el cual tiene un área 67.5 km²

2.2.2 ASPECTOS GENERALES

Son los que Influyen en la extensión del proyecto

2.2.2.1 ASPECTOS FÍSICOS

Clima:

Túcume se considera que tiene un clima desértico. Durante el año, virtualmente no hay lluvia en Túcume. Este clima es considerado BWh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 22.8 ° C en Túcume. La precipitación media aproximada es de 41 mm. [38]

Precipitación:

Las precipitaciones pluviales generalmente se presentan en los meses de diciembre a mayo; con un total para el primer trimestre del año de 119.1 mm aprox. En los meses de octubre y diciembre las lluvias son esporádicas, la precipitación anual es de 33.05 mm y la precipitación media anual es de 62.00 mm; cuando se tiene presencia de FEN en la región.

En condiciones normales las precipitaciones pluviales no constituyen ningún problema para la región, pero en condiciones extraordinarias (FEN), las precipitaciones suelen alcanzar hasta 1549.5 mm como promedio provocando deslizamientos, inundaciones, erosión fluvial entre otros problemas

Uso de suelo

Se hace referencia a la alteración del uso de suelos, áreas protegidas y recursos históricos por la ejecución del proyecto.

Topografía del terreno

La ciudad de Túcume y su entorno inmediato presenta un relieve plano, circundando por áreas agrícolas, con ciertas elevaciones en el sector Este donde se localizan AA. HH Nueva esperanza y la zona de Huaca Grande y en el sector Norte donde se localiza el AA.HH Federico Villareal, por otro lado presenta también zonas topográficamente deprimidas en forma de hondonadas en el sector Sur adyacente la acequia el Pueblo, que según referencias de las aguas de riego al elevarse el nivel freático, este sector representa la zona más baja del casco urbano de la ciudad

Napa freática

El nivel freático es de aproximadamente de 1.40 m de profundidad

2.2.2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Según las proyecciones de población del instituto nacional de estadística e informática para población al 2018, señala que el distrito de Túcume cuenta con una población de 8040 habitantes, de los cuales aproximadamente el 48 % son mujeres y el 52 % hombres.

Tabla N°01 Población Según Etapa De Vida Del Distrito De Túcume

Distrito	Niño (0- 11 a)	Adolescente 12 a – 17 a)	Joven (18 – 29 a)	Adulto (30 a – 59 a)	Adulto Mayor (60 +)	TOTAL
Túcume	2,014	954	1,453	2,739	880	8,040
%	25.1	11.9	18.1	34.0	10.9	100.00

Fuente: INEI

2.2.2.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

Según los datos brindados de la INEI, el 54.9 de la PEA está centrada en las actividades de la agricultura y ganadería seguido por el 34.30% de PEA dedicada a los servicios como en comercio; 5.80% está compuesto por trabajadores que laboran en el sector público, principalmente en educación

2.2.2.4 ASPECTOS HÍDRICOS

El sistema hídrico del distrito de Túcume está relacionado con la cuenca del río Motupe- La Leche , que pertenecen a la red hidrográfica del pacifico, cabe destaca que la cuenca del río Motupe, se

origina de la confluencia de los ríos Chiniama y Chocope, recorriendo por un lecho encajonado formando un valle de mediana amplitud, razón por la que existe abundante agua para el valle; presenta riberas conformadas por bordos bajos, con un promedio de altura de 2.0 a 2.5 m , siendo estas zonas de fácil desbordamiento en épocas de grandes avenidas, cuenta con un área de drenaje de 1, 772 km², con una pendiente promedio de 0.16%.

2.2.2.5 ASPECTO BIOLÓGICO

Flora y fauna

Túcume forma parte de un frágil ecosistema que son los bosques secos de la costa norte del Perú. Zonas de vida caracterizados por su extrema fragilidad de las especies de flora y fauna que ahí habitan, así como la existencia de una biodiversidad única en la costa peruana, adaptada a zonas áridas y semiáridas, así como de una gran fragilidad de sus suelos, en especial de los pocos suelos agrícolas que existen en el distrito, los que se ven presionados por una agricultura intensiva que demandan altas cantidades de fertilizantes El centro de Túcume no es muy concurrido ver Ganado como en sus alrededores que encontramos crianza de aves como gallinas, patos, pavo, etc. También hay crianza de cuyes, ganado, vacuno y ovino. Otros animales que podemos encontrar son perro, gatos, aves.

2.2.2.6 ASPECTO SOCIOECONÓMICO

2.2.2.6.1 AGRICULTURA

Sus actividades principales del distrito de Túcume son la agricultura y la ganadería, siendo sus fuentes de ingresos económicos, y sus principales especies de cultivo son el arroz, el camote y las menestras.

2.2.2.6.2 GANADERÍA

Por la existencia de pastos naturales hay una ganadería muy buena, la explotación ganadera de la zona se desarrolla con tecnología tradicional y empírica practicada por los campesinos, predominando la crianza de ganado vacuno y ovino. Existen, además, aves, cuyes, equinos, etc.

2.2.2.6.3 SALUD

En el distrito de Túcume el acceso a los servicios de salud es variable, los habitantes que no se han afiliado a algún tipo de seguro de salud equivale al 30.09%.

2.2.2.6.4 EDUCACIÓN

En el distrito de Túcume existen instituciones educativas de diferentes niveles (inicial, primaria secundaria y superior), Siendo que la educación tiene una importante presencia en los niveles; primarios y secundarios, pero se puede apreciar que el 6.0% no cuentan con un nivel de educación

2.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y evaluación del impacto ambiental que resultan del proyecto son:

La identificación de cada etapa con su respectiva tarea, reconociendo las causas ambientales que genera cada una de las etapas.

Identificación de cada factor ambiental

Evaluación de su 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 previsible.

Entre las varias metodologías generales existentes, haremos uso del método de LEOPOLD

2.3.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología que se utilizara para la evaluación del impacto ambiental del proyecto “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017” es la Matriz Causa – Efecto de Leopold la que se aplicara a todas las etapas del proyecto La evaluación de los impactos ambientales tiene como objetivos principales: predecir, interpretar y comunicar los efectos derivados de ejecutar una acción determinada en relación al proceso constructivo.

2.3.2.1 METODO DE LEOPOLD

La Matriz de Leopold es un método universalmente que se emplea para realizar evaluación del impacto ambiental que puede producir un o proyecto.

En sí, es una matriz interactiva simple donde se muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores o componentes ambientales posiblemente afectados en el otro eje de la matriz.

Cuando se presume que una acción determinada va a provocar un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de la intersección de la matriz y se describe además su magnitud e importancia

La matriz de Leopold se diseña a partir de la evaluación del impacto ambiental de una mina de fosfatos en California. Consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales, y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones causa de impacto. La matriz no es propiamente un método para realizar estudios de impacto ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así la matriz de Leopold solo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control [1]

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están constituidas como máximo con 88 factores ambientales las filas son acciones que pueden causar impactos. En cada celda se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala que va de uno a diez. La importancia del método diseñado por Leopold reside en que:

La fuerza a considerar los posibles impactos de acciones proyectadas sobre diferentes factores ambientales

Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental

Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental [2]

Magnitud se califica de 0 a 10 la valoración del impacto o de la alteración potencial que se provocaría añadiendo frente al número el signo “+” o “-” para indicar si el impacto es positivo o negativo

Importancia se evalúa la relevancia del impacto sobre la calidad del medio y la extensión territorial afectada puntuándose también de 0 a 10 [3]

Tabla N°02 Calificación De La Magnitud

MAGNITUD		
CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECCIÓN
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: [4]

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.”

Tabla N°03 Clasificación De Acuerdo A La Importancia

MAGNITUD		
CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECCIÓN
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: [4]

2.3.2.2 EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Con los resultados que hemos obtenido en la matriz Leopold podemos evaluar el impacto ambiental que genera el proyecto

Tabla N°05 Jerarquización De Impactos

MEDIDA DEL IMPACTO	RANGO	SIMBOLOGIA
No Significativo	0-20,8	
Bajo	< 20,8- 60	
Medio	<60-162,8	
Alto	<162,8-516,8	
Muy alto	<516,8-960	

Fuente: [39]

Tabla N°06 Resultados De A Matriz De Leopold

Aspectos	Parametros	ACCIONES FACTORES	P R O M E D I O	M E D I D A D E L I M P A C T O
Físicos	Aire	Calidad del aire (por emisión de gases,humos)	-124	MEDIO
		Calidad del aire (por emisión de partículas en suspensión)	-166	ALTO
		Contaminación acustica	-82	MEDIO
	Agua	Contaminación de aguas superficiales	-53	BAJO
		Contaminación de agua subterrneas	-12	NO SIGNIFICATIVO
		Calidad del agua	-42	BAJO
	Suelo	Erosión	-18	NO SIGNIFICATIVO
		Vibraciones	-23	BAJO
	Biológicos	Panorámico	Alteración del Paisaje	-34
Flora		Arboles, arbustos	-12	NO SIGNIFICATIVO
Fauna		animales	-8	NO SIGNIFICATIVO
Socio-Económicos	Población	Migración	126	MEDIO
		Empleo	378	ALTO

Fuente: Propia

2.3.2.3 RESUMEN DEL IMPACTO

Encontramos varias medidas de impacto

2.3.2.3.1 IMPACTO NO SIGNIFICATIVO

Contaminación de agua subterránea (Negativo)

Erosión (Negativo)

Flora (Negativo)

Fauna (Negativo)

2.3.2.3.2 IMPACTO BAJO

Contaminación de agua superficiales (Negativo)

Calidad de agua (Negativo)

Vibración (Negativo)

Alteración de paisaje (Negativo)

2.3.2.3.3 IMPACTO MEDO

Contaminación acústica (Negativo)

Migración (Positivo)

2.3.2.3.4 IMPACTO ALTO

Calidad del aire (por emisión de partículas en suspensión)

Empleo (Positivo)

2.3.2.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO CON POTENCIAL DE AFECTACIÓN

2.3.2.4.1 SUELO

El impacto al suelo es clasificado por cada etapa del drenaje pluvial en los siguientes aspectos:

Pérdidas de suelo vegetal.

Incremento de la pedregosidad.

Modificación del valor del suelo.

Salinización de los suelos.

Riesgos de inundaciones.

Modificación de los patrones de drenaje.

Como podemos ver la evaluación del impacto ambiental del componente suelo, da como resultados: no significativo y bajo; es decir el impacto no llega a alterar la calidad del suelo en los aspectos de erosión y vibración

2.3.2.4.2 AGUA

Esta es impactada por las acciones que se relacionen con la construcción del drenaje

Sólidos suspendidos en el agua

Descarga de compuestos inorgánicos (suelos con altos contenidos de sales).

Descarga de nutrientes (suelos con compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio).

En conclusión, el agua va a ser afectado por sus propiedades fisicoquímicas por las descargas de los residuos sólidos generados en las diferentes etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y el abandono del drenaje, en particular las operaciones de desmonte, despalme, limpieza de terrenos y excavación. En cuanto a los resultados nos sale que el impacto es no significativo y bajo.

2.3.2.4.3 AIRE

El aire en general puede ser afectado por la operación de la maquinaria involucrada en las operaciones que se lleven a cabo para la construcción del drenaje, así como por las emisiones de los vehículos que circulen en las carreteras una vez que éstas se encuentren en operación. En cuanto a los resultados de este parámetro resulta que el impacto es medio y alto, en calidad de aire por emisión de partículas en suspensión.

2.3.2.4.4 BIOTA

Con respecto a la biota, ésta se puede clasificar en fauna y flora, y la construcción de las obras de drenaje afectará a estos factores toda vez que el desmonte, despalme y limpieza destruyen la cubierta vegetal y ésta se encuentra fuertemente ligada a la fauna, los impactos estarán afectando los siguientes aspectos de estos factores ambientales:

2.3.2.4.5 SOCIO-ECONÓMICO

La realización del proyecto generará empleo, dando un impacto positivo al distrito de Túcume, siendo considerado medio y alto ya que se necesitará de mano de obra de todo tipo.

2.3.3 DISCUSIÓN, CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

El resultado de todo el análisis realizado a los aspectos, parámetros del proyecto con respecto al tema ambiental y de las características socio-económicas, se concluye que en el proceso de la ejecución hay impactos negativos y positivos.

El impacto ambiental generado por la ejecución del proyecto será controlado cuando se realice un Plan de Manejo Ambiental (PAMA) complementando

El medio ambiente del distrito sufrirá un impacto significativo si no se realiza el PAMA y dependerá también de los monitores que realicen los supervisores o contratistas.

El impacto más negativo nos resulta la calidad de aire ya que en varios procesos del proyecto hacemos movimiento de partículas como por ejemplo en movimiento de tierras, rompimiento de pistas, uso de maquinaria pesada, etc. Que afectan tanto a la vegetación como a las personas.

El impacto positivo resulta ser el de empleo ya que en todo el proceso del proyecto se necesitará gente que labore distintos tipos de trabajo. Los beneficios que brindara este proyecto es a corto y largo plazo porque permitirá:

Que el distrito no se inunde en épocas de lluvias ya que las aguas serán evacuadas al dren más cercano
Mejorará la vista del distrito debido a q no habrá aguas empozadas olientes en el centro del distrito

Mejorará la calidad de vida de los pobladores del distrito de Túcume en cuanto a las condiciones higiénicas, disminuyendo en riesgos de enfermedades infectocontagiosas Contribuir al desarrollo urbano

El objetivo de la evaluación del impacto es para ver qué aspectos serán los afectados en diferentes etapas de la ejecución de la obra, para así establecer mecanismos que aseguren que los supervisores en el Plan Manejo Ambiental debiendo contar con especialistas en seguridad y Medio Ambiente, quienes no solo brindarán seguridad al medio ambiente sino también a los trabajadores.

2.3.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental (PMA) es una herramienta de gestión ambiental que, en función a los impactos identificados, valorados y obtenido su significación permite mitigar o controlar los impactos ambientales y sociales generados por las actividades de construcción y operación. Este proceso permite planificar, definir y facilitar el desarrollo de medidas ambientales y sociales destinadas a prevenir los impactos encontrados.

2.3.4.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Etapa De Construcción

Se implementará un área específica para el almacenamiento temporal de todos los residuos sólidos que no tengan tratamiento como en el proceso de rompimiento de pistas.

Todo tipo de residuo se manejará de acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento (Ley N° 27314).

Mediante un cronograma de actividades y un plano se planificará las calles que se cerraran temporalmente para la construcción

Se implementará un Sistema de riego de calles destinadas al tránsito de vehículos durante la etapa de construcción y también donde se manejará maquinaria pesada

Se implementará una zona de campamento para todos los trabajadores de Proyecto y esta será de acceso restringido para personas ajenas al Proyecto

Dependiendo del trabajo realizado de cada trabajador se evaluará para el tipo de riesgo al que están expuestos para de acuerdo a ello usen sus EPP's (equipos de protección personal) como son los guantes, casco, mascarilla, lentes, zapatos punta acero, etc.

También se implementará los EPC (equipos de protección colectiva) como son las señalizaciones, línea de vida, escaleras

Se implementará un comité de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a Ley 29783.

Etapa de operación

De acuerdo a ley y por seguridad y bienestar de los trabajadores se aplicará el reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo estipulado por Ley 29783 y el D.S N° 005-2012-TR. Se realizará por

un especialista en el tema como un Ingeniero de Seguridad o Ingeniero Industrial los siguientes documentos:

Reglamento Interno De Seguridad Y Salud En El Trabajo.

Política de seguridad y salud en el trabajo

Matriz IPERC

Señalización

Mapa de riesgo

Capacitaciones

Se implementará un área donde será debidamente señalada para los equipos de seguridad como son: extintores, gabinetes, señalización)

También se implementará un área donde se colocará los equipos de primeros auxilios, como es el botiquín, y un kit de emergencia. A su vez se hará una capacitación de primeros auxilios a todos los trabajadores.

Hacer simulacros de emergencia

2.3.4.2 MEDIDAS DE CORRECCIÓN Y MITIGACIÓN

Etapas de Construcción

Contratar a un supervisor de seguridad y salud en el trabajo, para que verifique diariamente si se cumple los reglamentos establecidos de acuerdo a Ley 29783

Los residuos peligrosos serán manejados de acuerdo a Ley 27134 y de acuerdo a normas de la municipalidad de la zona.

Estar a la vista de todos los trabajadores los números de emergencias como, bomberos, centro médico, radio patrulla, etc.

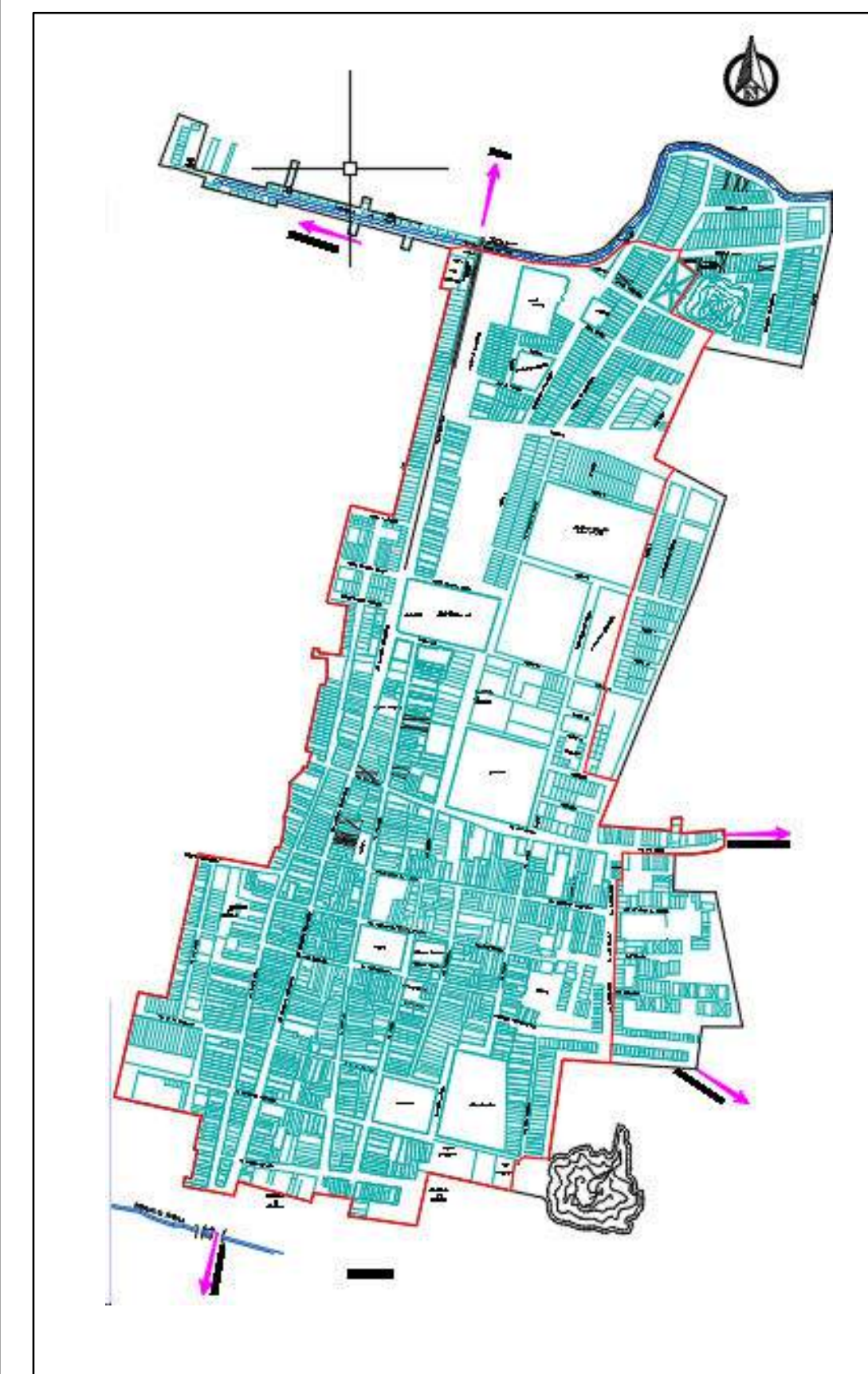
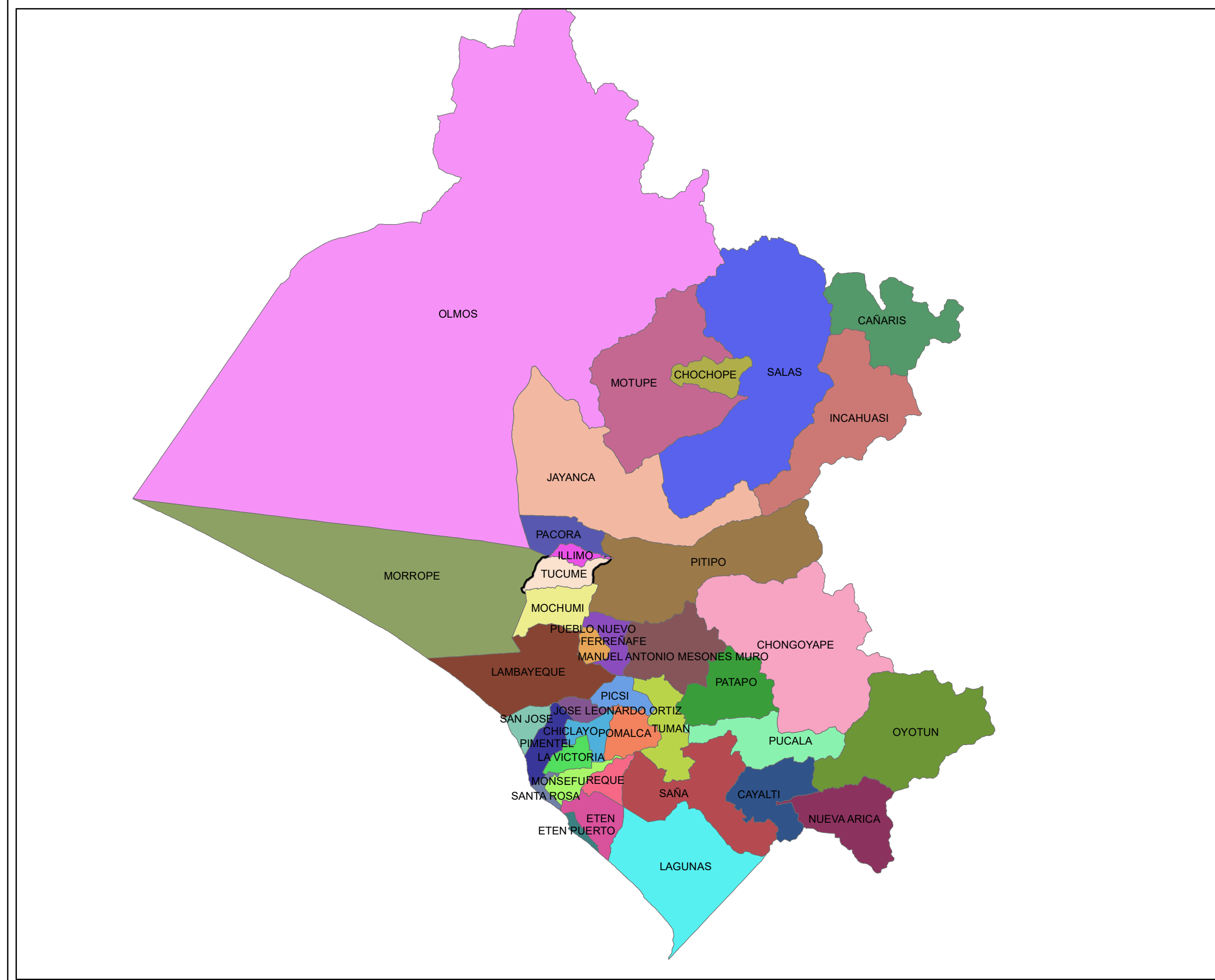
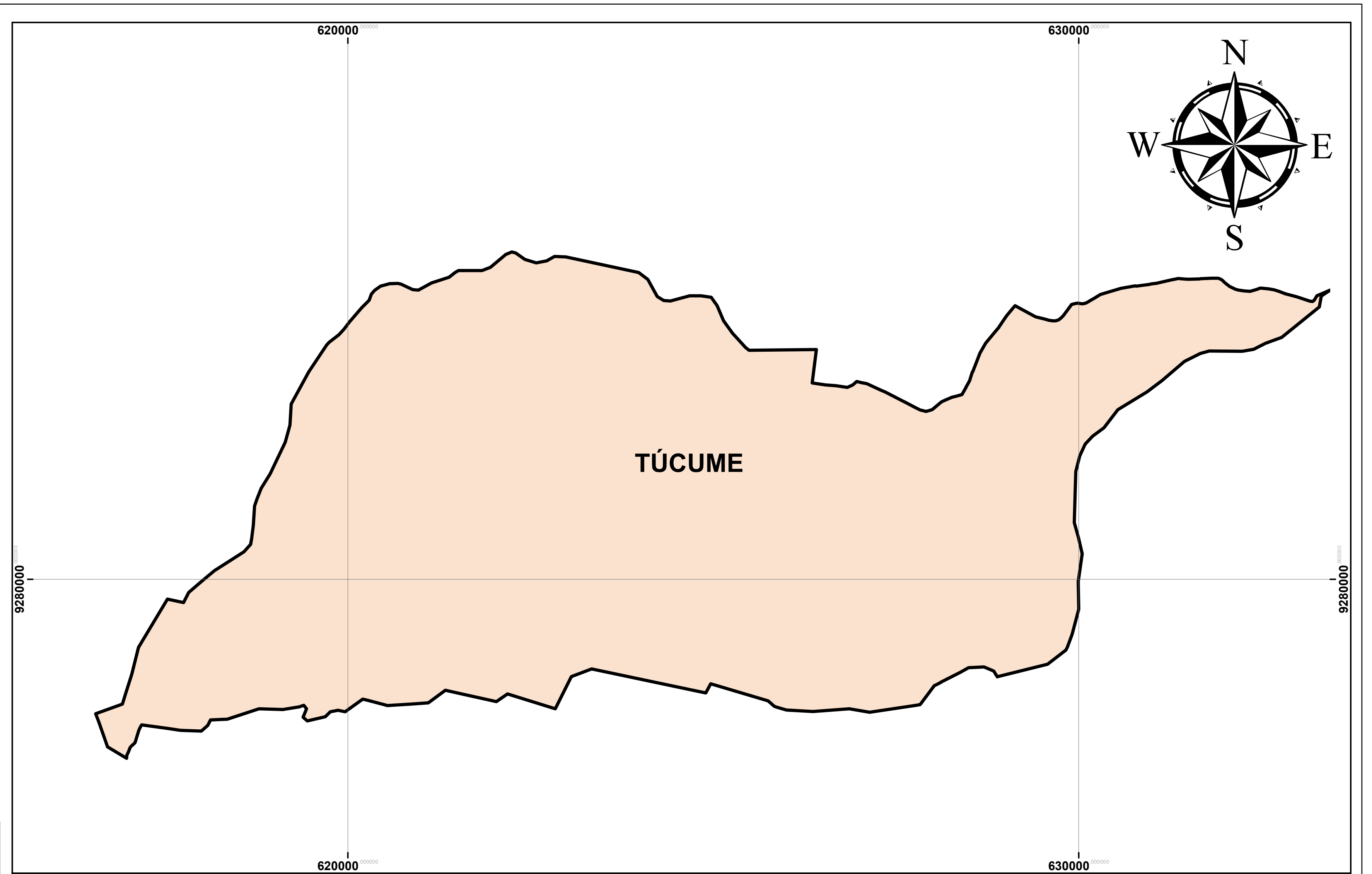
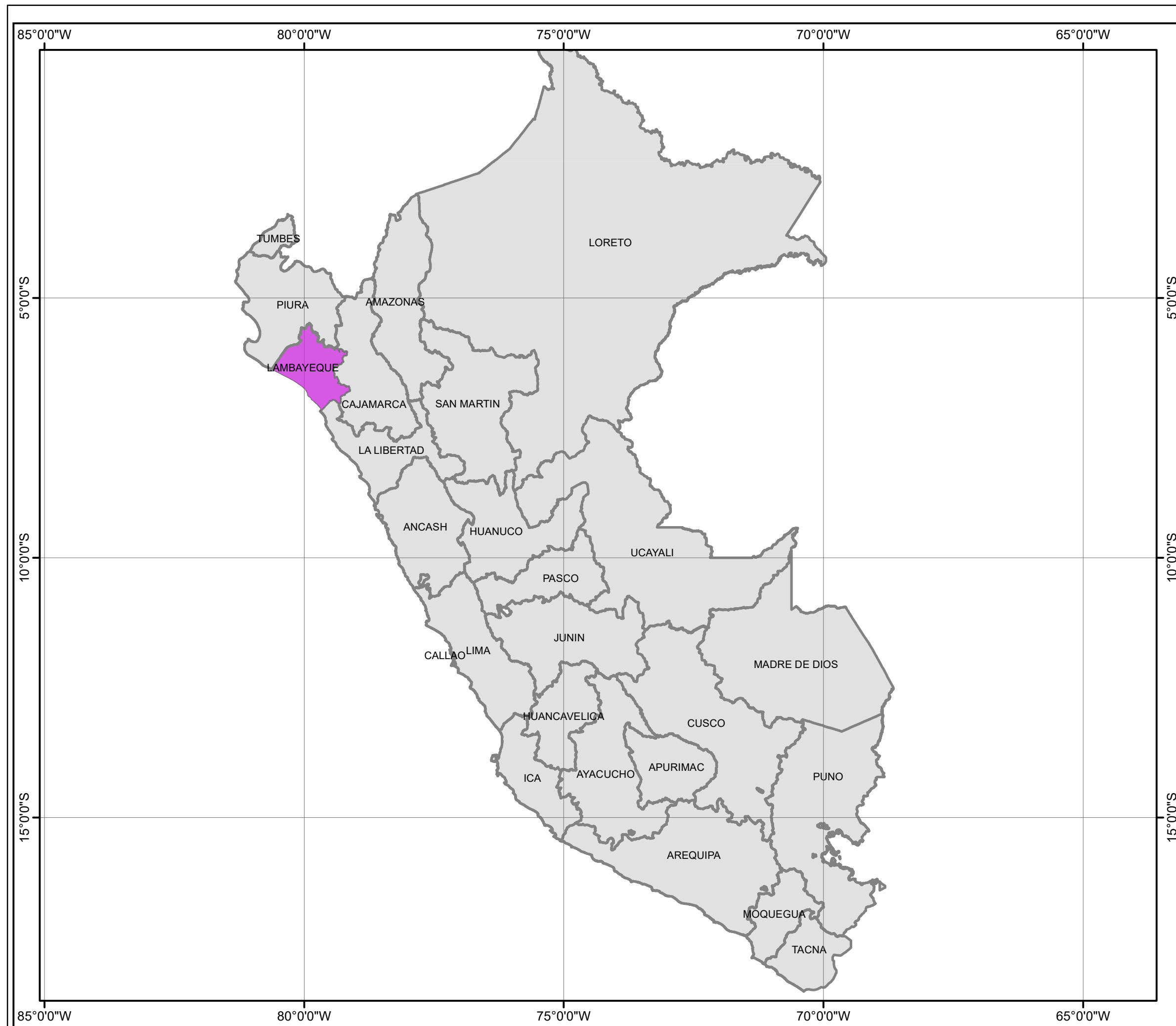
Etapas de Operación

Formar una brigada de primeros auxilios ante cualquier y establecer una zona en el campamento donde sea segura y se pueda brindar los primeros auxilios

ANEXO N°16: PLANOS DEL PROYECTO

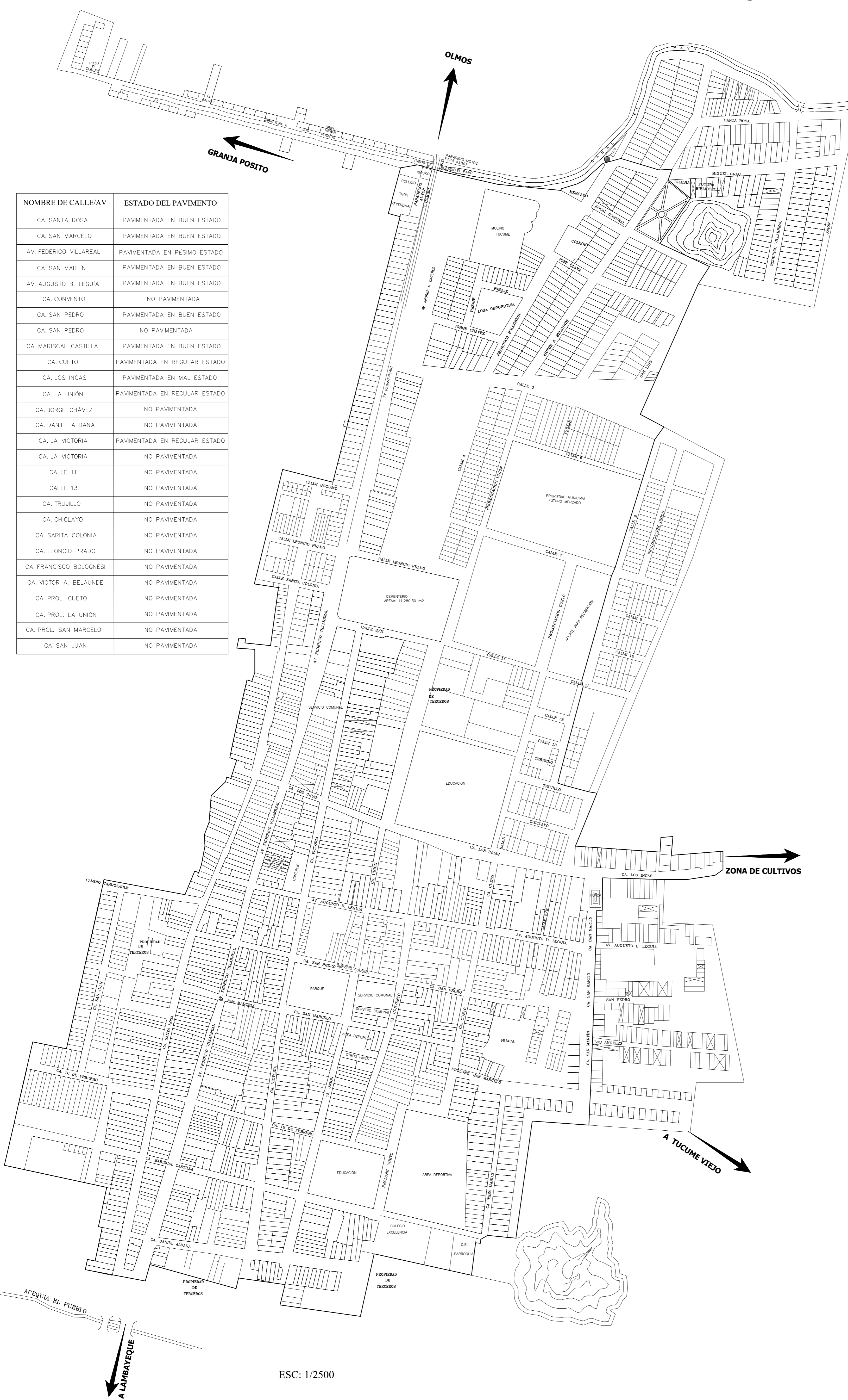
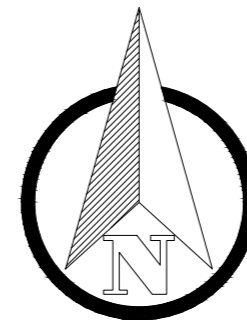
TESIS

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,		
ASIGNATURA: SEMINARIO DE TESIS II		
TESISTA: HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL		
PRESIDENTE: ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA		
SECRETARIO: ING. JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBLITAS		
ASESOR: ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA		
PLANO: UBICACIÓN / LOCALIZACIÓN		
UBICACIÓN:		
DEPARTAMENTO:		LAMBAYEQUE
PROVINCIA:		LAMBAYEQUE
DISTRITO:		TÚCUME
ESCALA: Indicada	FECHA: 31 JUNIO De 2020	N° PLANO: 01



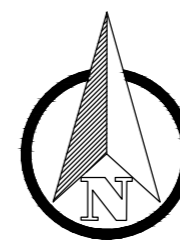
NOMBRE DE CALLE/AV	ESTADO DEL PAVIMENTO
CA. SANTA ROSA	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
CA. SAN MARCELO	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
AV. FEDERICO VILLAREAL	PAVIMENTADA EN PÉSIMO ESTADO
CA. SAN MARTÍN	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
AV. AUGUSTO B. LEGUÍA	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
CA. CONVENTO	NO PAVIMENTADA
CA. SAN PEDRO	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
CA. SAN PEDRO	NO PAVIMENTADA
CA. MARISCAL CASTILLA	PAVIMENTADA EN BUEN ESTADO
CA. CUETO	PAVIMENTADA EN REGULAR ESTADO
CA. LOS INCAS	PAVIMENTADA EN MAL ESTADO
CA. LA UNIÓN	PAVIMENTADA EN REGULAR ESTADO
CA. JORGE CHÁVEZ	NO PAVIMENTADA
CA. DANIEL ALDANA	NO PAVIMENTADA
CA. LA VICTORIA	PAVIMENTADA EN REGULAR ESTADO
CA. LA VICTORIA	NO PAVIMENTADA
CALLE 11	NO PAVIMENTADA
CALLE 13	NO PAVIMENTADA
CA. TRUJILLO	NO PAVIMENTADA
CA. CHICLAYO	NO PAVIMENTADA
CA. SARITA COLONIA	NO PAVIMENTADA
CA. LEONCIO PRADO	NO PAVIMENTADA
CA. FRANCISCO BOLOGNESI	NO PAVIMENTADA
CA. VÍCTOR A. BELAUDE	NO PAVIMENTADA
CA. PROL. CUETO	NO PAVIMENTADA
CA. PROL. LA UNIÓN	NO PAVIMENTADA
CA. PROL. SAN MARCELO	NO PAVIMENTADA
CA. SAN JUAN	NO PAVIMENTADA

NOMBRE DE CALLE/AV	REDES	
	AGUA	ALCANTARILLADO
CA. SANTA ROSA	SI	SI
CA. SAN MARCELO	SI	SI
AV. FEDERICO VILLAREAL	SI	SI
CA. SAN MARTÍN	SI	SI
AV. AUGUSTO B. LEGUÍA	SI	SI
CA. CONVENTO	SI	SI
CA. SAN PEDRO	SI	SI
CA. SAN PEDRO	NO	NO
CA. MARISCAL CASTILLA	SI	SI
CA. CUETO	SI	SI
CA. LOS INCAS	SI	SI
CA. LA UNIÓN	SI	SI
CA. JORGE CHÁVEZ	SI	SI
CA. DANIEL ALDANA	SI	SI
CA. LA VICTORIA	SI	SI
CA. LA VICTORIA	NO	NO
CALLE 11	NO	NO
CALLE 13	NO	NO
CA. TRUJILLO	NO	NO
CA. CHICLAYO	NO	NO
CA. SARITA COLONIA	NO	NO
CA. LEONCIO PRADO	SI	SI
CA. FRANCISCO BOLOGNESI	SI	SI
CA. VÍCTOR A. BELAUDE	SI	SI
CA. PROL. CUETO	SI	NO
CA. PROL. LA UNIÓN	SI	NO
CA. PROL. SAN MARCELO	SI	NO
CA. SAN JUAN	NO	NO

LEYENDA	
	ÁREA DE INFLUENCIA
	LOTIZACIONES
	CANALES, ACEQUIAS
	VIVIENDAS, SERVICIOS COMUNALES
	LOTES INHABITABLES
	CAMINOS DE INGRESO Y SALIDA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	PROYECTO:	DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017
	ASIGNATURA:	SEMINARIO DE TESIS II
	TESISTA:	HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL
	PRESIDENTE:	ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA
	SECRETARIO:	ING. JOAQUÍN HERNÁNDEZ ROJAS OBLITAS
	ASESOR:	ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA
	PLANO:	INVENTARIO DE PAVIMENTO, REDES DE AGUA Y ALCANTARILLADO
	UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE DISTRITO : TÚCUME
	ESCALA:	1/2500
	FECHA:	31 DE JUNIO DE 2020
N° PLANO:	03	

ESC: 1/2500



ESC: 1/2000

NOTA: Se realizaron veintiseis (26) calicatas, a lo largo de toda la extensión territorial del cercado de Túcume, teniendo en cuenta la NTP OS 060 Drenaje Pluvial, los mismos que tuvieron diferentes alturas entre 1.30 a 1.75 m. de profundidad.

La excavación de todas las calicatas se hizo de manera manual, con la ayuda de barretas, picos, palanas.

Las muestras de tierra que se obtuvieron, fueron muestras alteradas, las mismas que se colocaron en diferentes bolsas, para hermetizarlas y que no pierda su humedad natural, para posteriormente ser analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Santo Toribio De Mogrovejo.

CUADRO DE CALICATAS			
DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD (m)	COORD. ESTE	COORD. NORTE
CALICATA 01	1.50	625872.62	9279929.12
CALICATA 02	1.75	626011.81	9279899.24
CALICATA 03	1.75	626467.84	9280211.77
CALICATA 04	1.75	626362.90	9280287.48
CALICATA 05	1.50	626046.94	9280647.86
CALICATA 06	1.50	626481.29	9280354.51
CALICATA 07	1.60	626160.30	9280118.68
CALICATA 08	1.55	626225.66	9280308.68
CALICATA 09	1.60	626264.36	9280234.57
CALICATA 10	1.40	626015.50	9280581.56
CALICATA 11	1.50	625818.26	9280229.74
CALICATA 12	1.50	626099.35	9280867.65
CALICATA 13	1.50	626244.08	9280736.01
CALICATA 14	1.50	626288.54	9280826.40
CALICATA 15	1.60	626346.85	9280939.02
CALICATA 16	1.50	626198.33	9280066.05
CALICATA 17	1.55	626396.45	9281123.21
CALICATA 18	1.50	626287.67	9281137.51
CALICATA 19	1.65	626504.08	9281256.75
CALICATA 20	1.60	626432.95	9281312.92
CALICATA 21	1.60	626324.21	9281318.05
CALICATA 22	1.30	626221.69	9280587.06
CALICATA 23	1.50	626358.09	9280468.99
CALICATA 24	1.50	626321.37	9279993.25
CALICATA 25	1.55	625921.45	9280421.82
CALICATA 26	1.50	625994.17	9280284.96

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:	DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017	
ASIGNATURA:	SEMINARIO DE TESIS II	
TESISTA:	HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL	
PRESIDENTE:	ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA	
SECRETARIO:	ING. JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBLITAS	
ASESOR:	ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA	
PLANO:	PUNTOS DE EXPLORACIÓN DE CALICATAS	
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE DISTRITO : TÚCUME	
ESCALA:	FECHA:	N° PLANO:
1/2000	31 DE JUNIO DE 2020	04

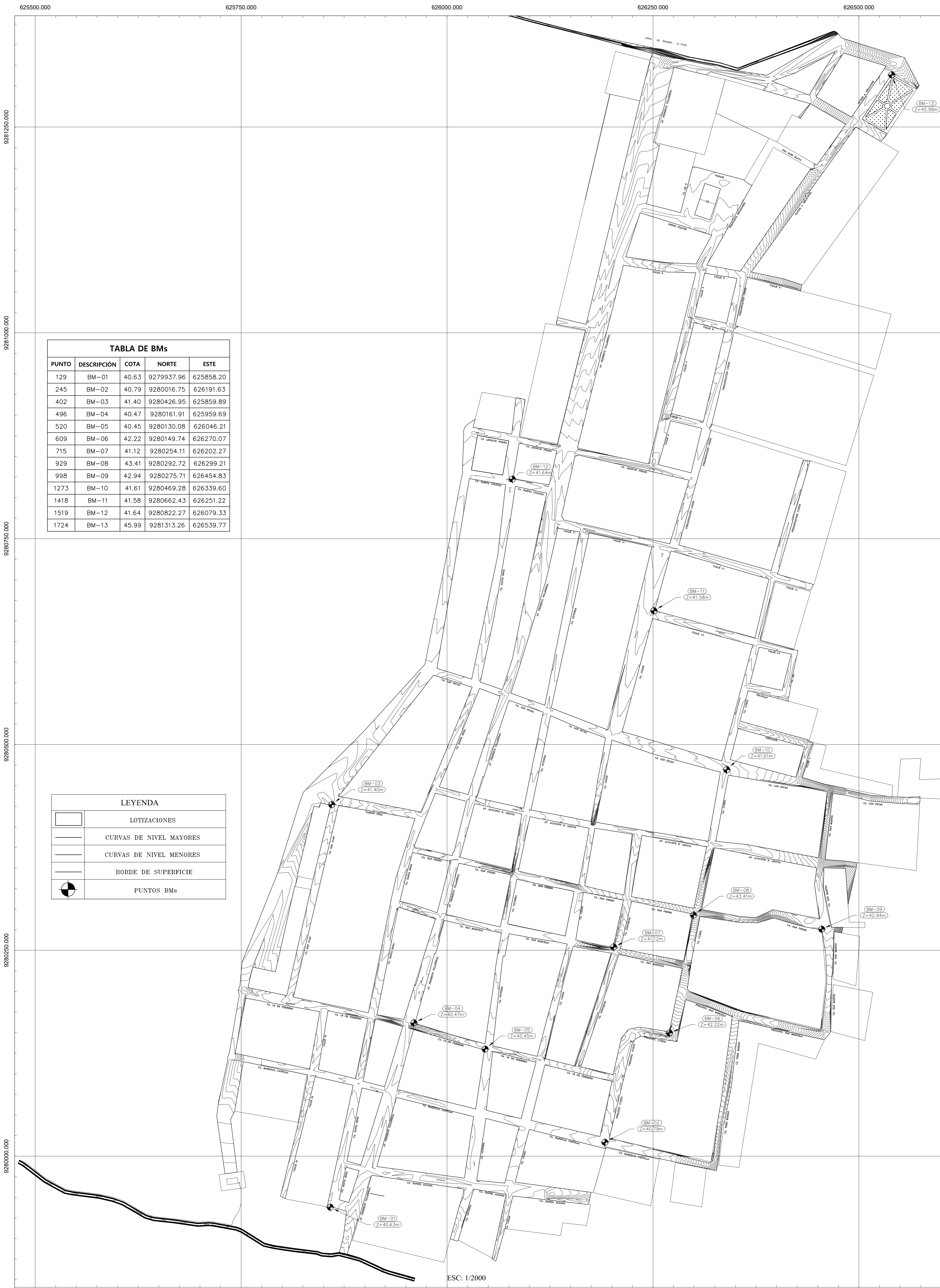


TABLA DE BMs

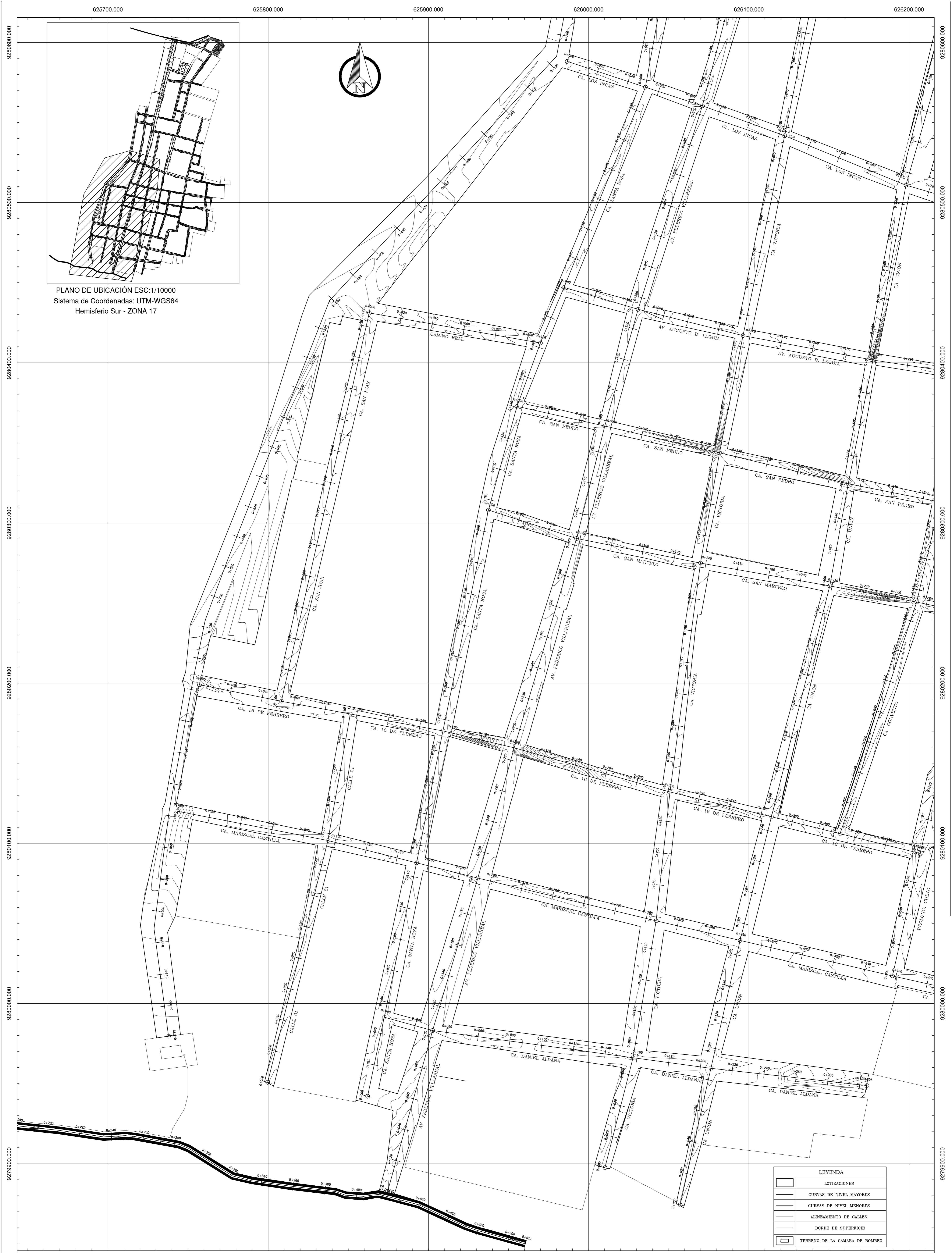
PUNTO	DESCRIPCIÓN	COTA	NORTE	ESTE
129	BM-01	40.63	9279937.96	625858.20
245	BM-02	40.79	9280016.75	626191.63
402	BM-03	41.40	9280426.95	625859.89
496	BM-04	40.47	9280161.91	625959.69
520	BM-05	40.45	9280130.08	626046.21
609	BM-06	42.22	9280149.74	626270.07
715	BM-07	41.12	9280254.11	626202.27
929	BM-08	43.41	9280292.72	626299.21
998	BM-09	42.94	9280275.71	626454.83
1273	BM-10	41.61	9280469.28	626339.60
1418	BM-11	41.58	9280662.43	626251.22
1519	BM-12	41.64	9280822.27	626079.33
1724	BM-13	45.99	9281313.26	626539.77

LEYENDA

	LOTIZACIONES
	CURVAS DE NIVEL MAYORES
	CURVAS DE NIVEL MENORES
	BORDE DE SUPERFICIE
	PUNTOS BMs

ESC: 1/2000

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p>	PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL MERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017	ASIGNATURA: SEMINARIO DE TESIS II	PRESIDENTE: ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA	UBICACION: DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE DISTRITO : TÚCUME	PLANO: CURVAS DE NIVEL EN CALLES	05
	TESISISTA: HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL	SECRETARIO: ING. JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS	ASESOR: ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA	ESCALA: 1/2000	FECHA: 31 DE JUNIO DE 2020	



PLANO DE UBICACIÓN ESC:1/10000
 Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
 Hemisferio Sur - ZONA 17

LEYENDA	
	LOTIZACIONES
	CURVAS DE NIVEL MAYORES
	CURVAS DE NIVEL MENORES
	ALINEAMIENTO DE CALLES
	BORDE DE SUPERFICIE
	TERRENO DE LA CAMARA DE BOMBO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017

ASIGNATURA:
SEMINARIO DE TESIS II
 TESISISTA:
HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL

PRESIDENTE:
ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA
 SECRETARIO:
ING. JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS
 ASESOR:
ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA

UBICACIÓN:
 DEPARTAMENTO : **LAMBAYEQUE**
 PROVINCIA : **LAMBAYEQUE**
 DISTRITO : **TÚCUME**

PLANO:
PLANO TOPOGRÁFICO - TÚCUME
 ESCALA:
1/1000
 FECHA:
31 DE JUNIO DE 2020

N° PLANO:
06-I



PLANO DE UBICACIÓN ESC:1/10000
 Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
 Hemisferio Sur - ZONA 17

LEYENDA	
	LOTIZACIONES
	CURVAS DE NIVEL MAYORES
	CURVAS DE NIVEL MENORES
	ALINEAMIENTO DE CALLES
	BORDE DE SUPERFICIE
	TERRENO DE LA CAMARA DE BOMBEO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:
 DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN
 DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y
 DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017

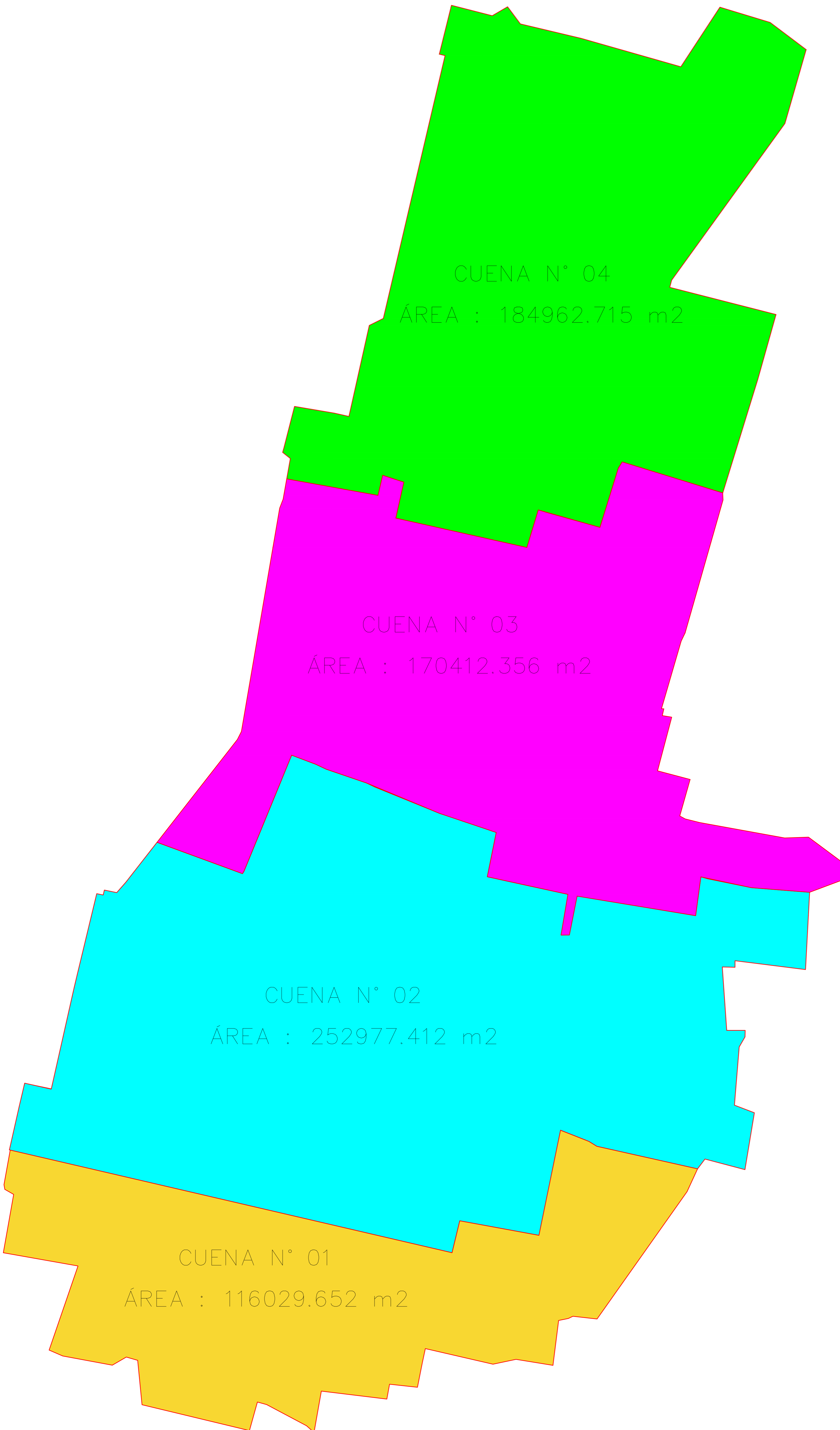
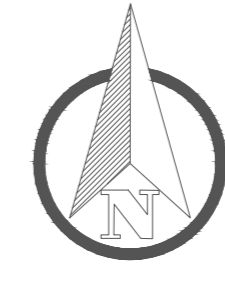
ASIGNATURA:
 SEMINARIO DE TESIS II
 TESISISTA:
 HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL

PRESIDENTE:
 ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA
 SECRETARIO:
 ING. JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS
 ASESOR:
 ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA

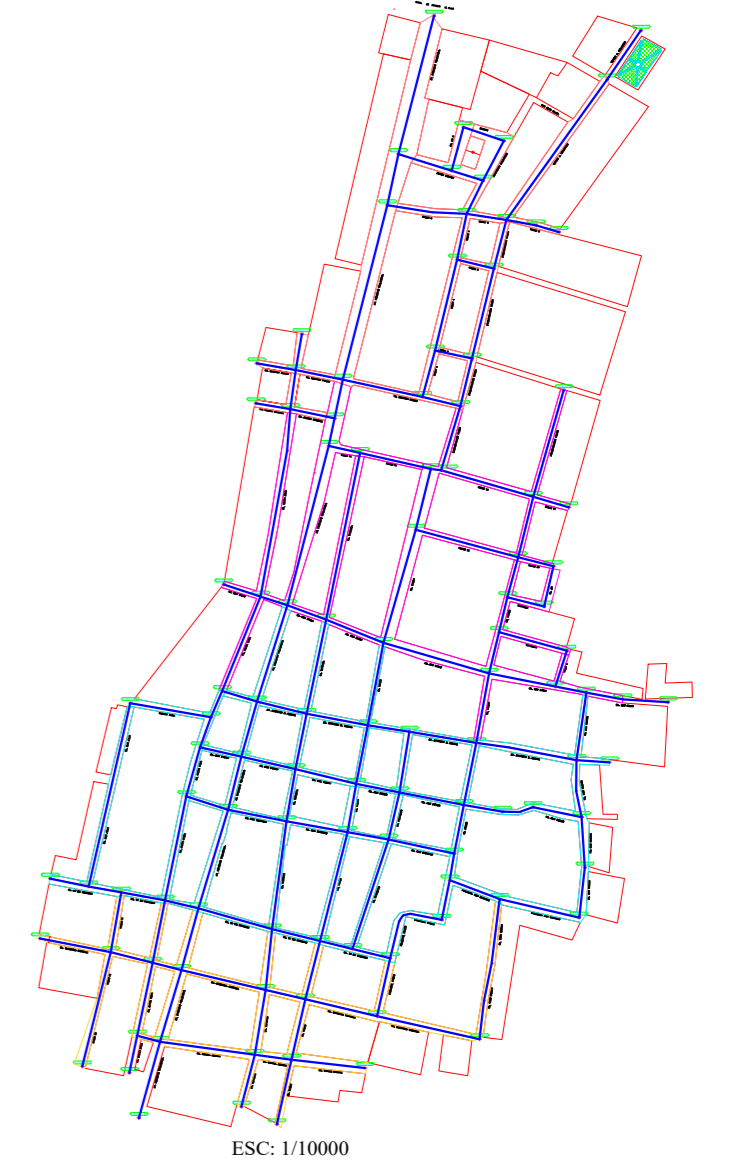
UBICACIÓN:
 DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : LAMBAYEQUE
 DISTRITO : TÚCUME

PLANO:
 PLANO TOPOGRÁFICO - TÚCUME
 ESCALA:
 1/1000
 FECHA:
 31 DE JUNIO DE 2020

N° PLANO:
06-III



ESC: 1/2000



LEYENDA	
	CUENA N° 01
	CUENA N° 02
	CUENA N° 03
	CUENA N° 04

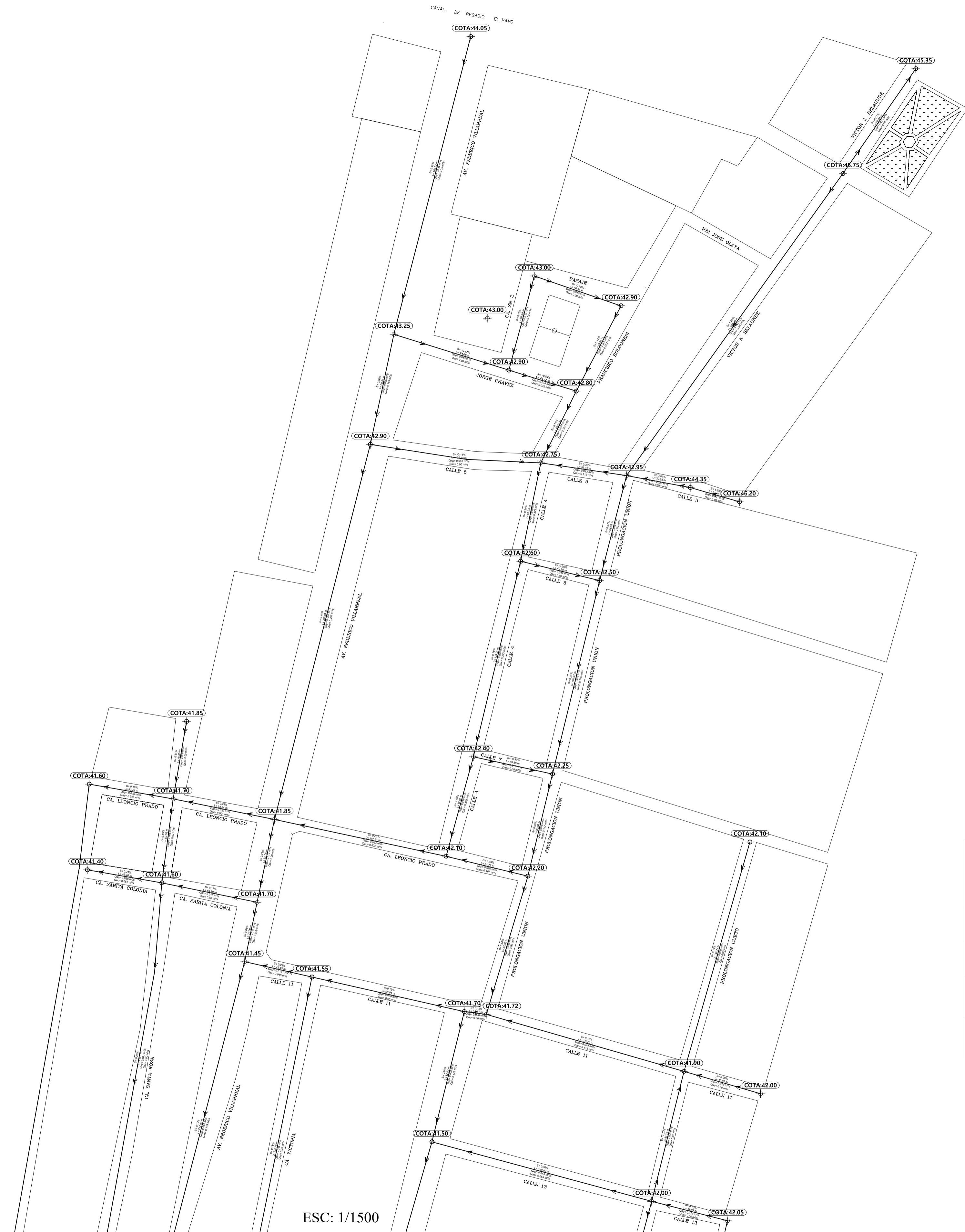
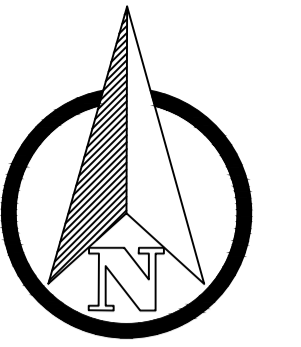
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL	PROYECTO:	DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017		
	ASIGNATURA:	SEMINARIO DE TESIS II		
	TESISTA:	HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL		
	PRESIDENTE:	ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA		
	SECRETARIO:	ING. JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBLITAS		
	ASESOR:	ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA		
	PLANO:	TRAZADO DE CUENCAS		
	UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO :	LAMBAYEQUE	
		PROVINCIA :	LAMBAYEQUE	
		DISTRITO :	TÚCUME	
ESCALA:	1/2000	FECHA:	31 DE JUNIO DE 2020	
		N° PLANO:	09	



PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
129	40.63	9279937.96	625858.20	BM-01
245	40.79	9280016.75	626191.63	BM-02
402	41.40	9280426.95	625859.89	BM-03
493	40.56	9280166.69	625949.07	BM-04
494	40.41	9280165.20	625949.69	BM-04
495	40.31	9280163.30	625953.73	BM-04
496	40.47	9280161.91	625959.69	BM-04
520	40.45	9280130.08	626046.21	BM-05
609	42.22	9280149.74	626270.07	BM-06
715	41.12	9280254.11	626202.27	BM-07
929	43.41	9280292.72	626299.21	BM-08
998	42.94	9280275.71	626454.83	BM-09
1273	41.61	9280469.28	626339.60	BM-10
1418	41.58	9280662.43	626251.22	BM-11
1507	41.47	9280764.50	626070.80	BM-12
1519	41.64	9280822.27	626079.33	BM-12
1724	45.99	9281313.26	626539.77	BM-13

ESC: 1/5000

TABLA DE BMS				
PUNTO	COTA	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
129	40.63	9279937.96	625858.20	BM-01
245	40.79	9280016.75	626191.63	BM-02
402	41.40	9280426.95	625859.89	BM-03
493	40.56	9280166.69	625949.07	BM-04
494	40.41	9280165.20	625949.69	BM-04
495	40.31	9280163.30	625953.73	BM-04
496	40.47	9280161.91	625959.69	BM-04
520	40.45	9280130.08	626046.21	BM-05
609	42.22	9280149.74	626270.07	BM-06
715	41.12	9280254.11	626202.27	BM-07
929	43.41	9280292.72	626299.21	BM-08
998	42.94	9280275.71	626454.83	BM-09
1273	41.61	9280469.28	626339.60	BM-10
1418	41.58	9280662.43	626251.22	BM-11
1507	41.47	9280764.50	626070.80	BM-12
1519	41.64	9280822.27	626079.33	BM-12
1724	45.99	9281313.26	626539.77	BM-13



ESC: 1/1500

LEYENDA	
	LOTIZACIONES
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	ALINEAMIENTO DE CALLES
	COTAS DE RASANTE
	TERRENO DE LA CAMARA DE BOMBEO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017

ASIGNATURA:
SEMINARIO DE TESIS II

TESISTA:
HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL

PRESIDENTE:
ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA

SECRETARIO:
ING. JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBLITAS

ASESOR:
ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA

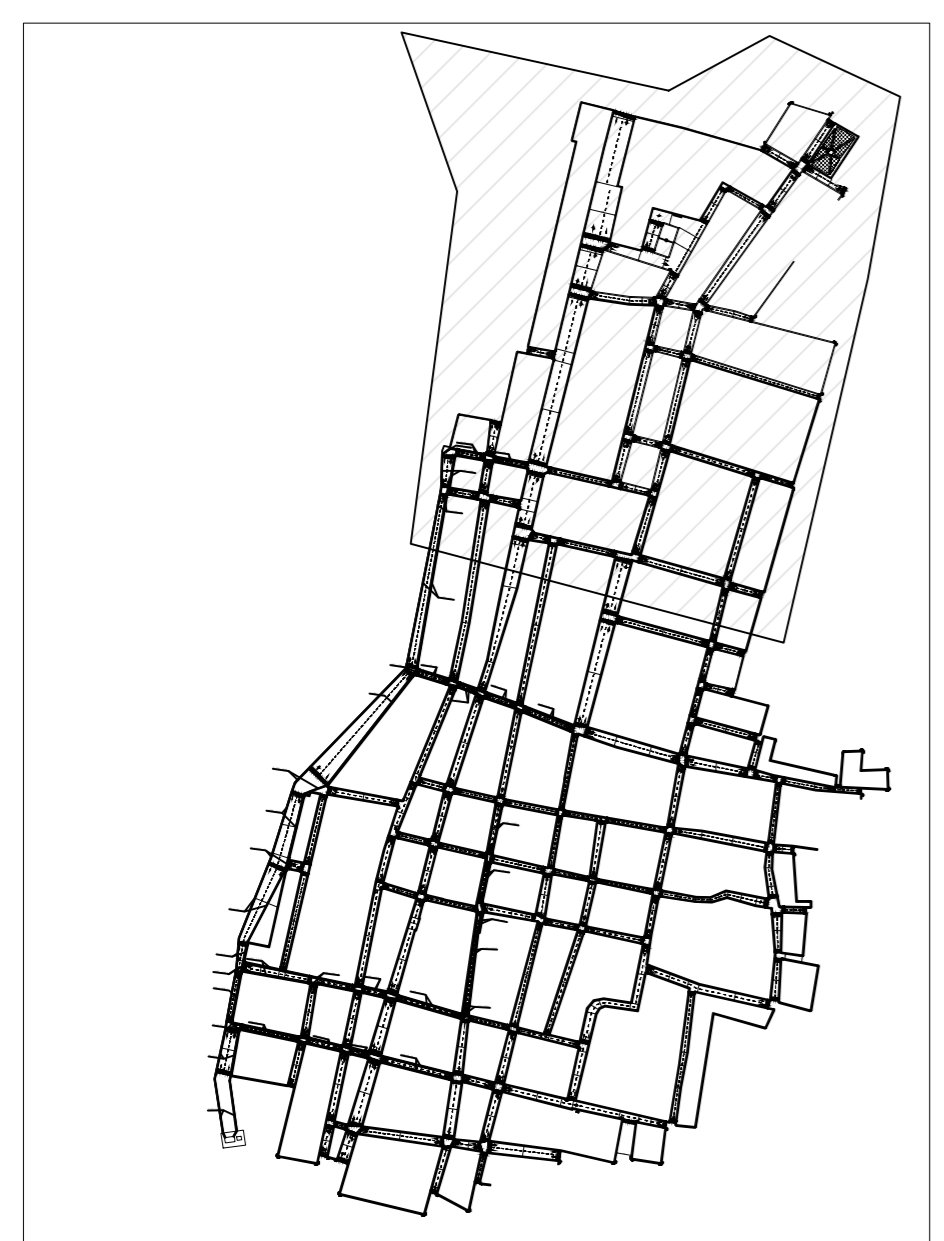
UBICACIÓN:
 DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : LAMBAYEQUE
 DISTRITO : TÚCUME

PLANO:
DIAGRAMA DE FLUJOS

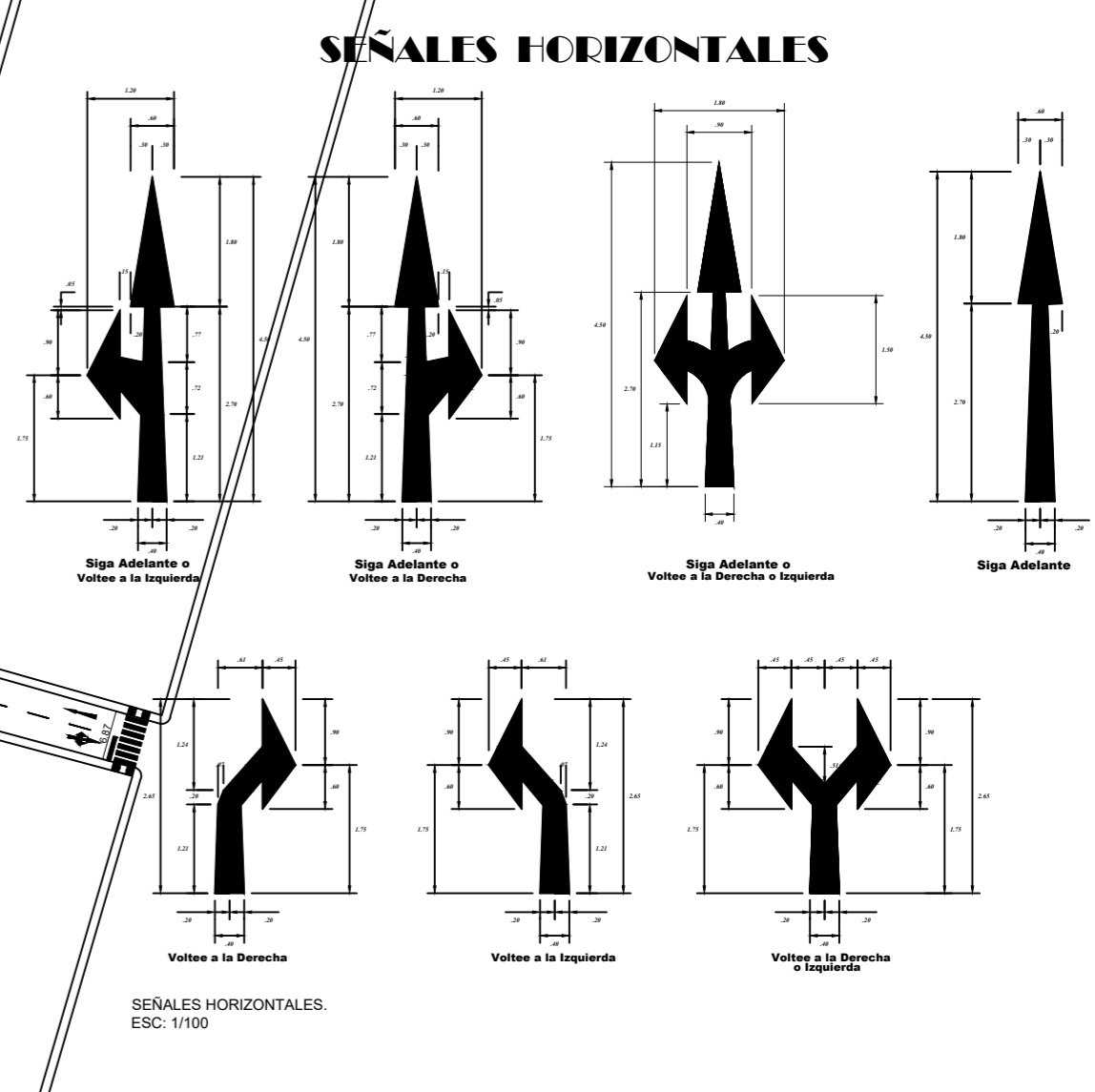
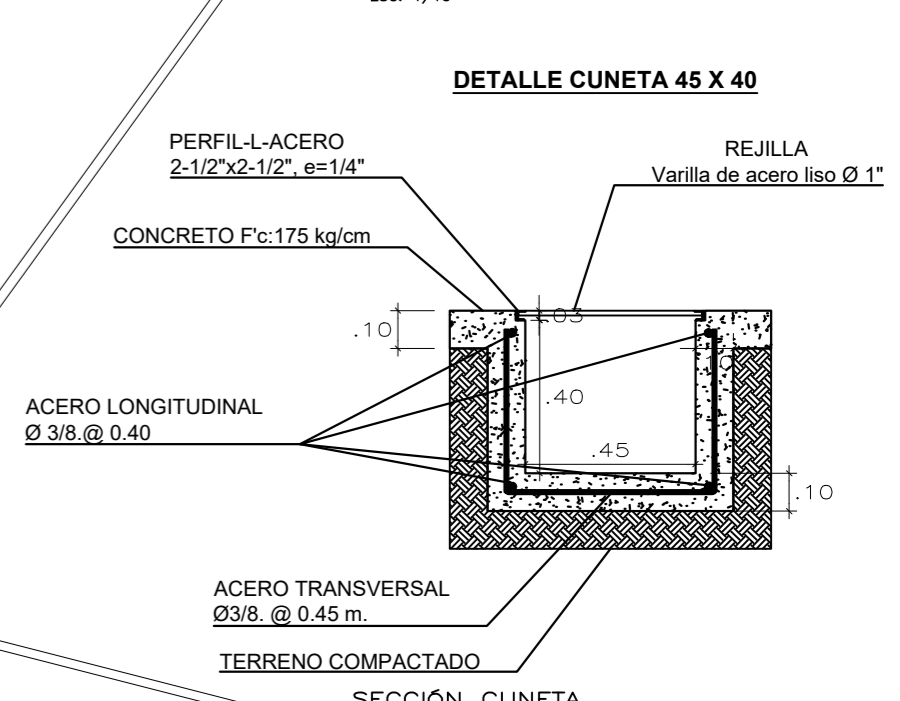
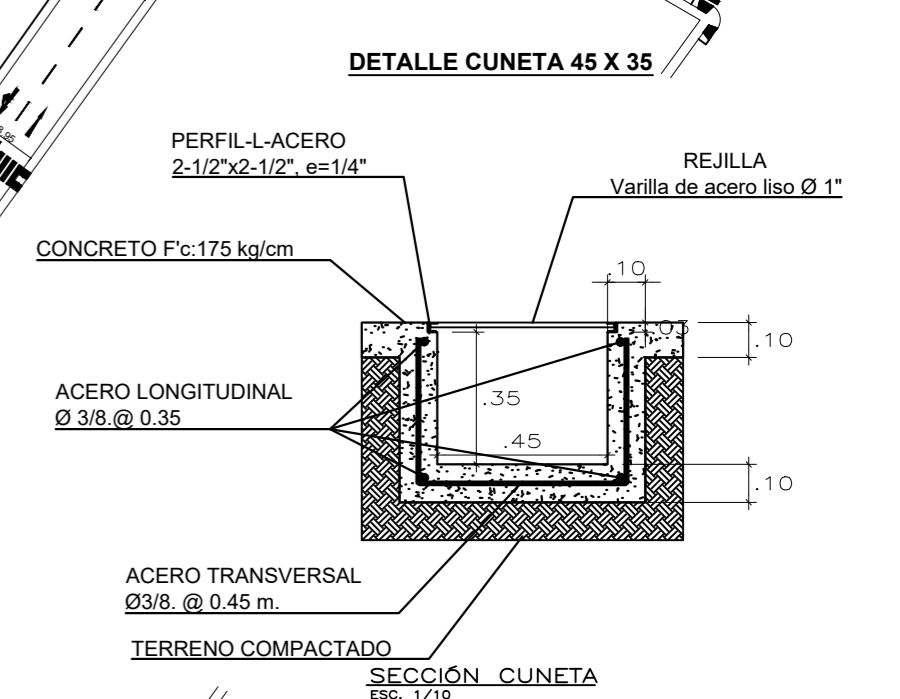
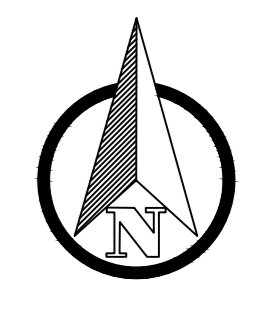
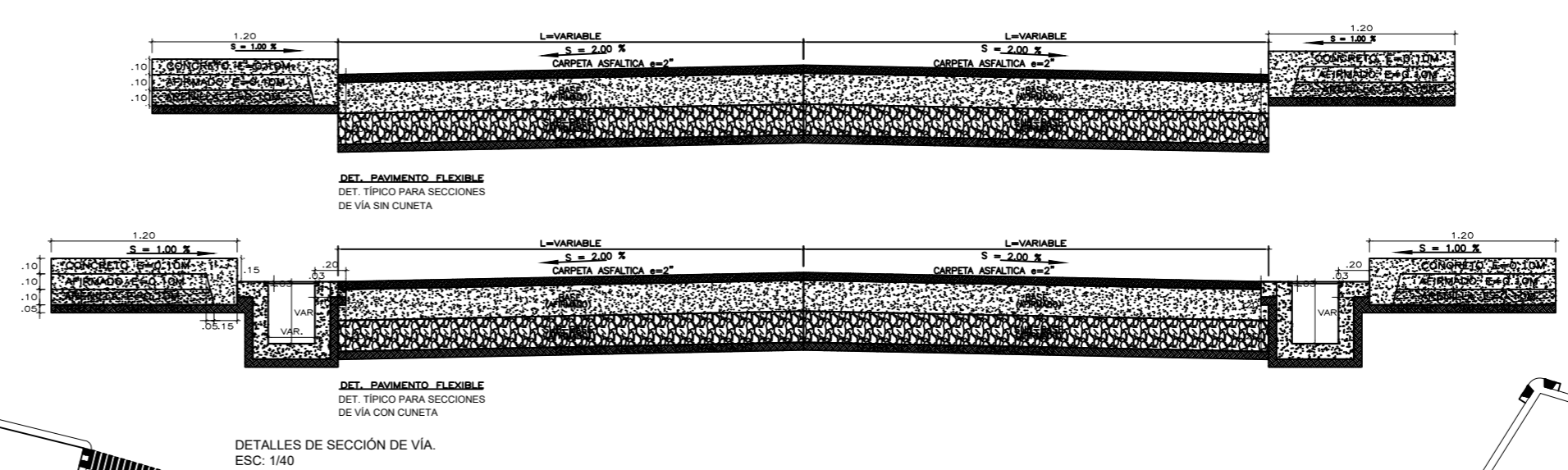
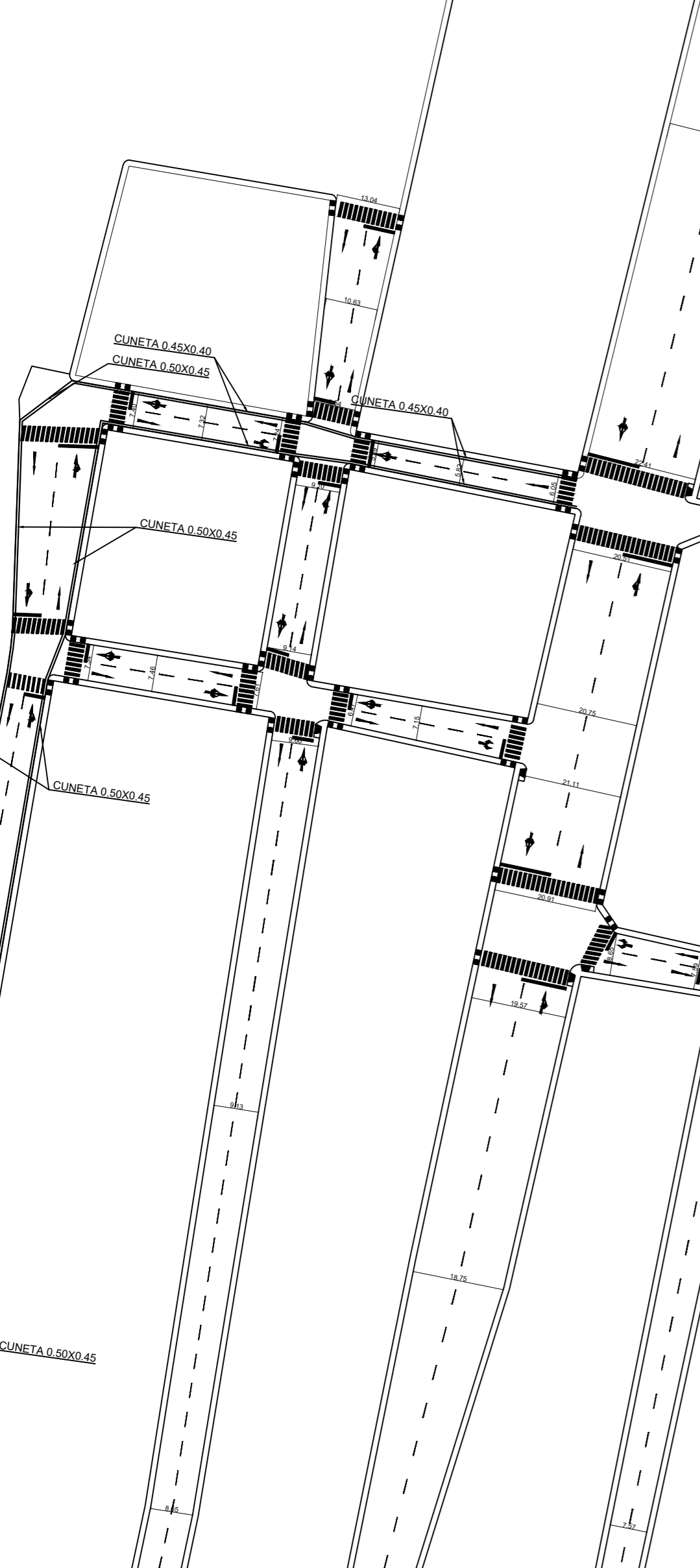
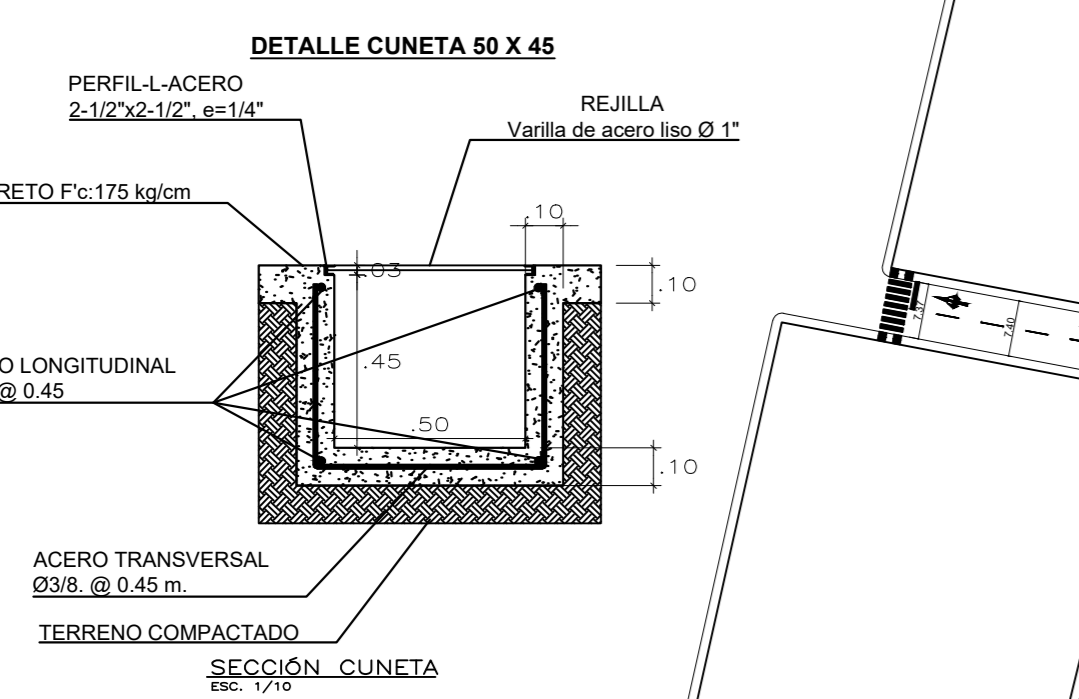
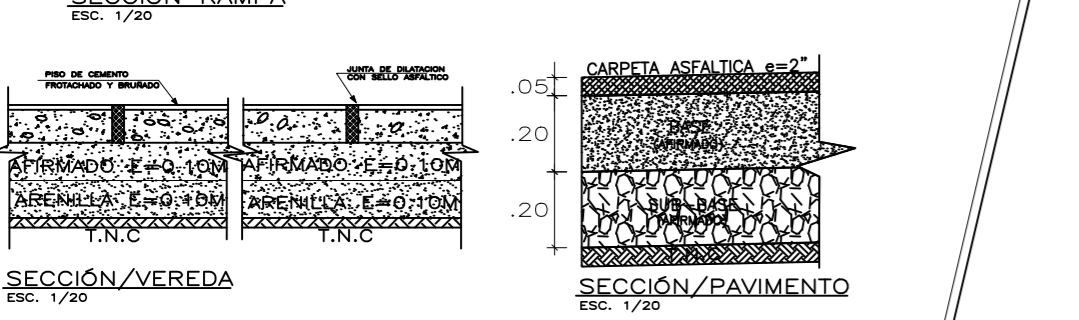
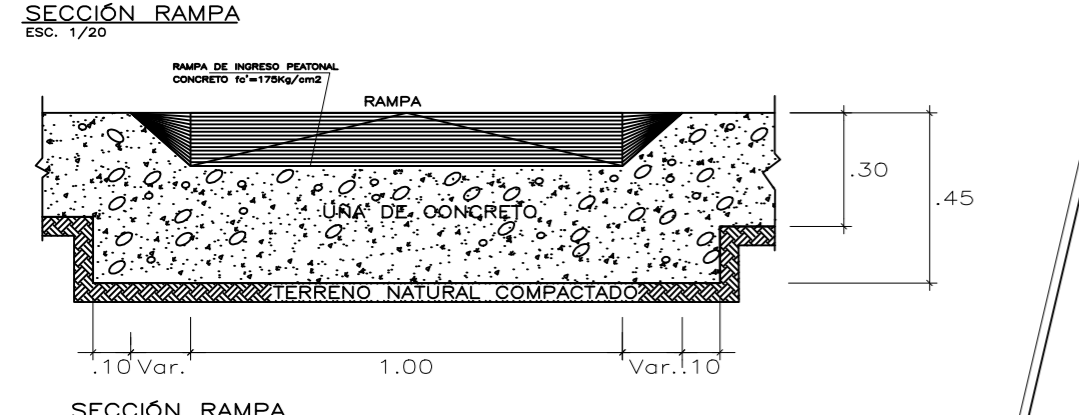
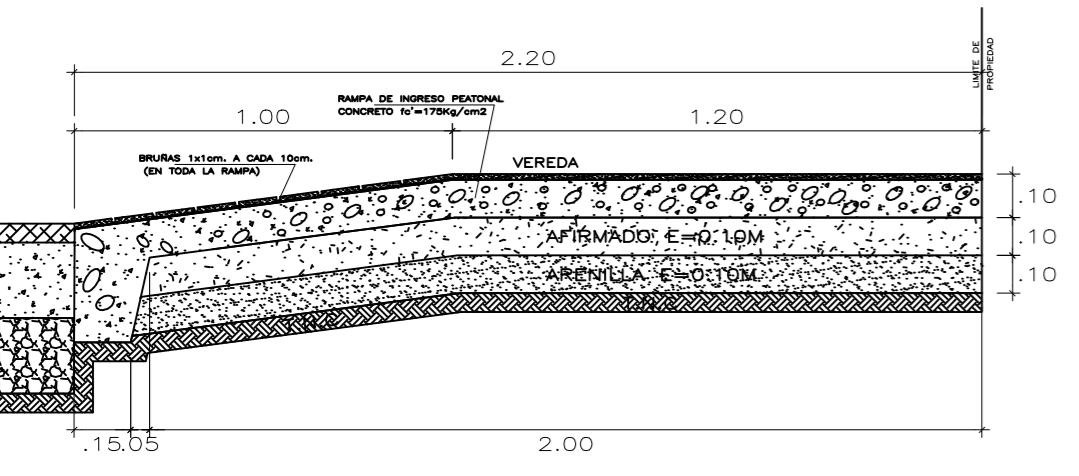
ESCALA:
 1/1500

FECHA:
 31 DE JUNIO DE 2020

N° PLANO:
10 - II



PLANO DE UBICACIÓN ESC:1/10000
Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
Hemisferio Sur - ZONA 17



<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017</p>	<p>ASIGNATURA: SEMINARIO DE TESIS II</p>	<p>PRESIDENTE: ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA</p>	<p>UBICACIÓN: DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE DISTRITO : TÚCUME</p>	<p>PLANO: PLANO ARQUITECTÓNICO - TÚCUME</p>	<p>N° PLANO: 11-I</p>
		<p>TESISTA: HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL</p>	<p>SECRETARIO: ING. JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS</p>	<p>FECHA: 31 DE JUNIO DE 2020</p>		

626100.000

626200.000

626300.000

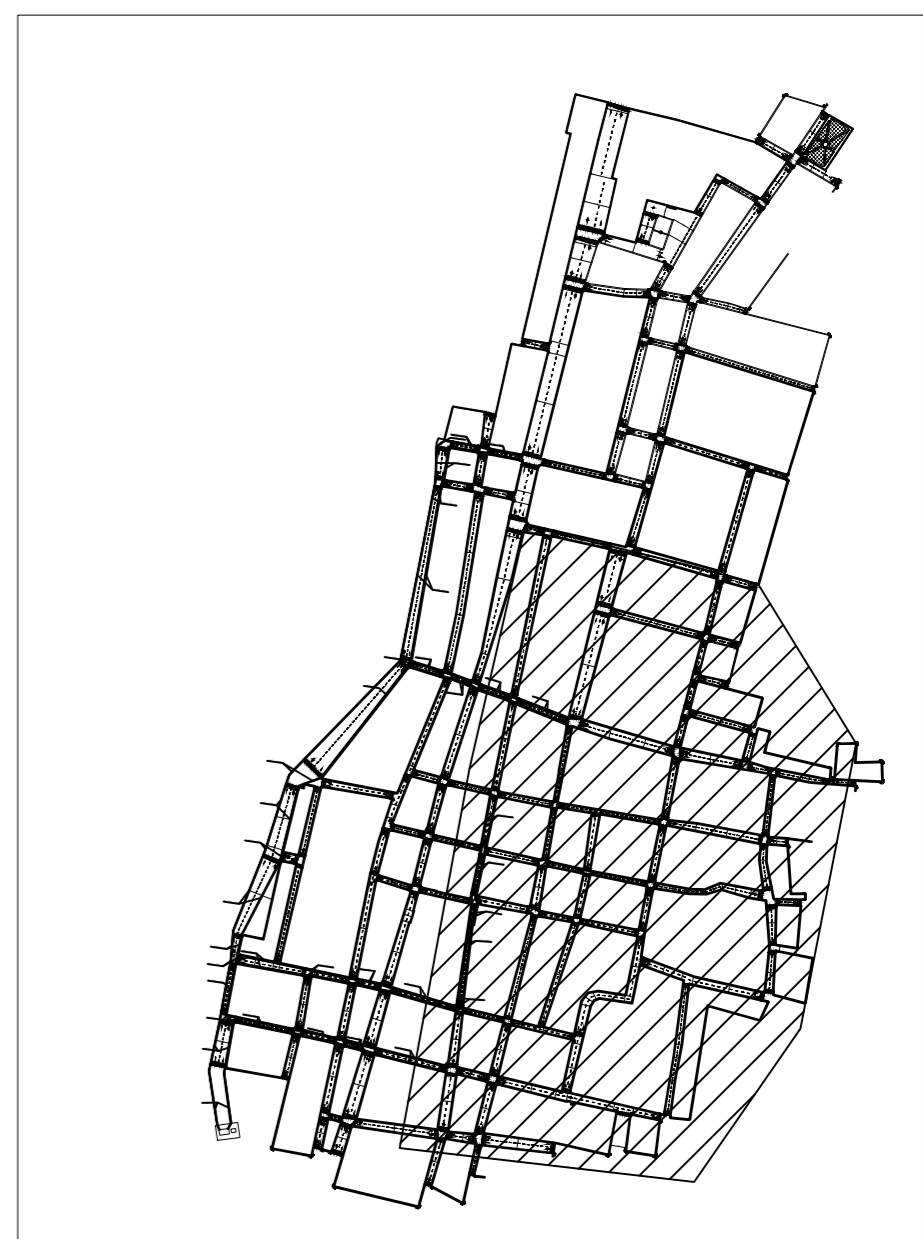
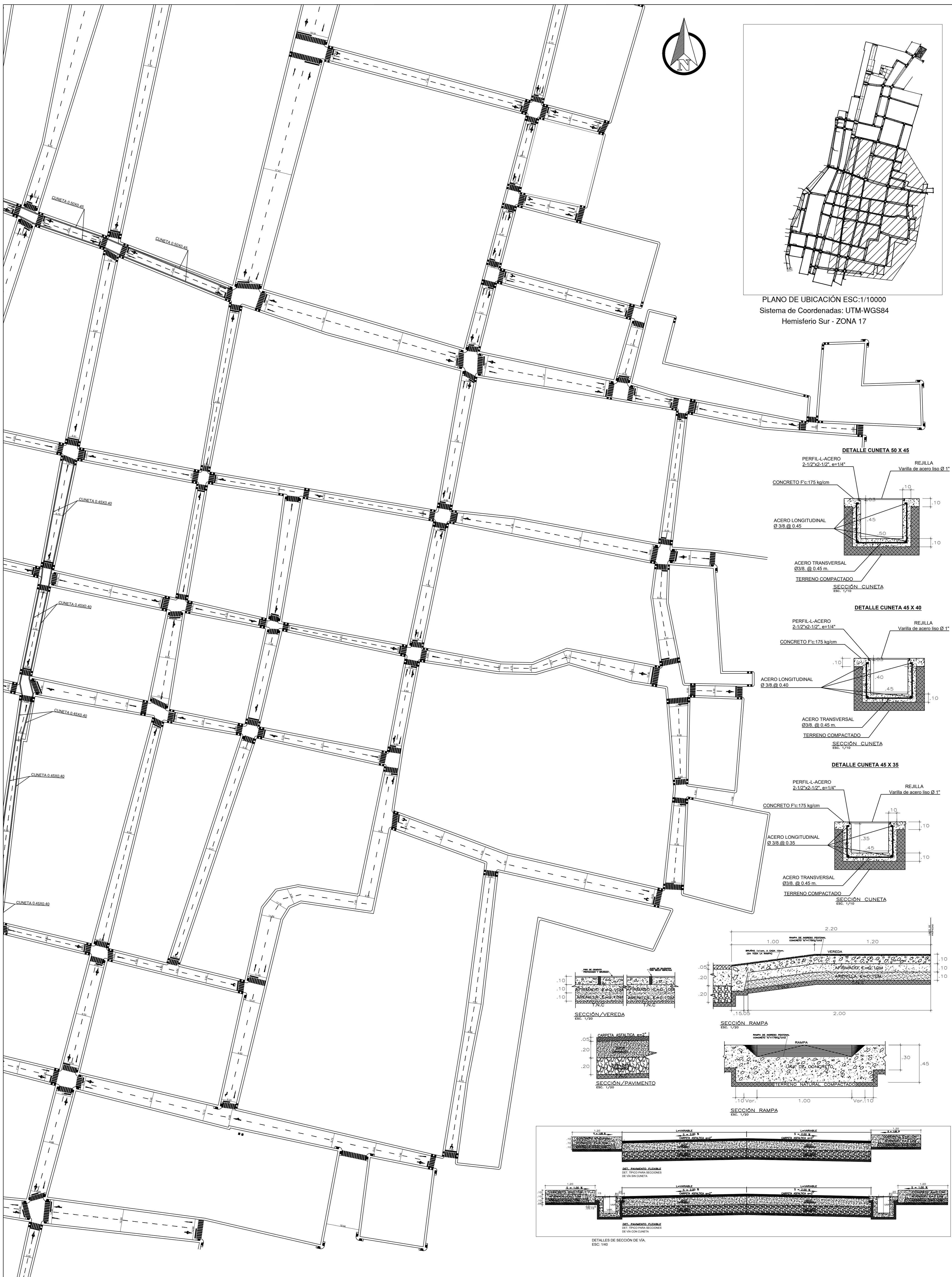
626400.000

626500.000

626600.000

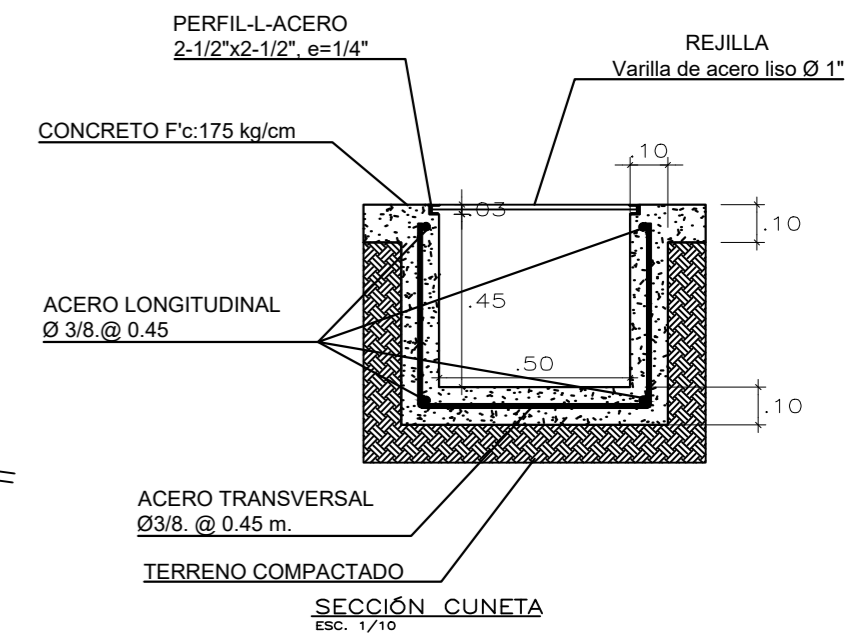
9280000.000
9280100.000
9280200.000
9280300.000
9280400.000
9280500.000

9280000.000
9280100.000
9280200.000
9280300.000
9280400.000
9280500.000

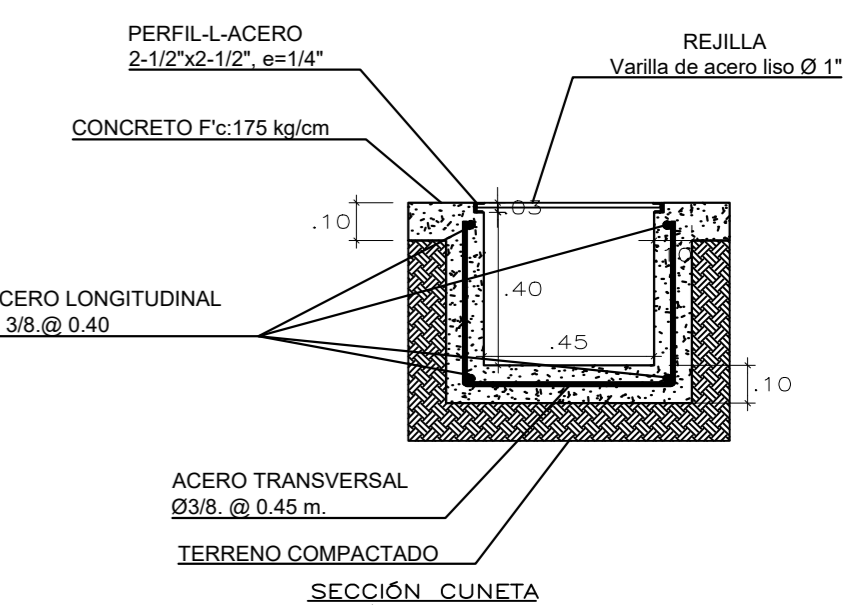


PLANO DE UBICACIÓN ESC:1/10000
 Sistema de Coordenadas: UTM-WGS84
 Hemisferio Sur - ZONA 17

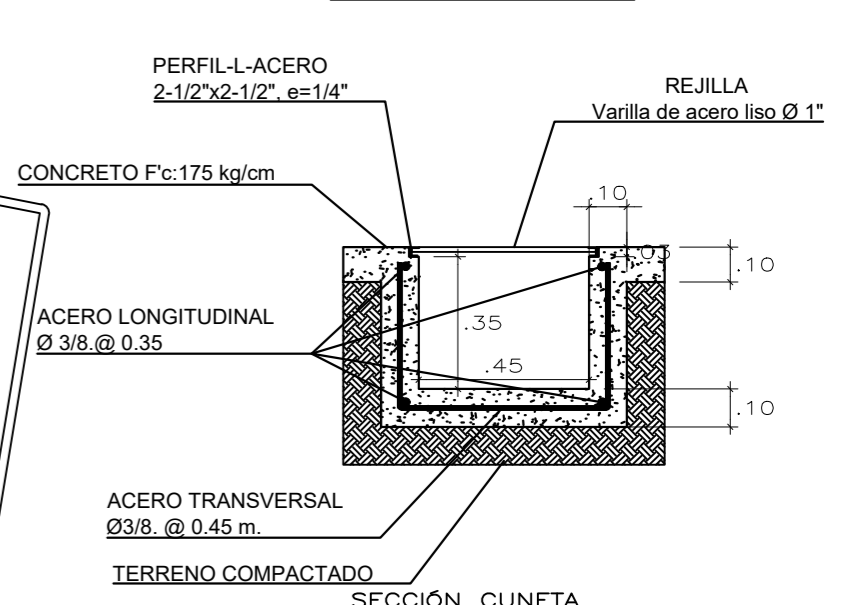
DETALLE CUNETAS 50 X 45



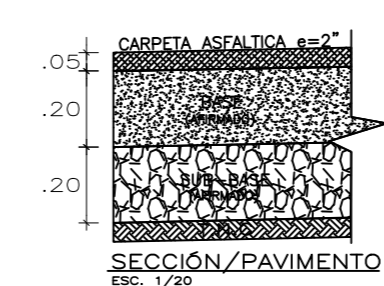
DETALLE CUNETAS 45 X 40



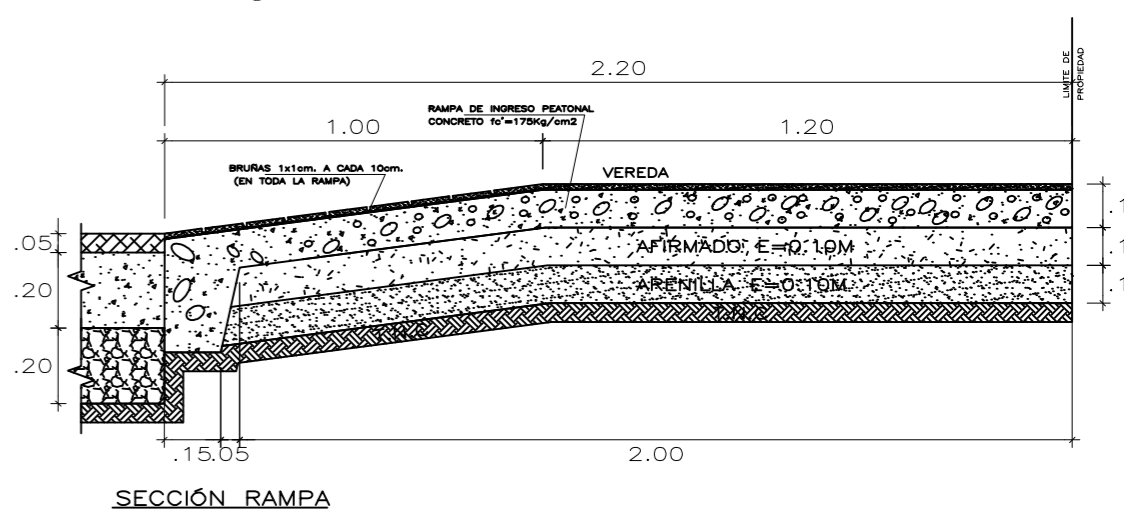
DETALLE CUNETAS 45 X 35



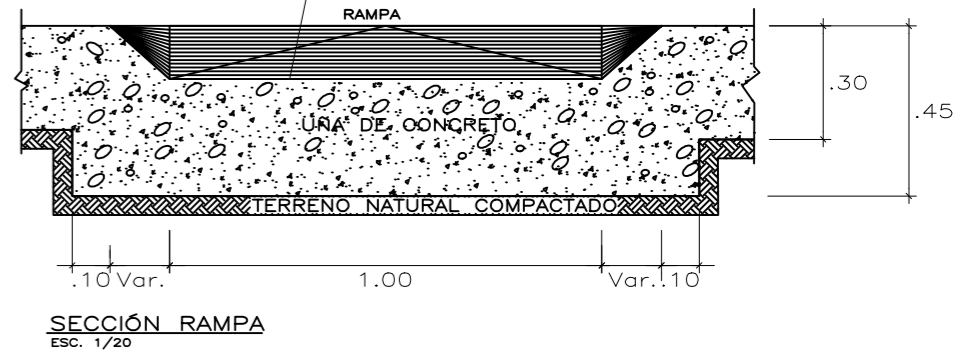
SECCIÓN VEREDA
 ESC: 1/20



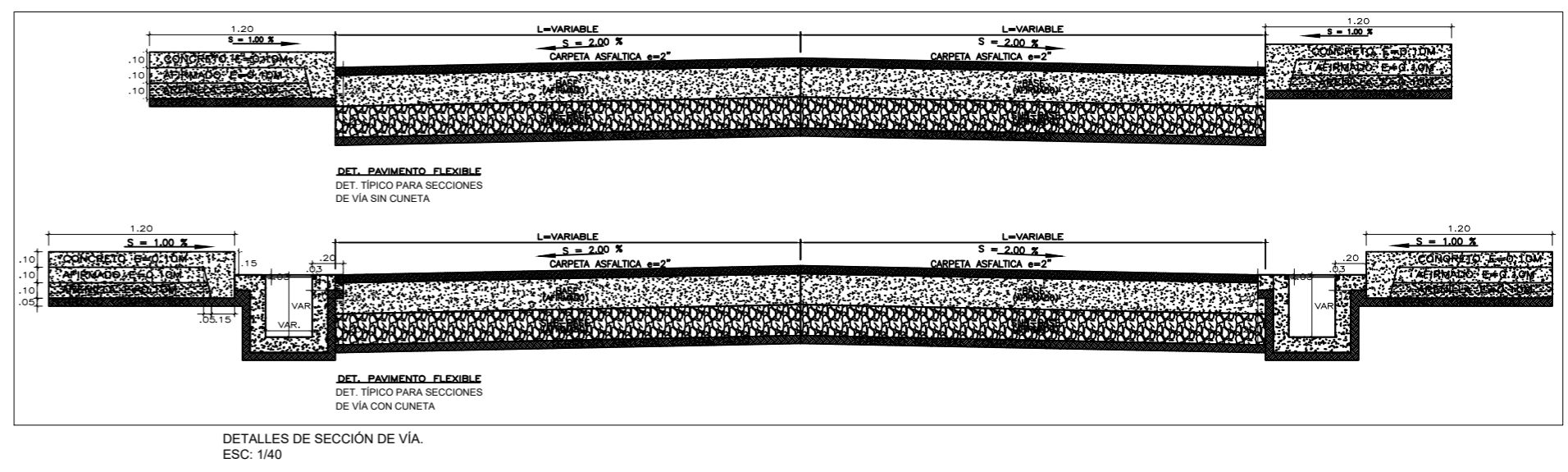
SECCIÓN PAVIMENTO
 ESC: 1/20




SECCIÓN RAMPA
 ESC: 1/20

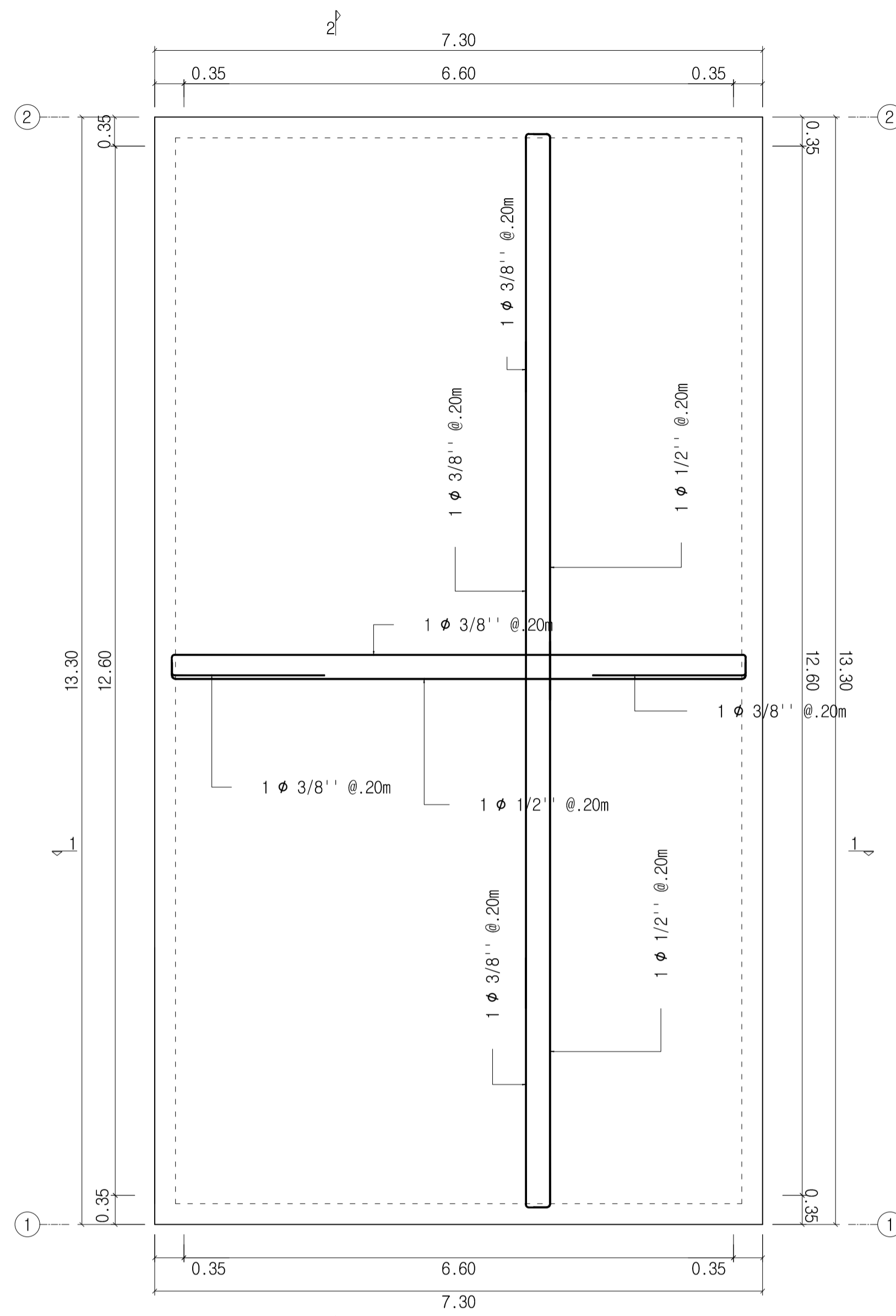


SECCIÓN RAMPA
 ESC: 1/20



DETALLES DE SECCIÓN DE VIA.
 ESC: 1/40

 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017	ASIGNATURA: SEMINARIO DE TESIS II TESISISTA: HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL	PRESIDENTE: ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA SECRETARIO: ING. JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS ASESOR: ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA	UBICACIÓN: DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE DISTRITO : TÚCUME	PLANO: PLANO ARQUITECTÓNICO - TÚCUME ESCALA: 1/1000 FECHA: 31 DE JUNIO DE 2020	N° PLANO: 11-11
---	--	--	---	---	---	--	---------------------------



CÁMARA DE BOMBEO
ESC: 1/50

CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS:

1.0 CONCRETO:

- MUROS DE CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²
- LOSA DE FONDO $f'c=210$ kg/cm²

2.0 ACERO PARA CONCRETO:

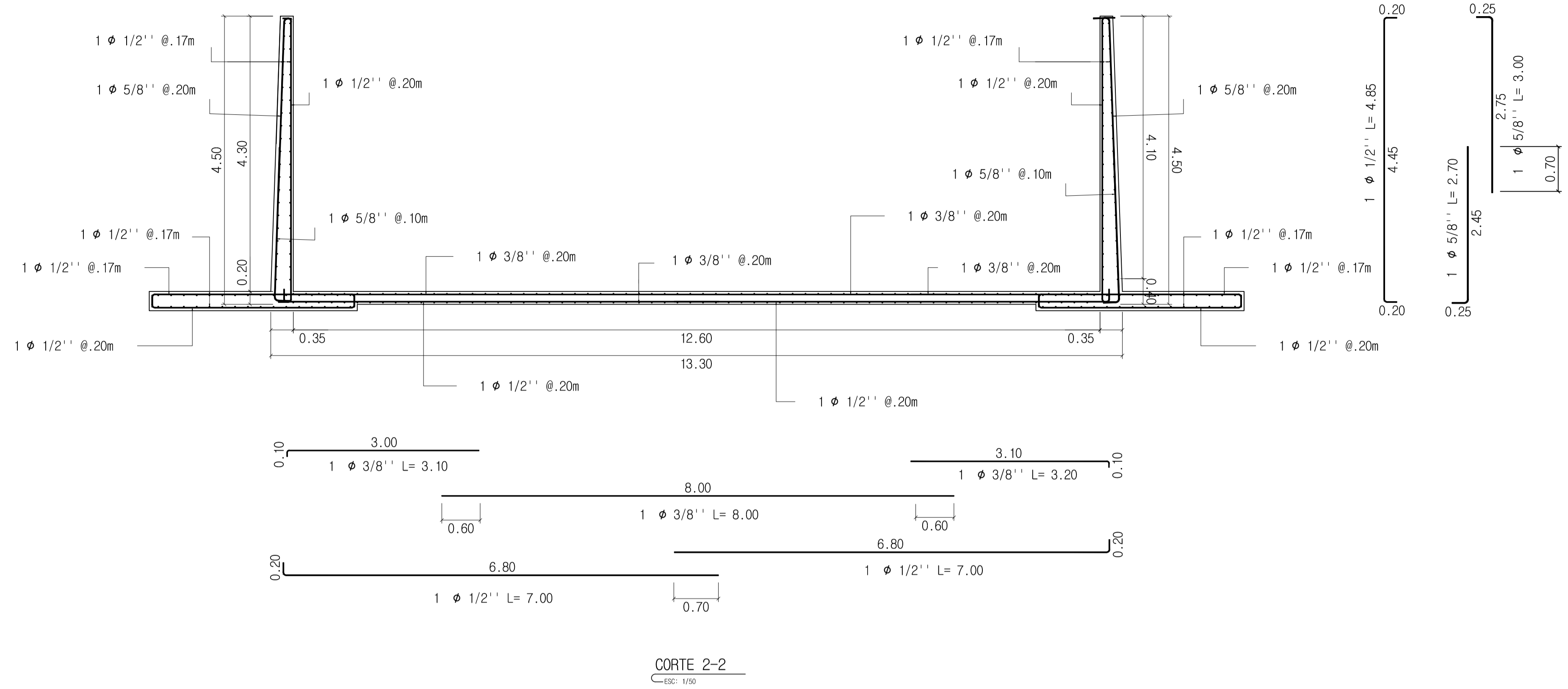
- FLUENCIA DEL REFUERZO: $f_y=4200$ kg/cm²

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:

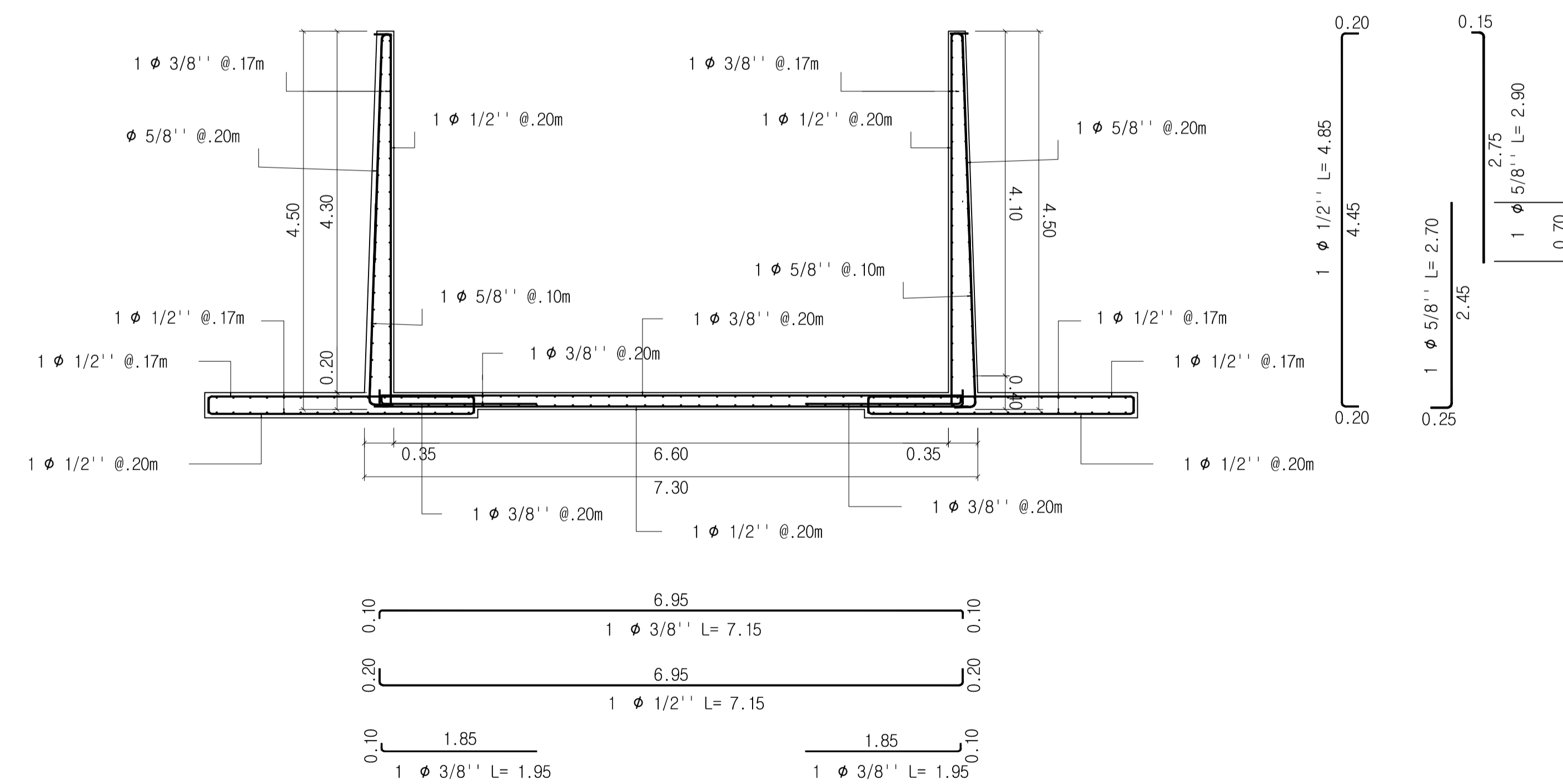
- MUROS: 4.0 cm
- ZAPATAS: 7.0 cm
- LOSA DE FONDO: 5.0 cm

CONCRETO SIMPLE

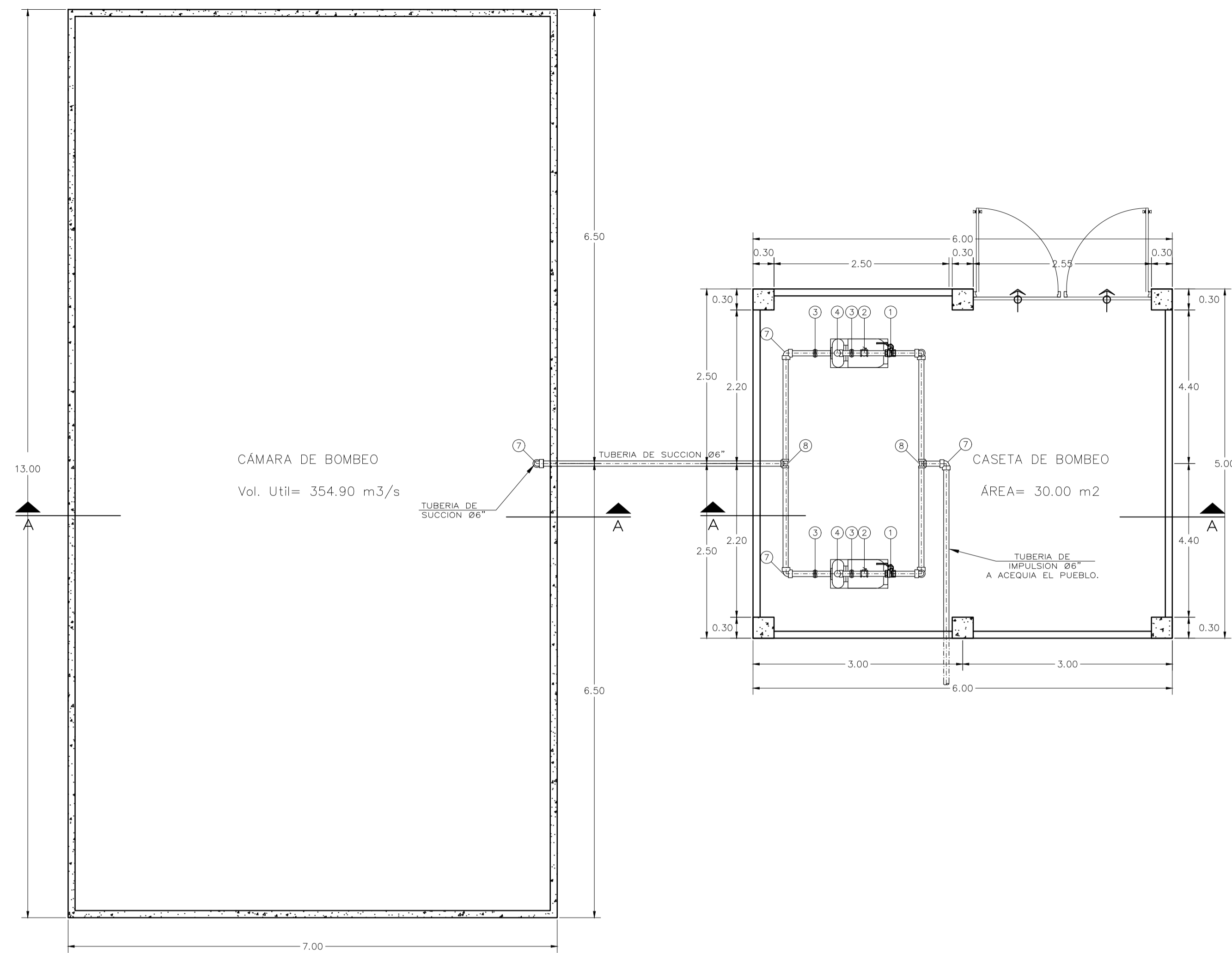
- SE DEBERÁ COLOCAR UN SOLADO DEBAJO DEL NIVEL DE CIMENTACIÓN PARA LAS ZAPATAS, DE UN ESPESOR DE 10 cm, CON UNA RELACIÓN DE MEZCLA 1:10



CORTE 2-2
ESC: 1/50

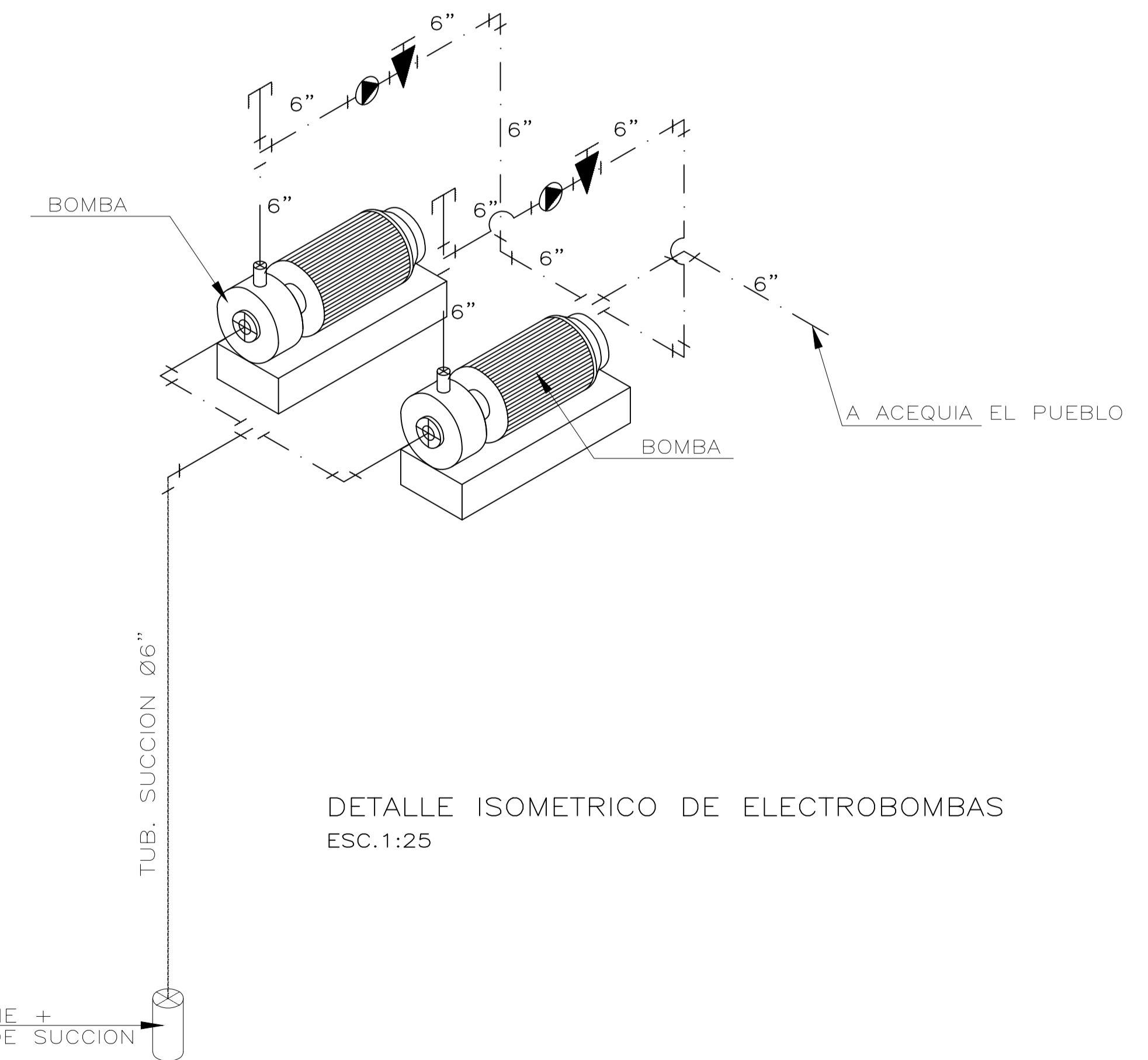
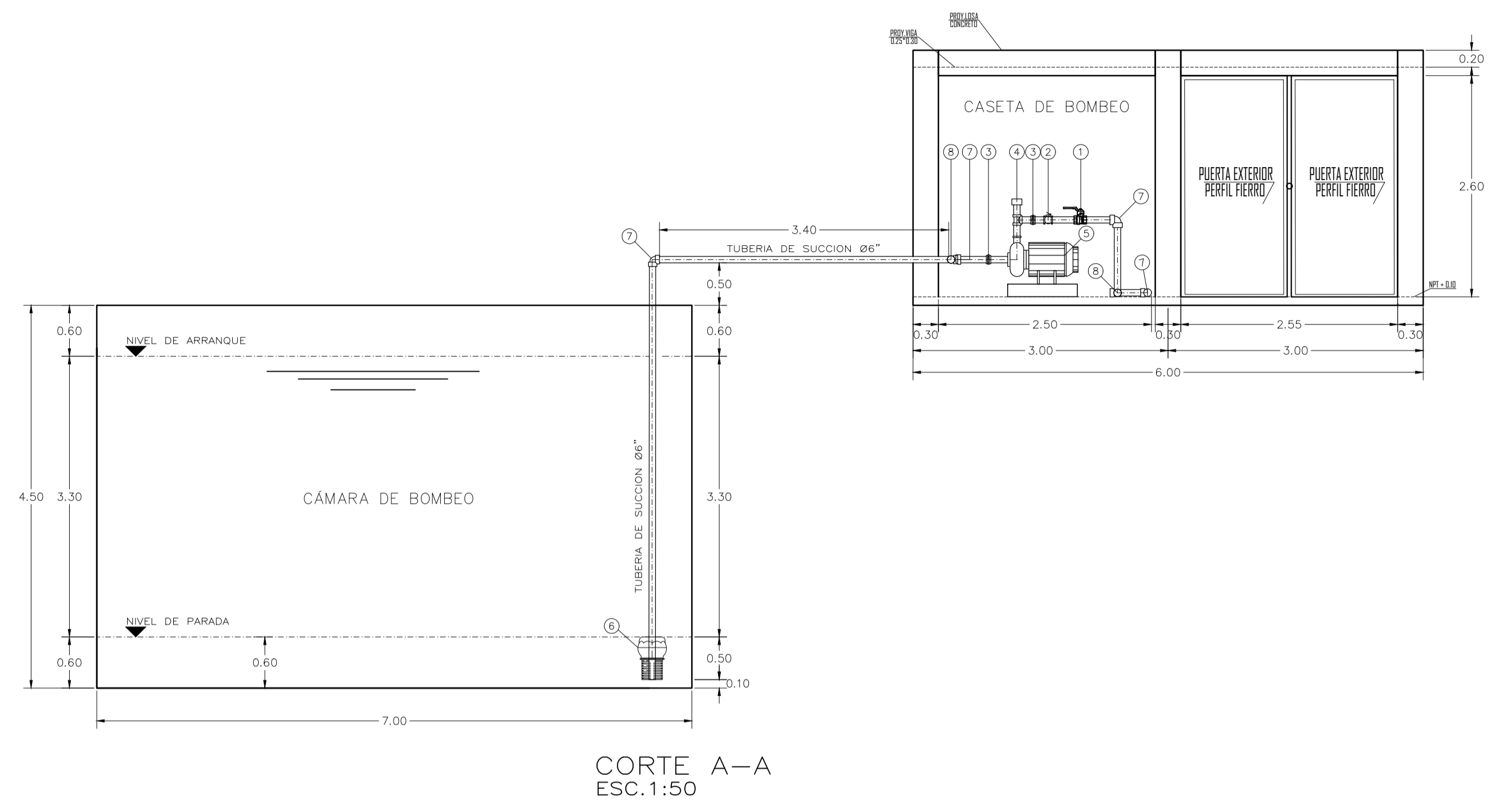


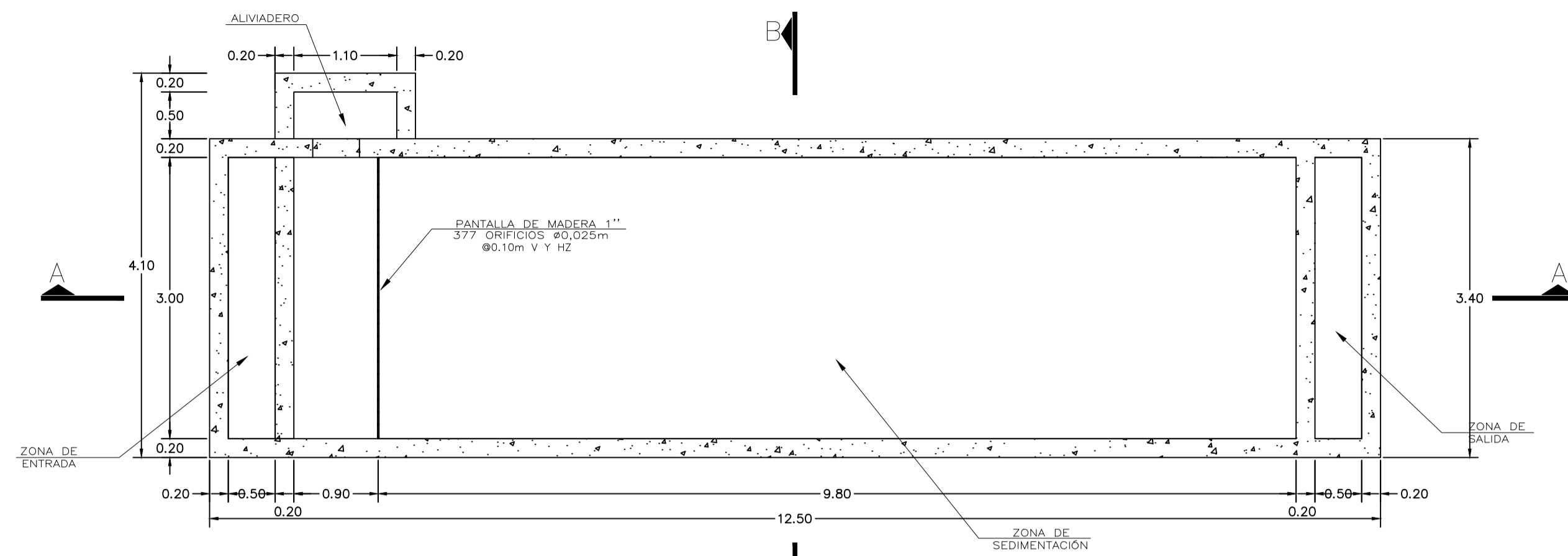
CORTE 1-1
ESC: 1/50



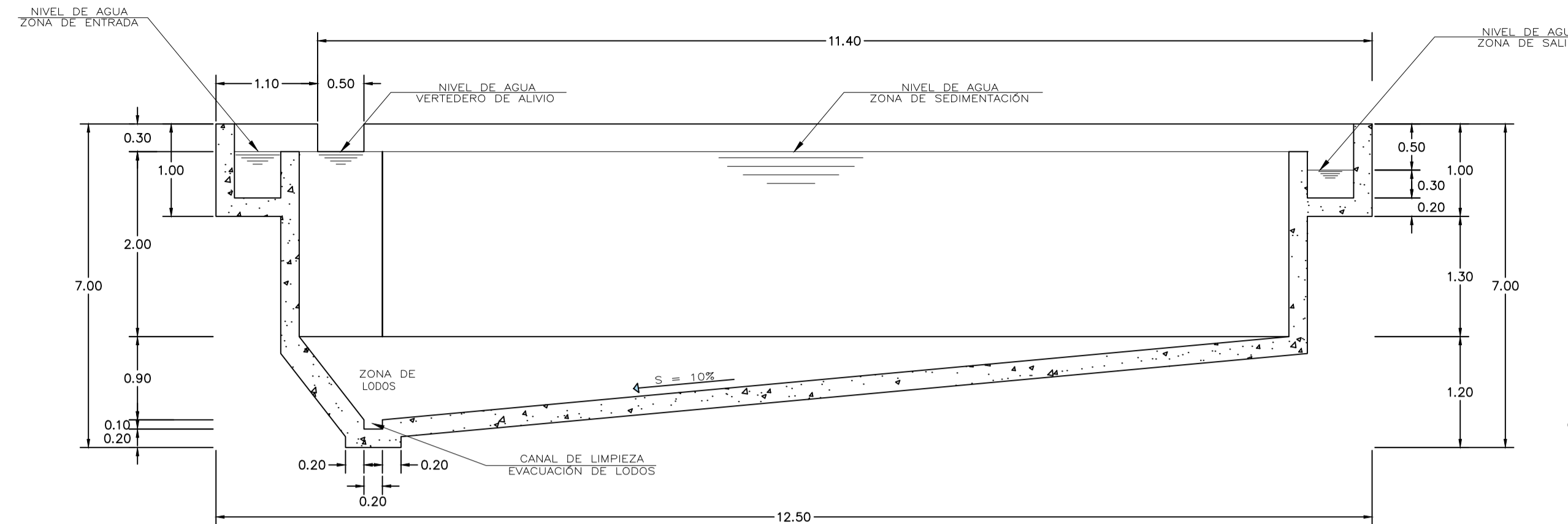
PLANTA ESTACIÓN DE BOMBEO
ESC.1:50

LEYENDA	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
1	VÁLVULA COMPUERTA Ø6"
2	VÁLVULA CHECK Ø6"
3	UNIÓN UNIVERSAL Ø6"
4	TAPÓN DE CEBADO Ø6"
5	EQUIPO DE BOMBEO 10HP
6	VÁL. DE PIE+CANASTILLA DE SUCCIÓN Ø6"
7	CODO 90° Ø6"
8	TEE Ø6"

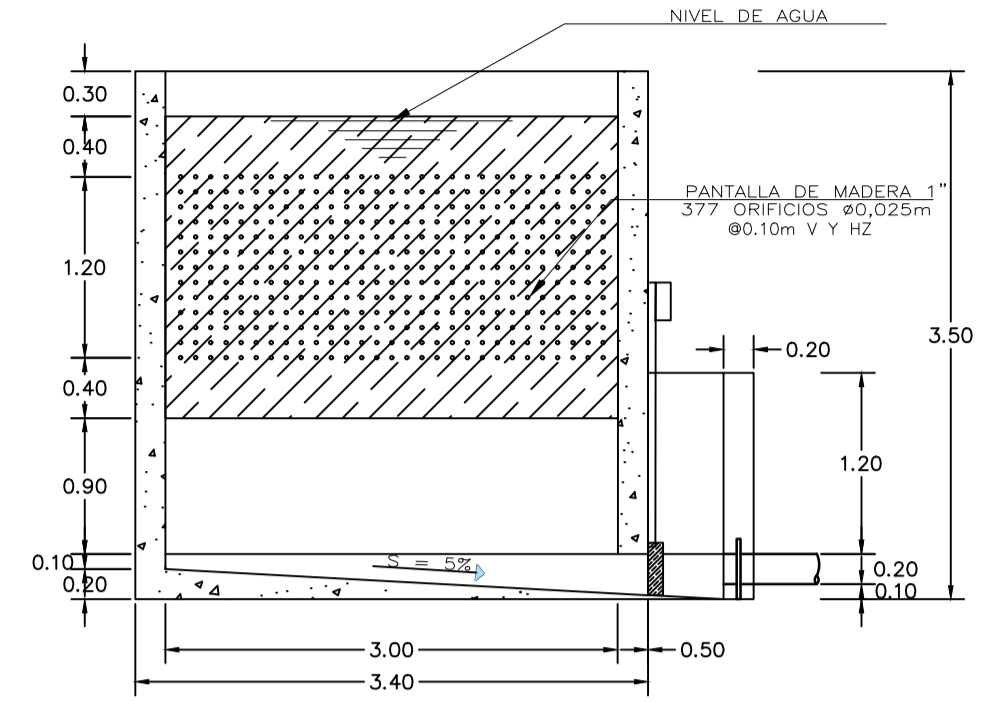




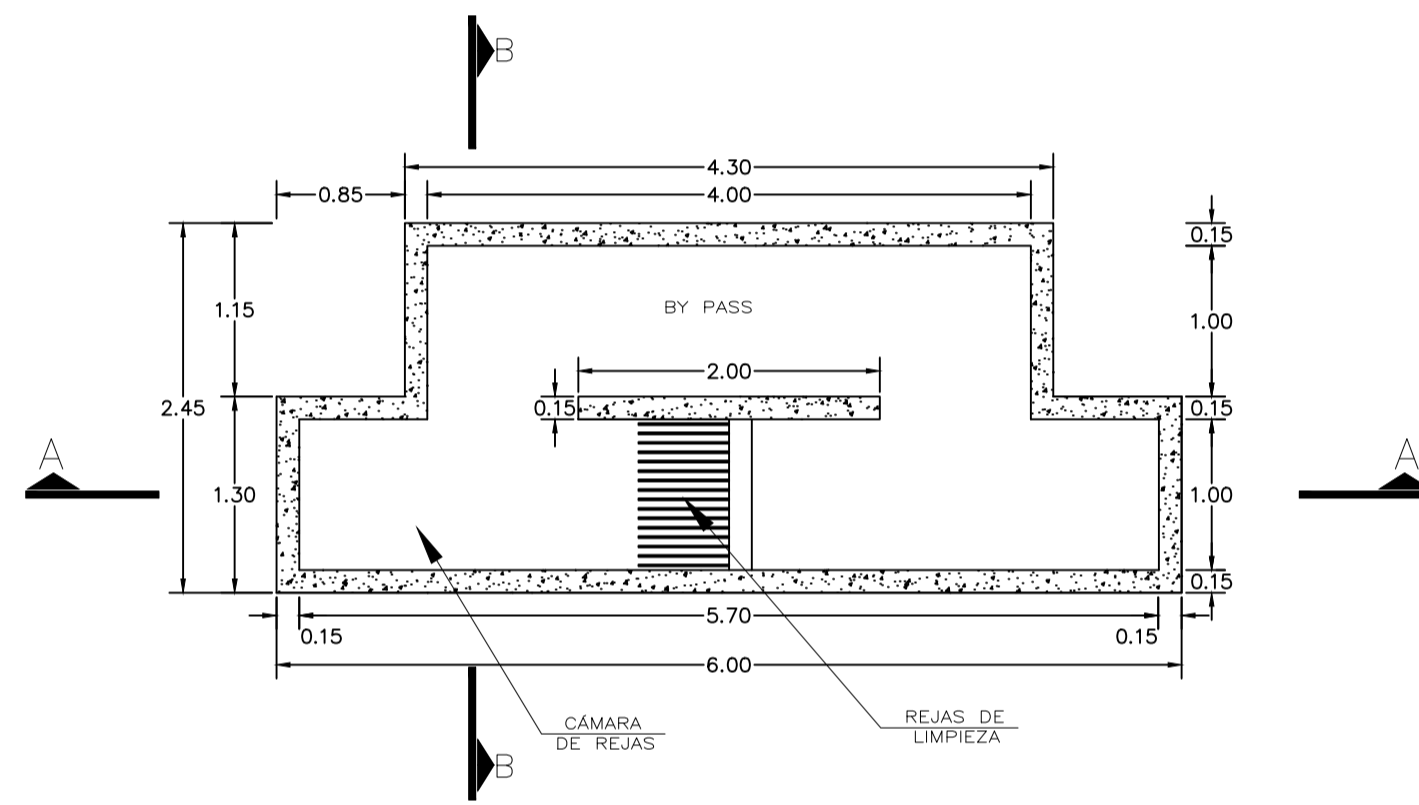
PLANTA SEDIMENTADOR
ESC.1:50



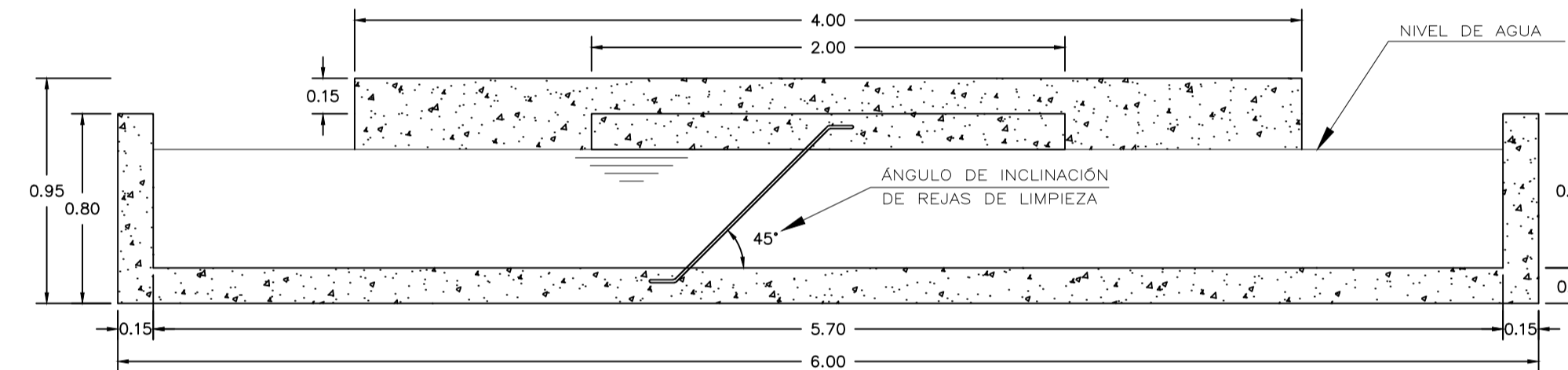
CORTE A-A
ESC.1:50



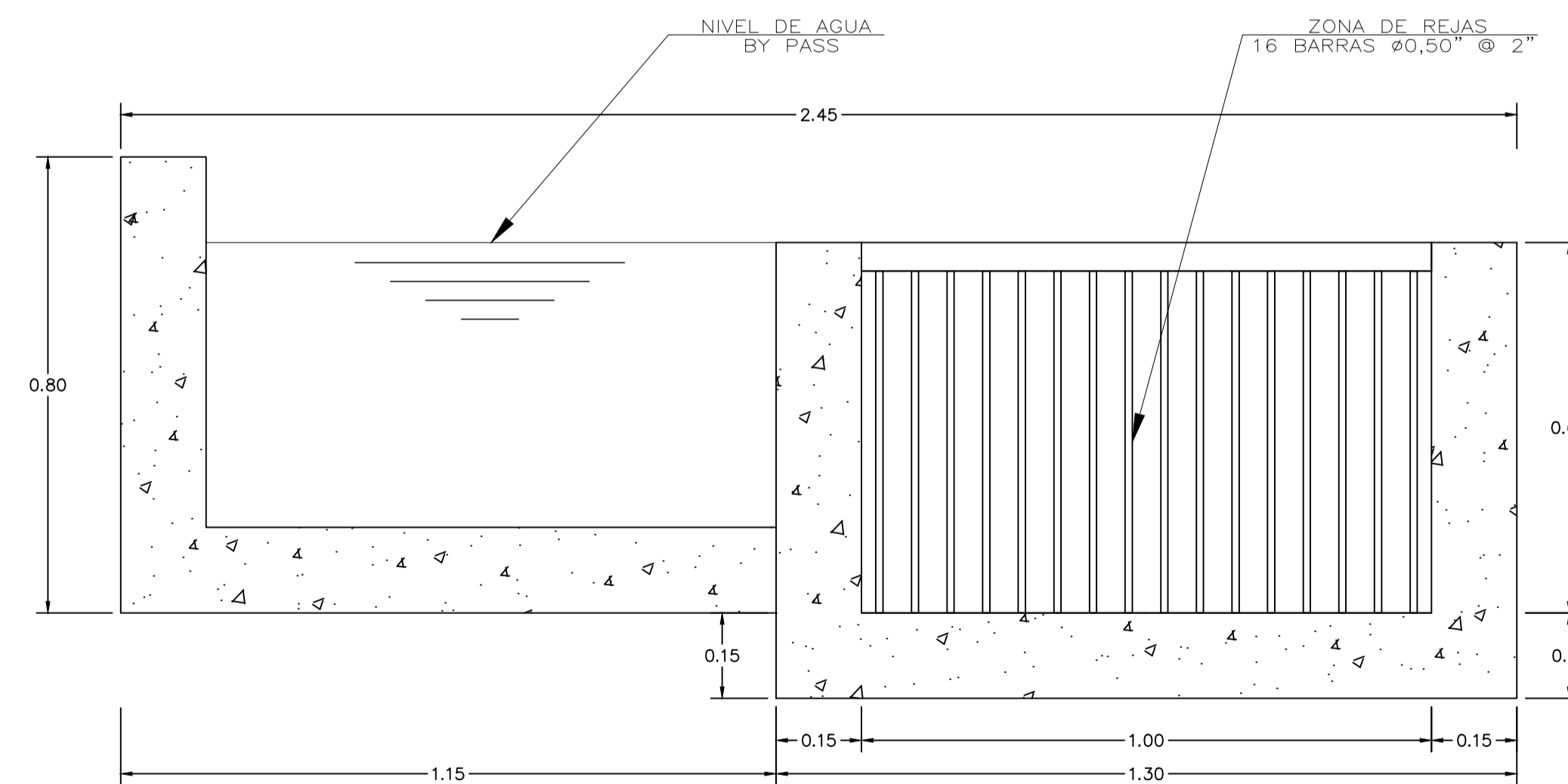
CORTE B-B
ESC.1:50



PLANTA CÁMARA DE REJAS
ESC.1:50



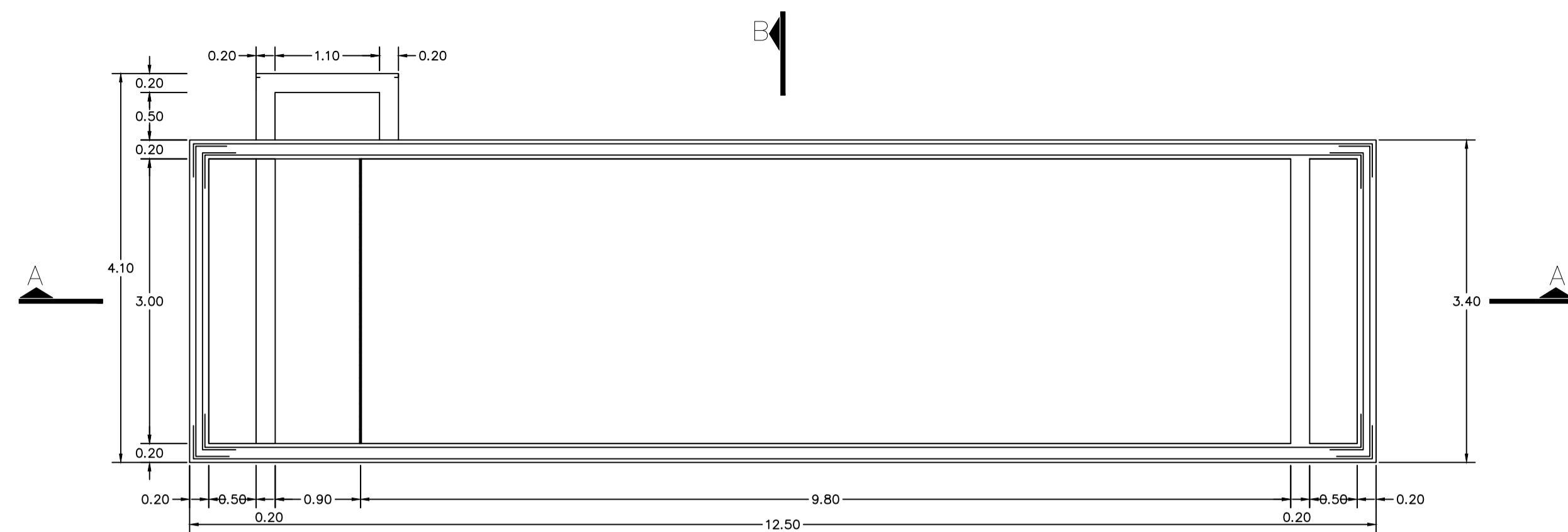
CORTE A-A
ESC.1:25



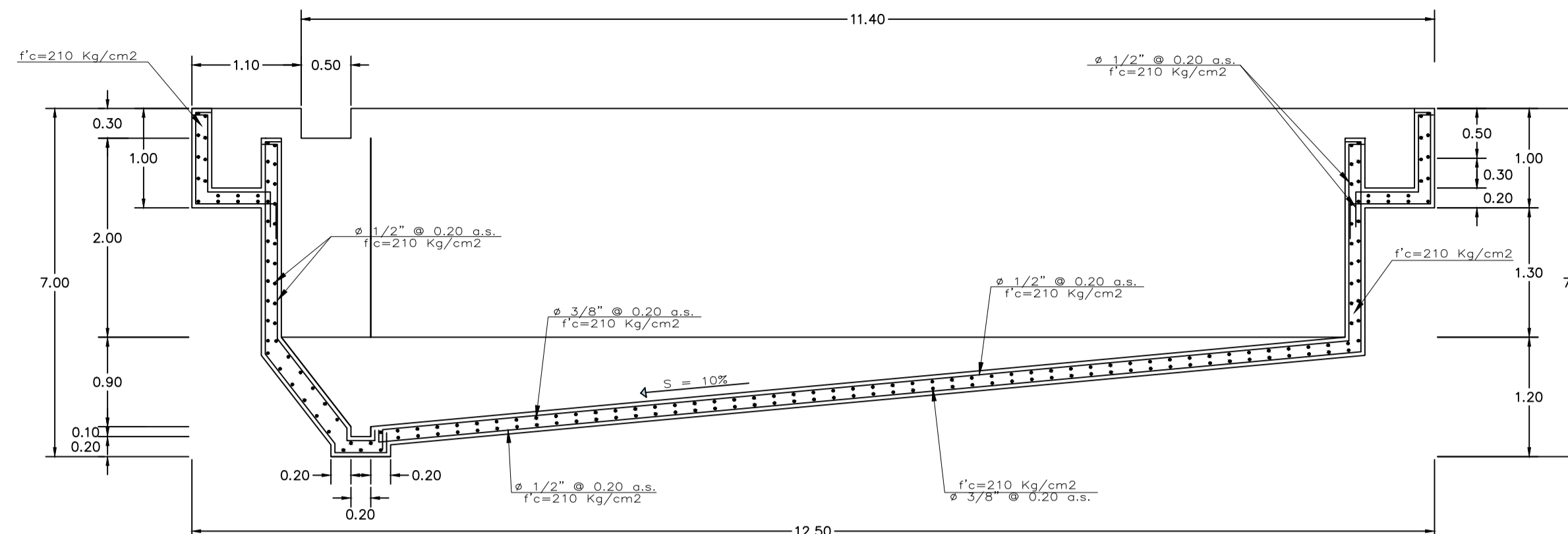
CORTE B-B
ESC.1:10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

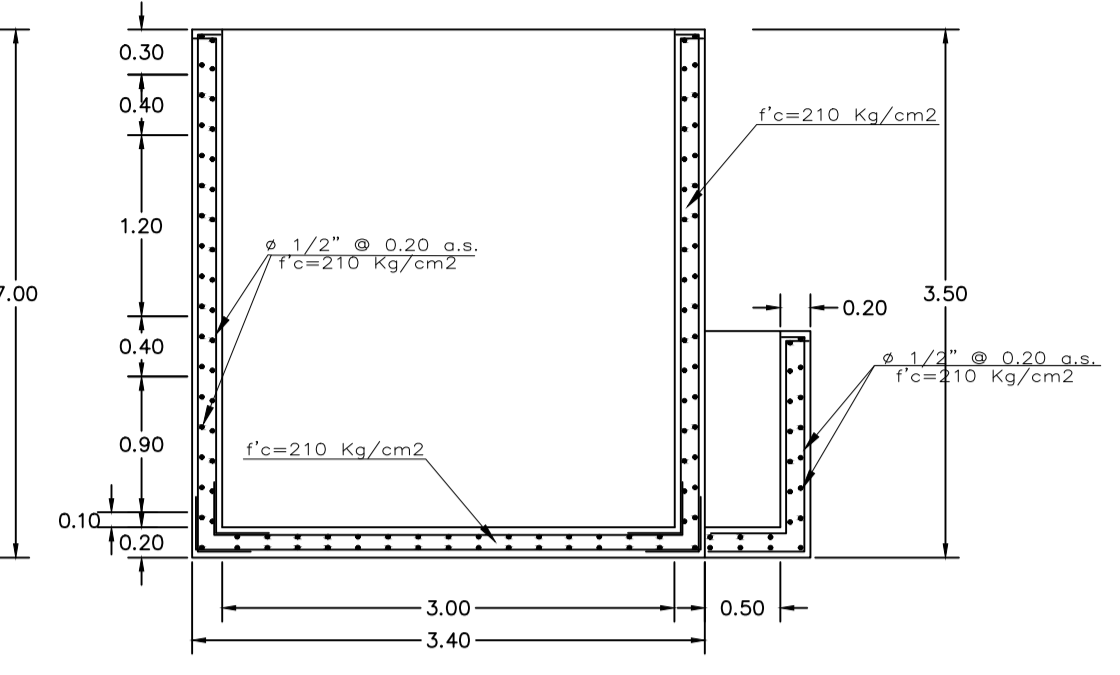
- **Concreto:**
 - Cemento Tipo I
 - Solado : $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - Losa de fondo : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - Muros : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- **Acero:**
 - Acero estructural : $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- **Recubrimientos:**
 - Losa de fondo : 4.00 cm
 - Losa de techo : 4.00 cm
 - Muros : 4.00 cm
- **Tarrajeo:**
 - Interno expuesto al agua: 1:2 e=1.5 cm. + aditivo impermeabilizante.
 - Exterior e interior sin exposición al agua: 1:4 e=1.5 cm.



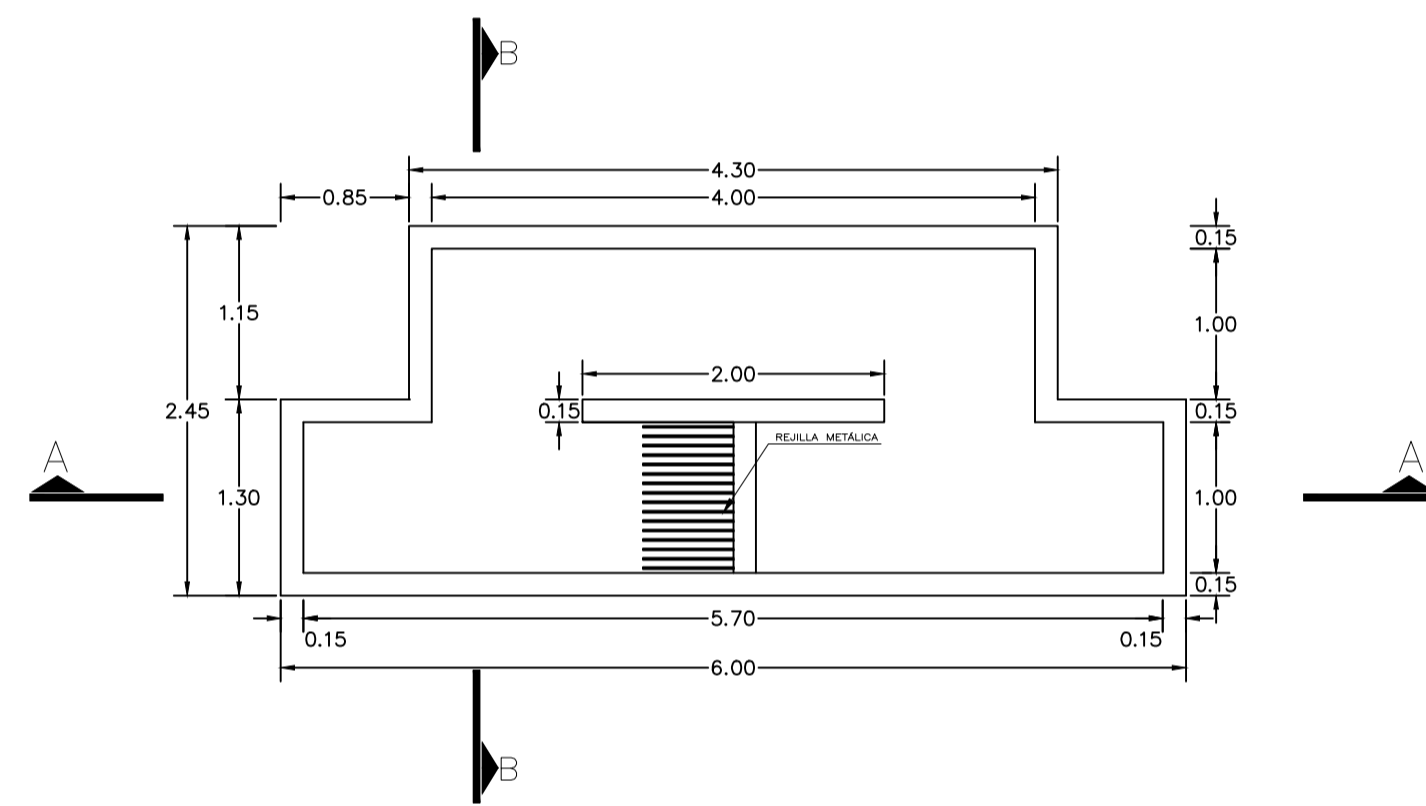
PLANTA SEDIMENTADOR
ESC.1:50



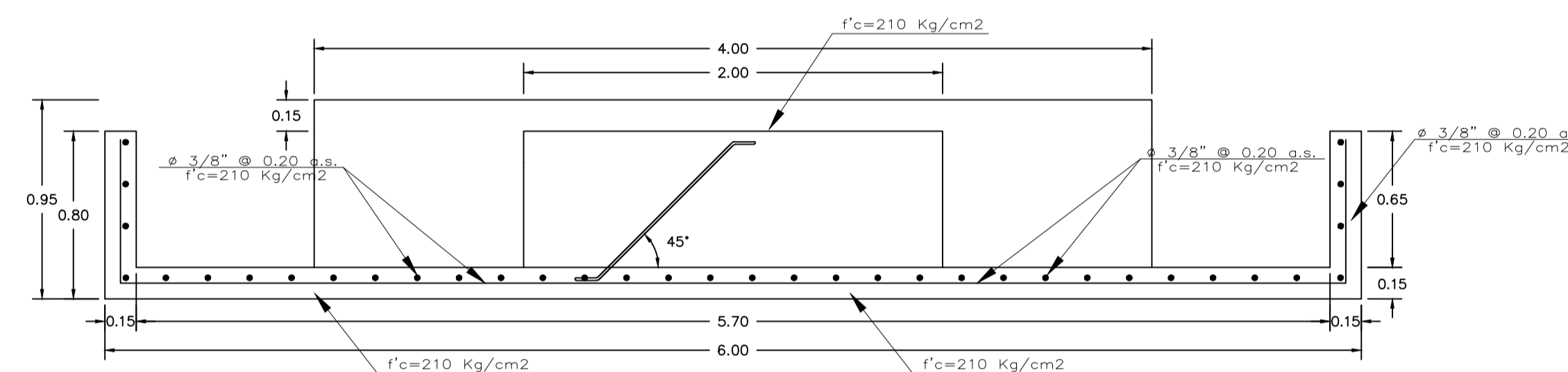
CORTE A-A
ESC.1:50



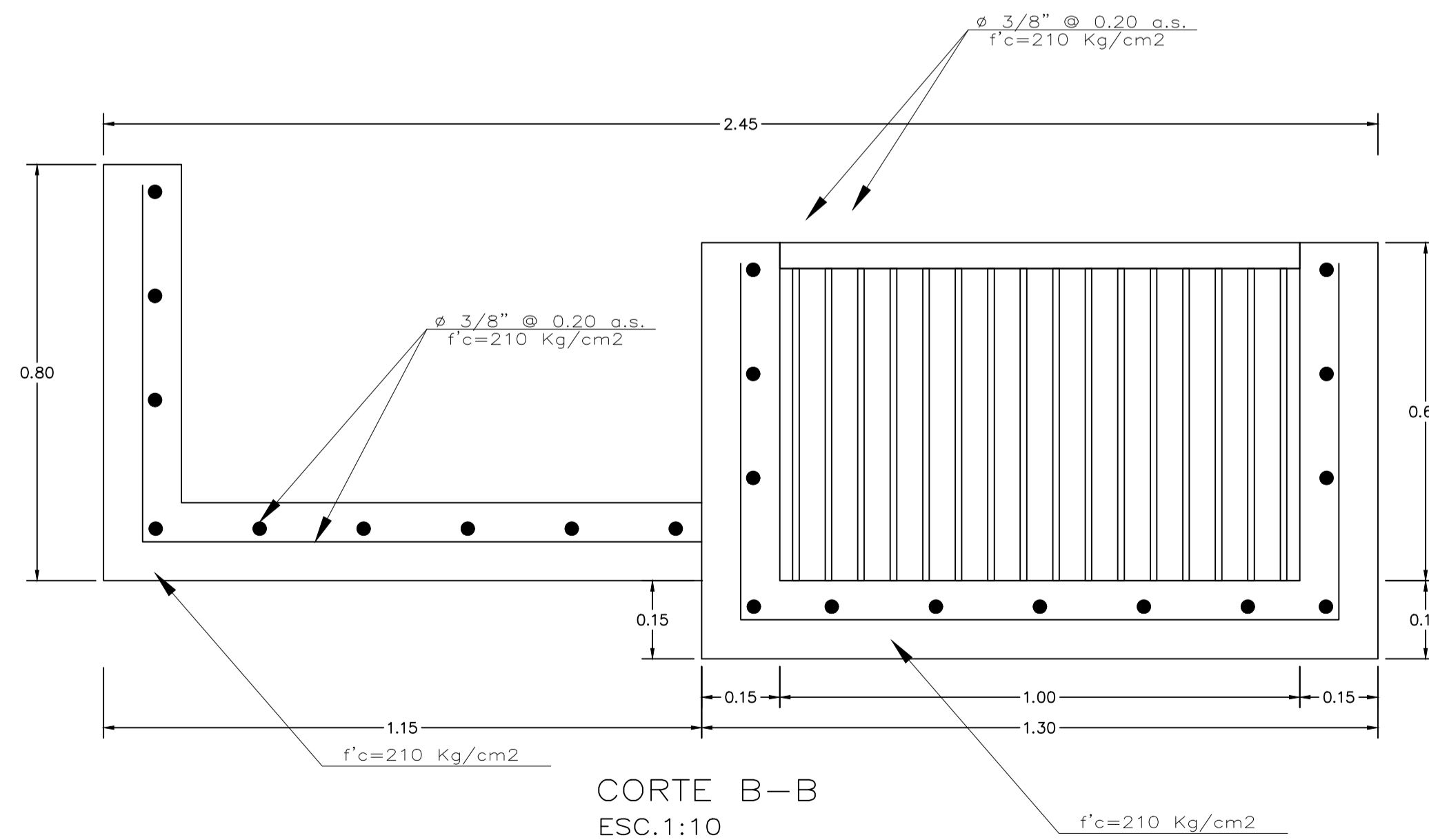
CORTE B-B
ESC.1:50



PLANTA SEDIMENTADOR
ESC.1:50



CORTE A-A
ESC.1:25



CORTE B-B
ESC.1:10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Concreto:
 - Cemento Tipo I
 - Solado : $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - Losa de fondo : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - Muros : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Acero:
 - Acero estructural : $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimientos:
 - Losa de fondo : 4.00 cm
 - Losa de techo : 4.00 cm
 - Muros : 4.00 cm
- Tarrajeo:
 - Interno expuesto al agua: 1:2 e=1.5 cm. + aditivo impermeabilizante.
 - Exterior e interior sin exposición al agua: 1:4 e=1.5 cm.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO:
DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL
CERCADO DE TÚCUME, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, 2017

ASIGNATURA:
SEMINARIO DE TESIS II
TESISTA:
HÉCTOR EMANUEL DÁVILA GAMONAL

PRESIDENTE:
ING. HÉCTOR GAMARRA UCEDA
SECRETARIO:
ING. JOAQUIN HERNÁN ROJAS OBLITAS
ASESOR:
ING. JUAN IGNACIO LUNA MERA

UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : TÚCUME

PLANO:
SEDIMENTADOR Y CÁMARA DE REJAS
ESTRUCTURAS
ESCALA:
INDICADA
FECHA:
AGOSTO DE 2021

N° PLANO:
16