

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



**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR A DE
LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017**

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

AUTORES

**JORGE JUNIOR PACHERRES SANCHEZ
RODRIGO LEANDRO BARROSO ALFARO**

ASESOR

JOAQUÍN HERNÁN ROJAS OBLITAS

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR A
DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017**

PRESENTADA POR:

**JORGE JUNIOR PACHERRES SANCHEZ
RODRIGO LEANDRO BARROSO ALFARO**

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Wilmer Moises Zelada Zamora
PRESIDENTE

Héctor Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO

Joaquín Hernán Rojas Oblitas
VOCAL

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	21
III. METODOLOGÍA	24
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	24
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
3.3.1 <i>Métodos y/o Técnicas</i>	24
3.3.2 <i>Fuentes</i>	26
3.3.3 <i>Instrumentos</i>	26
3.4 PROCEDIMIENTOS.....	26
3.4.1 <i>Estudios Geográficos</i>	26
3.4.1.1 Ubicación del Proyecto	26
3.4.1.2 Meteorología y Climatología	28
3.4.1.3 Geomorfología	29
3.4.1.4 Recurso Suelo.....	29
3.4.1.5 Hidrología.....	31
3.4.1.6 Recursos Hídricos	31
3.4.2 <i>Estudio Topográfico</i>	31
3.4.2.1 Sistema de Unidades	32
3.4.2.2 Sistema de Referencia	32
3.4.2.3 Trabajos Topográficos.....	33
3.4.3 <i>Estudio Hidrológico</i>	33
3.4.3.1 Parámetros meteorológicos	33
3.4.4 <i>Estudio de Suelos</i>	36
3.4.4.1 Trabajo de Campo	36
3.4.4.2 Ensayos de Laboratorio.....	39
3.4.4.3 Descripción de los Ensayos de Laboratorio	40
3.4.5 <i>Estudio de Tráfico</i>	43
3.4.5.1 Conteos Volumétricos de Tráfico	44

3.4.6	<i>Diseño del Pavimento</i>	46
3.4.6.1	ESAL obtenido del Diseño de Trafico	46
3.4.6.2	Índice de Serviciabilidad Final (Pt).....	46
3.4.6.3	Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).....	46
3.4.6.4	Factor de Confiabilidad (Fr) y Desviación Estándar (So).....	46
3.4.6.5	Desviación normal estándar (ZR)	47
3.4.6.6	Coeficiente de Drenaje (mi)	47
3.4.6.7	Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos asfálticos urbanos 48	
3.4.6.8	Espesores mínimos Sugeridos	48
3.4.6.9	Numero Estructural Requerido (SNR)	49
3.4.7	<i>Diseño de drenaje Pluvial Urbano</i>	49
3.4.7.1	Tipos de sistema de drenaje urbano.	49
3.4.7.2	Información básica	50
3.4.7.3	Diseño Hidráulico	50
3.4.8	<i>Diseño de drenaje pluvial en instituciones</i>	51
3.4.9	<i>Diseño del destino final de las aguas pluviales</i>	51
3.4.10	<i>Modelamiento del sistema de drenaje pluvial mediante software</i>	52
3.4.11	<i>Metrados</i>	52
3.4.12	<i>Presupuesto</i>	53
3.4.12.1	Costo directo	53
3.4.12.2	Costo indirecto	54
3.4.12.3	Fórmula polinómica	54
3.4.13	<i>Evaluación de Impacto Ambiental</i>	55
3.4.13.1	Régimen Jurídico.....	55
3.4.14	<i>Manual de Operación y Mantenimiento</i>	56
3.4.14.1	Objetivos	57
3.4.14.2	Operación del Sistema de Drenaje Pluvial.....	57
3.4.14.3	Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial.....	58
3.4.14.4	Daños en el Sistema de Drenaje Pluvial.....	58
3.4.15	<i>Análisis económico del Costo-Efectividad</i>	60
3.4.15.1	Formulación	60
3.4.15.2	Evaluación Social	61
3.5	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	62

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1 RESULTADOS.....	65
4.1.1 Estudio Topográfico.....	65
4.1.2 Estudio Hidrológico.....	65
4.1.2.1 Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos.....	65
4.1.2.2 Modelos de distribución.....	65
4.1.3 Estudio de Suelos.....	74
4.1.3.1 Descripción actual de la estratigrafía de campo.....	74
4.1.3.2 Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación.....	74
4.1.3.3 Ensayos de Laboratorio.....	76
4.1.3.4 Agresividad Química del suelo.....	79
4.1.4 Estudio de Tráfico.....	80
4.1.4.1 Volumen Vehicular.....	80
4.1.4.2 Índice Medio Diario (IMDA).....	81
4.1.4.3 Índice Medio Diario Semanal.....	82
4.1.4.4 Factor De Corrección Estacional.....	82
4.1.4.5 Índice Medio Diario Anual.....	83
4.1.4.6 Tasas de crecimiento.....	83
4.1.4.7 Resultado De La Proyección Del IMDAa.....	84
4.1.4.8 Cálculo de ESAL.....	84
4.1.5 Diseño de Pavimentación.....	85
4.1.5.1 Datos a utilizar en el Diseño del Pavimento.....	85
4.1.5.2 Numero Estructural requerido (SN):.....	85
4.1.5.3 Coeficientes Estructurales de las Capas.....	86
4.1.5.4 Espesores de las Capas.....	88
4.1.6 Diseño de drenaje Pluvial Urbano.....	88
4.1.7 Diseño de drenaje pluvial en instituciones.....	90
4.1.7.1 Diámetro de la montante principal.....	91
4.1.7.2 Diseño de canaletas de cubierta.....	91
4.1.7.3 Diseño de canaleta de piso.....	92
4.1.8 Diseño del destino final de las aguas pluviales.....	92
4.1.8.1 Caudal de contribución.....	93
4.1.8.2 Periodos de retención.....	93

4.1.8.3	Dimensionamiento	93
4.1.8.4	Diseño del aliviadero.....	94
4.1.9	<i>Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial mediante Software</i>	95
4.1.10	<i>Análisis de metrado, costos y presupuesto</i>	97
4.1.10.1	Gatos generales	97
4.1.10.2	Insumos	98
4.1.10.3	Resumen del presupuesto	100
4.1.11	<i>Evaluación del Impacto Ambiental</i>	103
4.1.11.1	Reconocimiento y valoración de impactos ambientales	103
4.1.11.2	Proyecto de control en el ambiente	105
4.1.12	<i>Manual de operación y mantenimiento</i>	114
4.1.12.1	Personal de operación y mantenimiento.....	114
4.1.12.2	Operación del sistema de drenaje.....	114
4.1.12.3	Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial.....	115
4.1.13	<i>Análisis Económico del Costo-Efectividad</i>	122
4.1.13.1	Formulación	122
4.1.13.2	Evaluación Social.....	128
4.2	DISCUSIÓN.....	129
V.	CONCLUSIONES	136
VI.	RECOMENDACIONES	140
VII.	LISTA DE REFERENCIAS	141
VIII.	ANEXOS	143
8.1	ANEXO N° 01: DOCUMENTOS	143
8.2	ANEXO N° 02: CUADROS.....	153
8.3	ANEXO N° 03: TABLAS	158
8.4	ANEXO N° 04: FOTOGRAFÍAS	180
8.5	ANEXO N° 05: IMAGENES	186

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO	39
CUADRO 2: TIPO DE VEHÍCULOS	45
CUADRO 3: MARCO LEGAL.....	56
CUADRO 4: VALORES DE CBR	74
CUADRO 5: CALIDAD DE SUBRASANTE.....	74
CUADROS 8.2.1: FECHA DE CONTEOS.....	153
CUADROS 8.2.2: DATOS GENERALES DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	153
CUADROS 8.2.3: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL	154
CUADROS 8.2.4: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL	154
CUADROS 8.2.5: DAÑOS EN TRANSPORTE POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL	155
CUADROS 8.2.6: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.....	155
CUADROS 8.2.7: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE	156
CUADROS 8.2.8: DAÑOS EN TRANSPORTE POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE	156
CUADROS 8.2.9: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	157
CUADROS 8.2.10: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	157
CUADROS 8.2.11: ENFERMEDADES COMO CONSECUENCIA DE LAS AGUAS DE LLUVIAS ACUMULADAS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	158

ÍNDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1: MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	27
IMAGEN 2: MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE	30
IMAGEN 3: UBICACIÓN DE CALICATAS EN LA ZONA DEL PROYECTO	36
IMAGEN 4: UBICACIÓN DE CALICATAS EN EL DREN	37
IMAGEN 5: UBICACIÓN DE CALICATAS EN EL TERRENO DE LA LAGUNA DE RETENCIÓN	37
IMAGEN 6: MAPA DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTROL – CALLE HUAMACHUCO CUADRA N° 4.....	44
IMAGEN 7: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	90
IMAGEN 9: VISTA EN PLANTA DE LA LAGUNA DE RETENCIÓN	93
IMAGEN 10: VISTA EN PERFIL DE LA LAGUNA DE RETENCIÓN	94
IMAGEN 11: DIMENSIONES DEL ALIVIADERO	94
IMAGEN 12: COMPARACIÓN DEL ESTUDIO DE INUNDABILIDAD HECHO CON EL PROGRAMA Y EL QUE SE REALIZÓ MANUALMENTE	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: CLIMOGRAMA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	28
GRÁFICO 2: TEMPERATURA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	28
GRÁFICO 3: PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS	34
GRÁFICO 4: CURVA INTENSIDAD – DURACIÓN - FRECUENCIA	70
GRÁFICO 5: VARIACIÓN DIARIO DE LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS	82
GRÁFICO 6: COEFICIENTE ESTRUCTURAL A PARTIR DEL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO ASFALTICO	86
GRÁFICO 7: VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUBBASE	87
GRÁFICO 8: VARIACIÓN EN EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA BASE	87
GRÁFICO 9: ESPESORES DE CAPAS DEL PAVIMENTO	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	29
TABLA 2: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H (MM).....	35
TABLA 3: REGISTRO DE EXCAVACIONES DE LAS CALICATAS	38
TABLA 4: FECHA DE CONTEOS	45
TABLA 5: ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT).....	46
TABLA 6: ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PO)	46
TABLA 7: FACTOR DE CONFIABILIDAD (FR) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO)	47
TABLA 8: DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (ZR)	47
TABLA 9: COEFICIENTE DE DRENAJE (MI)	48
TABLA 10: CALIDAD DE SUBRASANTE.....	48
TABLA 11: ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS	49
TABLA 12: COORDENADAS DE LOS BMS	65
TABLA 13: DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS MEDIANTE GUMBEL.....	66
TABLA 14: CALCULO DE VARIABLES PARA EL MÉTODO DE GUMBEL	67
TABLA 15: CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO.....	67
TABLA 16: CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS	68
TABLA 17: COEFICIENTES DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 48 HORAS Y UNA HORA.....	68
TABLA 18: PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO	69
TABLA 19: PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd (MM) POR TIEMPOS DE DURACIÓN	69
TABLA 20: DURACIÓN EN MINUTOS.....	70
TABLA 21: DURACIÓN EN MINUTOS – MÉTODO DE INTENSIDAD UNITARIA.....	70
TABLA 22: TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	71
TABLA 23: CALCULO DE INTENSIDADES CON EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)	72
TABLA 24: COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER UTILIZADOS EN EL MÉTODO RACIONAL	72
TABLA 25: PARA PAVIMENTO RÍGIDO	73
TABLA 26: PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	73
TABLA 27: RESUMEN DE ENSAYOS DE SUELOS	76
TABLA 28: ANÁLISIS QUÍMICO	79
TABLA 29: VOLUMEN VEHICULAR.....	81
TABLA 30: ÍNDICE MEDIO DIARIO ENTRE LOS DÍAS 06/08/2018 – 12/08/2018.....	81

TABLA 31: ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL	82
TABLA 32: FACTORES DE CORRECCIÓN SEGÚN MES Y TIPO DE VEHÍCULO	82
TABLA 33: ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL	83
TABLA 34: TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PBI EN LAMBAYEQUE	83
TABLA 35: PROYECCIÓN DE TRÁFICO CON PROYECCIÓN	84
TABLA 36: PROYECCIÓN DE TRÁFICO CON PROYECCIÓN	84
TABLA 37: EJES EQUIVALENTES (ESAL)	85
TABLA 38: DATOS A UTILIZAR EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO	85
TABLA 39: ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS	88
TABLA 40: DIÁMETROS DE MONTANTES EN INSTITUCIONES	91
TABLA 41: TIRANTE DE CANAL	92
TABLA 42: DIMENSIONES FINALES DE CANALETA	92
TABLA 43: CÁLCULO DEL CAUDAL CON RESPECTO A UNA SECCIÓN ASUMIDA	92
TABLA 47: GASTOS VARIABLES	97
TABLA 48: GASTOS FIJOS	97
TABLA 49: LISTADO DE INSUMOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO	98
TABLA 50: PRESUPUESTO	100
TABLA 51: MATRIZ CUALITATIVA	104
TABLA 52: PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	116
TABLA 53: PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	118
TABLA 54: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – SITUACIÓN SIN PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS	123
TABLA 55: COSTO DE INVERSIÓN – PRECIOS DE PRIVADOS	124
TABLA 56: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – SITUACIÓN CON PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS	124
TABLA 57: FLUJO DE COSTOS A PRECIOS PRIVADOS	126
TABLA 58: COSTOS DE INVERSIÓN A PRECIOS SOCIALES	128
TABLA 59: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO A PRECIOS SOCIALES	128
TABLA 60: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO A PRECIOS SOCIALES	129
TABLA 61: EVALUACIÓN SOCIAL	132
TABLAS 8.3.1: PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	158

TABLAS 8.3.2: DATOS OBTENIDOS DE LA ESTACIÓN METERÓLOGICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.....	159
TABLAS 8.3.3: DATOS OBTENIDOS DE LA ESTACIÓN METERÓLOGICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.....	160
TABLAS 8.3.4: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 1, EN EL SENTIDO “E”	161
TABLAS 8.3.5: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 1, EN EL SENTIDO “S”	162
TABLAS 8.3.6: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 2, EN EL SENTIDO “E”	163
TABLAS 8.3.7: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 2, EN EL SENTIDO “S”	164
TABLAS 8.3.8: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 3, EN EL SENTIDO “E”	165
TABLAS 8.3.9: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 3, EN EL SENTIDO “S”	166
TABLAS 8.3.10: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 4, EN EL SENTIDO “E”	167
TABLAS 8.3.11: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 4, EN EL SENTIDO “S”	168
TABLAS 8.3.12: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 5, EN EL SENTIDO “E”	169
TABLAS 8.3.13: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 5, EN EL SENTIDO “S”	170
TABLAS 8.3.14: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 6, EN EL SENTIDO “E”	171
TABLAS 8.3.15: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 6, EN EL SENTIDO “S”	172
TABLAS 8.3.16: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 7, EN EL SENTIDO “E”	173
TABLAS 8.3.17: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 7, EN EL SENTIDO “S”	174
TABLAS 8.3.18: INVENTARIO DE DRENES COLECTORES	175
TABLAS 8.3.19: INVENTARIO DE DRENES COLECTORES	176

TABLAS 8.3.20: ESTRUCTURA DE DITRIBUCIÓN: INVENTARIO DE CANALES DE DERIVACIÓN	177
TABLAS 8.3.21: ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN: INVENTARIO DE BOCATOMAS .	178
TABLAS 8.3.22: INVENTARIO DE DRENES PRINCIPALES	179

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: MUESTRAS DE SUELO	39
FOTOGRAFÍA 2: SELECCIÓN DE TAMICES PARA EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO	40
FOTOGRAFÍA 3: COLOCACIÓN DE LA MUESTRA EN LA CUCHARA DE CASAGRANDE PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO.....	41
FOTOGRAFÍA 4: MOLDEANDO LAS MUESTRAS DE SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO	42
FOTOGRAFÍA 5: PROCESO DE COMPACTACIÓN A TRAVÉS DE GOLPES.....	43
FOTOGRAFÍAS 8.4.1: VISITA AL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	180
FOTOGRAFÍAS 8.4.2: VIVIENDA AFECTADA POR EL FENÓMENO DEL NIÑO COSTERO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	180
FOTOGRAFÍAS 8.4.3: CALLES INUNDADAS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO COSTERO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	181
FOTOGRAFÍAS 8.4.4: FUMIGACIÓN DE LAS I.E. ANTONIA ZAPATA JORDAN Y JUAN MANUEL ITURREGUI, TRABAJO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL ÁREA DE SALUD E HIGIENE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE.....	182
FOTOGRAFÍAS 8.4.5: AGUAS PLUVIALES EN LA CALLE 28 DE JULIO Y LA CALLE LA LIBERTAD - LAMBAYEQUE.	183
FOTOGRAFÍAS 8.4.6: CALICATAS REALIZADAS EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	184
FOTOGRAFÍAS 8.4.7: UBICACIÓN MONUMENTADA DEL BM AC12 – AV. RAMÓN CASTILLA CUADRA 12	184
FOTOGRAFÍAS 8.4.8: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE	185

Resumen

La presente tesis realiza un Análisis, Modelamiento Hidráulico y Diseño de un Sistema de drenaje pluvial en el sector A de la zona Urbana del Distrito de Lambayeque, identificando los problemas que se vieron afectados durante el fenómeno “El niño Costero” y brindando una solución con el fin de garantizar una vida plena y saludable sin sufrir pérdidas de vidas humanas ni materiales.

Los estudios realizados en el distrito, se efectuaron con criterio y rigiéndonos con la norma vigente correspondiente.

Uno de los estudios más importantes en nuestra tesis y la más tediosa, fue el estudio topográfico, ya que gracias a ello nos permitió conocer las zonas críticas en el distrito (zonas inundables), mediante diagramas de flujos, y la delimitación de cuencas dentro del distrito.

El tipo de sistema de drenaje pluvial que optamos es integrado por sumideros, los cuales están ubicados estratégicamente de acuerdo a las zonas críticas, conectados a tuberías principales de PVC o PRFV, transportando el agua hasta una laguna de almacenamiento y finalmente drenando hacia el dren D-2210 a través de un aliviadero.

Palabras Claves:

Drenaje Pluvial, Niño Costero, Zonas Críticas, Distrito de Lambayeque, Sumideros.

Abstract

This thesis carries out an Analysis, Hydraulic Modeling and Design of a Rainwater Drainage System in Sector A of the Urban Area of the District of Lambayeque, identifying the problems that were affected during the phenomenon “The Coastal Child” and providing a solution with in order to guarantee a full and healthy life without suffering losses of human or material lives.

The studies carried out in the district were carried out with criteria and following the corresponding current norm.

One of the most important studies in our thesis and the most tedious, was the topographic study, because thanks to this it allowed us to know the critical areas in the district (flood areas), through flow charts, and the delimitation of watersheds within the district.

The type of storm drain system that we choose is integrated by sinks, which are strategically located according to the critical areas, connected to main PVC or GRP pipes, transporting the water to a storage lagoon and finally draining into the drain D-2210 through a spillway.

Keywords

Storm Drainage, Coastal Child, Critical Areas, Lambayeque District, Sinks.

I. Introducción

El drenaje urbano, tiene por objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas (pistas, redes de agua, redes eléctricas, etc.), así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades [18].

En el mundo, los aumentos de la intensidad de lluvias son cada vez más grandes, debido al calentamiento de la tierra, el cual ocasiona el incremento de temperatura de los océanos, ríos, lagunas, etc. provocando la evaporación de éstas, formando grandes nubes y precipitándose sobre los continentes.

El fenómeno “El Niño” es una alteración climática que abarca grandes extensiones del planeta, por lo cual, se dice que es un fenómeno de macro escala. Este engloba gran parte del Océano Pacífico, tanto en la Región Tropical y Subtropical. Así mismo compromete al Índico y al Atlántico, por lo que involucra en sus efectos amplias áreas continentales como Asia, Oceanía, Europa y principalmente América [16].

A inicios del año 2017, el Perú sufrió intensas lluvias e inundaciones en ciudades y pueblos dejando a miles de personas aisladas y registrando muchas pérdidas humanas y materiales en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Ica, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Huancavelica y provincias de Lima, los que fueron declarados en Estado de Emergencia por el Gobierno [3]. Este acontecimiento se le denominó con el nombre de fenómeno “El Niño costero”, porque sucedió mayormente en la costa norte del Perú.

Uno de los departamentos más afectados en toda la costa norte del Perú fue Lambayeque, donde se identificó 9 fallecidos, 44,634 damnificados y 139,312 afectados (Ver cuadro 7.2.6). Lambayeque como distrito, se reportó 4,543 personas damnificadas y 5,002 afectadas (Ver cuadro 7.2.9).

En el sector vivienda, se registró 330 viviendas colapsadas, 777 inhabitables y 937 perjudicadas. En la sección educación, 4 instituciones educativas se notaron perjudicadas debido a las inundaciones (Ver cuadro 7.2.10).

Dentro del sector salud, 2 establecimientos fueron afectados, los que se vieron obligados a no brindar atención a los ciudadanos. Además, como consecuencia del estancamiento de las aguas y la contaminación de las mismas, surgieron diversas enfermedades que afectaron a la población (Ver fotografía 4.6). Se reportó 1 caso de dengue con signos de alarma, 1 caso de la

enfermedad de Carrión aguda y 5 casos de leptospirosis. Así mismo, debido a la inundación de la planta de tratamiento de EPSEL, la población no contó con agua suficiente para lavar sus alimentos y asearse correctamente, lo que causó que diversas personas presenten enfermedades diarreicas agudas e infecciones respiratorias agudas (Ver cuadro 7.2.11).

En el sector transporte, las calles de la ciudad terminaron inundadas provocando el colapso de desagües y dificultando el tránsito vehicular y peatonal (Ver fotografía 7.4.3 y 7.4.5).

Finalmente, en el sector turismo, los museos de gran jerarquía como “El señor de Sipán” y “Bruning”, sufrieron grandes daños en su infraestructura, lo que obligó el cierre de estas debido a la inundación de las intensas lluvias.

El proyecto de diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación en el sector A, de la zona urbana del distrito de Lambayeque, se encuentra justificable por los siguientes motivos:

Justificación Técnica, el desarrollo del proyecto ayudará al manejo, control, conducción y el drenaje de las aguas pluviales en un sistema aparte del sistema de alcantarillado, cumpliendo los aspectos de diseño de la norma técnica O.S. 0.60, ya sean los parámetros establecidos, fórmulas y procedimientos de cálculos, asegurando así la calidad del proyecto.

Justificación Económica, se disminuirá las pérdidas económicas por daños provocados por inundaciones; ya sea en viviendas, colegios, autopistas, instituciones públicas y/o privadas. Por otro lado, al prevenir la acumulación del agua en las vías de acceso, se evitarán los transbordos de productos para el comercio, lo que prevendrá un incremento de precios de estos mismos.

Justificación Ambiental, mejorará la calidad de aguas de escorrentía y reducirá la suma de contaminantes que alcanzan al medio receptor. Además, contribuirá con el resguardo de las corrientes urbanas de vertidos accidentales y pérdidas de tuberías. Con la construcción del sistema de manera independiente, se estará ayudando a la descontaminación de los recursos hídricos existentes, en el proyecto se fijarán todas las condiciones exigibles, de tal modo que se preserve la higiene, la seguridad y el confort de la población de Lambayeque.

Justificación Social, existirá una protección frente al riesgo de inundación, lo que evitará tanto pérdidas de vidas como materiales. A su vez, disminuirá la proliferación de enfermedades transmisibles y los accidentes a personas vulnerables como son los niños, mujeres gestantes y adultos mayores. También, al dirigir el drenaje pluvial por un sistema independiente, se evitará el colapso de las redes de desagüe; ya que no se excedería la

capacidad de estos, previniendo así enfermedades por la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

Los objetivos que se plantean para el siguiente proyecto de aplicación son los siguientes:

Objetivo general: Diseñar el sistema de drenaje pluvial y pavimentación del sector A de la zona urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque.

Objetivos específicos:

- Realizar el levantamiento topográfico, el estudio de suelos y el estudio hidrológico del proyecto.
- Determinar la mejor alternativa de solución del Sistema de drenaje pluvial del sector B.
- Estudiar el destino final de las Aguas Pluviales y su solución técnica, social, económica y ambiental.
- Diseñar el Sistema de drenaje pluvial y pavimentación del sector A.
- Diseñar el Sistema de drenaje pluvial de la I.E. 27 de diciembre y Coliseo Eduardo Laca Barreto.
- Modelar el Sistema de Drenaje Pluvial del distrito de Lambayeque con software.
- Hacer los planos del proyecto.
- Elaborar el Presupuesto del Proyecto.
- Analizar económicamente el Costo-Beneficio del Proyecto.
- Evaluar el Impacto Ambiental del proyecto.

II. Marco teórico

2.1 Antecedentes del problema

En el actual proyecto, de acuerdo a investigaciones más relevantes y recientes realizadas sobre el problema de estudio en este caso el diseño de un sistema de drenaje pluvial y pavimentación en distritos a nivel mundial; se ha realizado una profunda revisión de la bibliografía; y a continuación presentamos con síntesis conceptual:

L. M. León Romero, «Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales,» Tesis Profesional Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2016.

La presente tesis aborda el tema del aprovechamiento de agua mediante un sistema de captación de aguas pluviales, la cual es una práctica poco utilizada, pero interesante tanto en el aspecto ambiental como en el aspecto económico. El sistema se basa en la captación del agua de lluvia a través de los techos, la cual se utilizará directamente en las viviendas como alternativa de ahorro para distintos usos. Se tiene como caso de estudio, la implementación de dicho sistema en viviendas residenciales de la sierra peruana. El lugar de estudio es la Nueva Ciudad de Morococha, ubicada en la provincia de Yauli, departamento de Junín, en la zona central del Perú.

C. Martínez Cuellar, Sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS: Infraestructura hidráulica urbana para el control y aprovechamiento del agua de lluvia, México: Tesis de Grado, 2013.

En esta investigación refiere al planteamiento de los distintos modelos, razonamientos de diseño e instrumentos de ayuda para poder elegir y evaluar alternativas de solución, en lo que respecta a drenajes sostenibles. Además, describen ejemplos del modo de sistemas de administración de recursos sostenibles, de cómo muestran beneficios importantes de acuerdo a la calidad y cantidad del agua.

S. M. Miranda Naranjo y J. F. Pachar, Diseño del drenaje superficial de calles, en el proyecto vial sector 3, de la parroquia pascuales, ubicado entre el km 18 y km 22 de la vía perimetral (Av. 56 N-O), utilizando el software SWMM de la Environmental Protection Agency, Ecuador, 2013.

Esta propuesta presenta el diseño del sistema de drenaje superficial de las calles, en el área norte del proyecto vial sector 3, de la parroquia Pascuales, el cual procura adaptarse el

amanzanamiento existente y cumplir con los requisitos de ser una solución técnica, eficiente, y económica.

J. Muños Rodríguez, Sistemas de Drenaje Sostenible como alternativa de regulación y control de inundaciones en Nechí un municipio de la Monjana, Univesidad Católica de Colombia: Tesis de grado, 2015.

Se desarrolló diferentes alternativas de regulación y nuevas tecnologías de control en diseño de sistema de drenaje pluvial urbano en Nechí, donde ocurrieron inundaciones de gran envergadura y por consecuente provocaron problemas en sus comunidades. Hoy en día, el crecimiento poblacional en las ciudades y el cambio climático, han generado fuertes cambios y desequilibrios en el ciclo hidrológico, aumentando innumerables riesgos sobre la población, añadiendo la ausencia de una correcta planificación urbana.

J. C. Quispe Ccente y E. Rojas Poma, Diseño del sistema de drenaje pluvial de la comunidad 3 de mayo Pucarumi del distrito de Ascención, Huancavelica, 2015.

La propuesta que se hace es la proyección de un sistema de drenaje pluvial subterráneo, con tuberías PVC de sección circular calculados de acuerdo a las características Topográficas, demográficas, hidrológicas e hidráulicas de la zona. Con el fin de evacuar las aguas de lluvia que discurren de manera desordenada por las vías precarias de la zona de estudio.

J. Molina Rivadeneira, Diseño del Sistema de alcantarillado pluvial del barrio La Campiña del Inca Canton Quito, provincia de Pichincha, Ecuador: Tesis Profesional Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.

La presente tesis busca recopilar datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado pluvial y disposición final de aguas lluvias del barrio la Campiña del Inca parroquia San Isidro del Inca, Cantón Quito.

2.2 Bases Teórico Científicas

Existen formalizaciones científicas relacionadas con el tema de diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del sector A de la zona urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque, entre los cuales toman en cuenta los siguientes:

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) 2014. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Perú

Establece 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.

Manual de Carreteras, “Hidrología, Hidráulica y Drenaje”. RD N° 034 – 2008 – MTC/14.

El Manual presenta recomendaciones de diseño generales para la elaboración de estudios de hidrología, hidráulica y drenaje, cuyas metodologías previamente a su aplicación deben ser validadas a las condiciones particulares de cada proyecto vial. El presente Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje; prima y complementa, los criterios de diseño establecidos en los capítulos de Hidrología y Drenaje del Manual de Caminos Pavimentados y no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, Manual de Diseño Geométrico-2014 y el Manual de Puentes.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) 2014. Norma OS-060 Drenaje Pluvial Urbano. Perú

Esta norma establece los criterios generales de diseño que permiten 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.

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento “Alcantarillado Sanitario” C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F. 2009.

El Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) tiene el propósito de brindar el servicio a los ingenieros, técnicos y operadores responsables del diseño; la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Manual para el Diseño de Planes Maestros para la Mejora de la Infraestructura y la Gestión del Drenaje Urbano. Argentina, 2003.

Esta primera edición del Manual para el Diseño de Planes Maestros para la Mejora de la Infraestructura y la Gestión del Drenaje Urbano, fue elaborada por un equipo multidisciplinario de expertos en áreas específicas vinculadas con la problemática de las inundaciones urbanas, en el marco de los acuerdos logrados entre el Gobierno de Argentina y el Banco Mundial.

Revista Interciencia “Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)”. Caracas-Venezuela, 2005.

Son numerosos los criterios de clasificación que se pueden emplear para catalogar los distintos Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (Jiménez, 1999), por lo que en este apartado se ha optado por comentar de manera individual los principales sistemas sin entrar en disquisiciones sobre las clasificaciones.

Ley General del Ambiente (LEY N° 28611)

Esta ley establece la normativa legal para la misión ambiental en el Perú. Funda los principios que testifiquen el seguro ejercicio del derecho constitucional al ambiente saludable, equitativo y apropiado para el pleno desarrollo de la vida. Asimismo, regula el cumplimiento de los deberes vinculados a la segura gestión ambiental, mejorando calidad de vida de la población.

Ley de Recursos Hídricos (LEY N° 29338)

Esta ley establece la correcta gestión y uso de los recursos hídricos, ya sea de agua superficial (ríos, lagos, lagunas) como agua subterránea y continental.

III. Metodología

Se describe y expone cómo se efectuó la investigación. De acuerdo al enfoque puede comprender:

3.1 Tipo y nivel de investigación

El diseño de investigación es Descriptiva, porque requiere de una representación y razón profunda de los escenarios actuales, mediante recolección de datos.

El fin al que se persigue a la investigación es aplicada, pues se sostiene en los resultados de indagaciones y a partir de ellos se aplica para obtener los objetivos planteados.

3.2 Población, muestra y muestreo

El objetivo de estudio es proyectar un drenaje pluvial en toda la zona urbana del distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. Sin embargo, el muestreo para la recolección será el siguiente: topografía, estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos y estudio hidrológico.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Métodos y/o Técnicas

La observación directa, conforme a las visitas al área de influencia del proyecto para la recolección de datos e información importante para realizar la elaboración pertinente del proyecto. En este método se utilizaron las siguientes técnicas:

Estudio de Tráfico: Tiene por finalidad medir, clasificar y conocer cantidad de los vehículos que transitan por la vía, así como evaluar el origen - destino de estos, los cuales son de elementos indispensables para la valoración económica de la vía y la determinación de los tipos de diseño a cada tramo de dicha vía.

Levantamiento Topográfico: Tiene como objetivos de representar gráficamente un terreno, utilizando equipos adecuados. Estos gráficos son plasmados en planos que servirán de ayuda para situar cualquier obra que se quiera ejecutar. Para determinar la ubicación exacta para conocer su posición de los puntos del área a trabajar se necesitan tres coordenadas, latitud, longitud y elevación.

Experiencia en laboratorio técnico, para lograr la clasificación del suelo y estudio de los materiales a esgrimir en el proyecto. En este método se utilizarán las siguientes técnicas:

Estudio de Suelos: Permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la humedad, la profundidad, el tipo de cimentación más adecuado para la obra a construir y los asentamientos de la estructura en la relación al peso que va a soportar. Las técnicas de investigación en el campo son las siguientes:

- Pozos, calicatas, trincheras y zanjas.
- Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.
- Método de ensayo estándar para la densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por medio de métodos nucleares (Profundidad superficial).
- Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio.
- Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual manual.
- Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.
- Muestreo geotécnico de suelos con tubos de pared delgada.
- Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).
- Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de suelos.
- Método estándar de ensayo para el uso del penetrómetro dinámico de Cono en aplicaciones superficiales de pavimentos

Estudio Hidrológico: Permite estudiar el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte, el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología.

3.3.2 Fuentes

Se recopilará información documentada de antecedentes y publicaciones del tema existentes, en concordancia al diseño del sistema de drenaje pluvial.

Norma Técnica O.S. 060: Drenaje pluvial urbano.

3.3.3 Instrumentos

- Formatos del MTC.
- Formatos para el levantamiento topográfico.
- Libreta topográfica.
- Formatos para el estudio de suelos.
- Formatos para el estudio hidrológico.
- Formatos para el estudio de tráfico.

- Programas de cómputo:

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

- Programas de Ingeniería:

AutoCAD, Civil 3D, Global Mapper, Sewer Gems, Hec Ras, Hcanales y Google Earth Pro.

3.4 Procedimientos

3.4.1 Estudios Geográficos

3.4.1.1 Ubicación del Proyecto

La zona del proyecto “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación del sector A de la zona urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque” corresponde a la localidad de Lambayeque, Provincia de Lambayeque y Distrito de Lambayeque. Lambayeque es una de las 3 provincias del departamento de Lambayeque, se encuentra ubicado en la región noroeste del Perú.

Coordenadas geográficas:

79° 54' 18” Longitud Este.

6° 41' 03" Latitud Sur.

Altitud:

18 metros sobre el nivel del mar.

Límites Distritales:

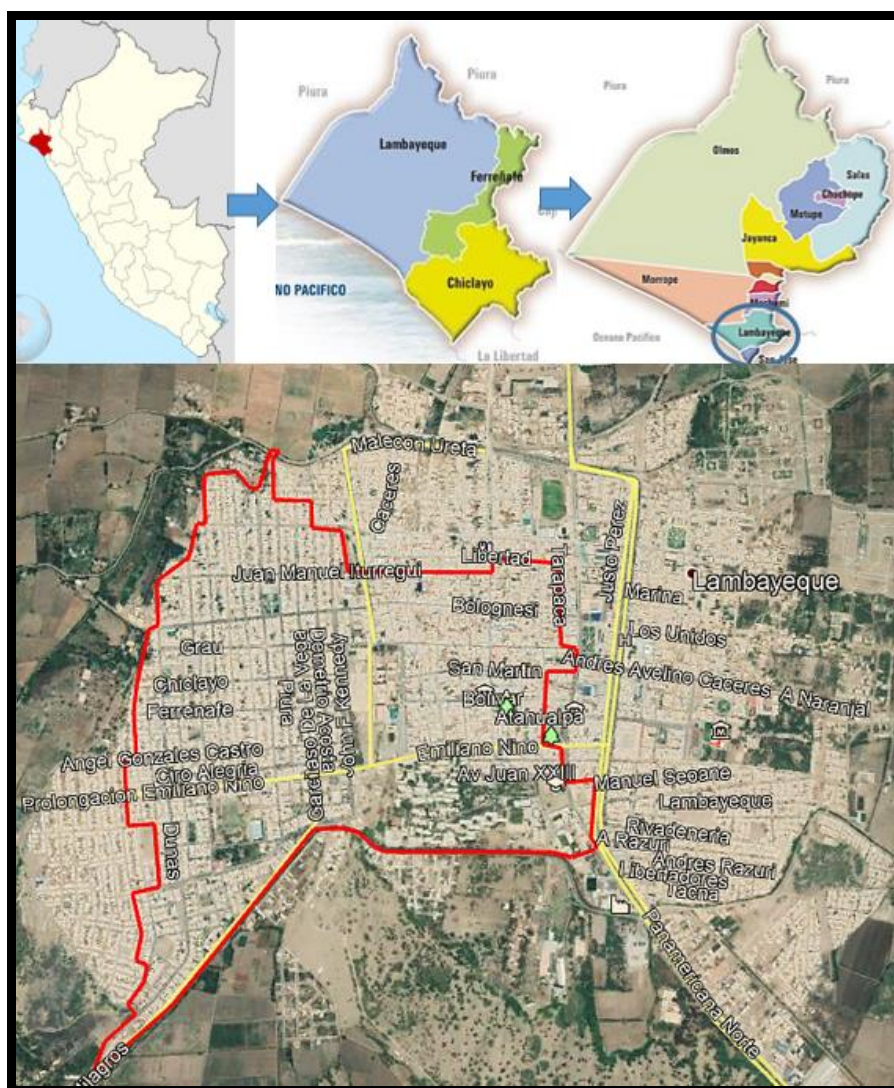
Norte: Distrito de Mórrope y Mochumí.

Sur: Distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo y San José.

Este: Distrito de Pisci y Pueblo Nuevo.

Oeste: Océano Pacífico.

Imagen 1: Mapa de Localización del Proyecto



Fuente: Propia

3.4.1.2 Meteorología y Climatología

3.4.1.2.1 Clima

El clima en el distrito de Lambayeque es un clima desértico. No hay constante lluvia durante todo el año. Este clima es considerado BWh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 22.3 ° C y su precipitación media aproximada es de 22 mm.

El mes más seco es junio. Hay 0 mm de precipitación en junio. Con un promedio de 11 mm, la mayor precipitación cae en marzo.

Gráfico 1: Climograma del distrito de Lambayeque

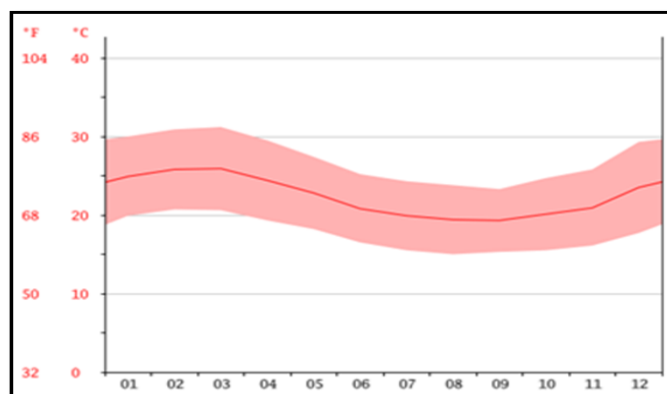


Fuente: climate-data.org.

3.4.1.2.2 Temperatura

Marzo es el mes más cálido con un promedio de 25.9 ° C; septiembre tiene la temperatura promedio más baja del año, es 19.3 ° C.

Gráfico 2: Temperatura del distrito de Lambayeque



Fuente: climate-data.org.

3.4.1.2.3 Precipitación

La precipitación varía 11 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Durante el año, las temperaturas medias varían en 6.6 ° C.

Tabla 1: Precipitación del distrito de Lambayeque

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.9	25.8	25.9	24.4	22.8	20.8	19.9	19.4	19.3	20.1	20.9	23.5
Temperatura min. (°C)	19.9	20.7	20.6	19.3	18.2	16.5	15.5	15	15.3	15.5	16.1	17.7
Temperatura máx. (°C)	30	30.9	31.2	29.5	27.4	25.2	24.3	23.8	23.3	24.7	25.8	29.3
Temperatura media (°F)	76.8	78.4	78.6	75.9	73.0	69.4	67.8	66.9	66.7	68.2	69.6	74.3
Temperatura min. (°F)	67.8	69.3	69.1	66.7	64.8	61.7	59.9	59.0	59.5	59.9	61.0	63.9
Temperatura máx. (°F)	86.0	87.6	88.2	85.1	81.3	77.4	75.7	74.8	73.9	76.5	78.4	84.7
Precipitación (mm)	2	2	11	3	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente: climate-data.org.

3.4.1.3 Geomorfología

El distrito de Lambayeque se encuentra en la Eratema Cenozoico del Sistema Cuaternario. Sus unidades estratigráficas son: Depósitos fluviales, Eólicos y Aluviales, Depósitos Lacustres y Cordón literal, y depósitos eólicos con rocas intrusivas. Está ubicada en el cuadrante 32 de la Carta geológica Nacional. La zona de estudio se encuentra ubicado al Nor – Oeste de la Ciudad de Chiclayo, dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, a nivel general presenta características de Valle Aluvial, la que se extiende hasta las localidades de Pítipa, Capote; Parte de Mesones Muro y Picsi.

3.4.1.4 Recurso Suelo

El suelo de Lambayeque está compuesto por depósitos aluvionales acumulados por millones de años sobre un cono de eyección de pendiente mínima. Debido a la configuración de dunas a los lados sur y oeste de la ciudad, es muy probable que el sitio haya sido un antiguo lecho de río.

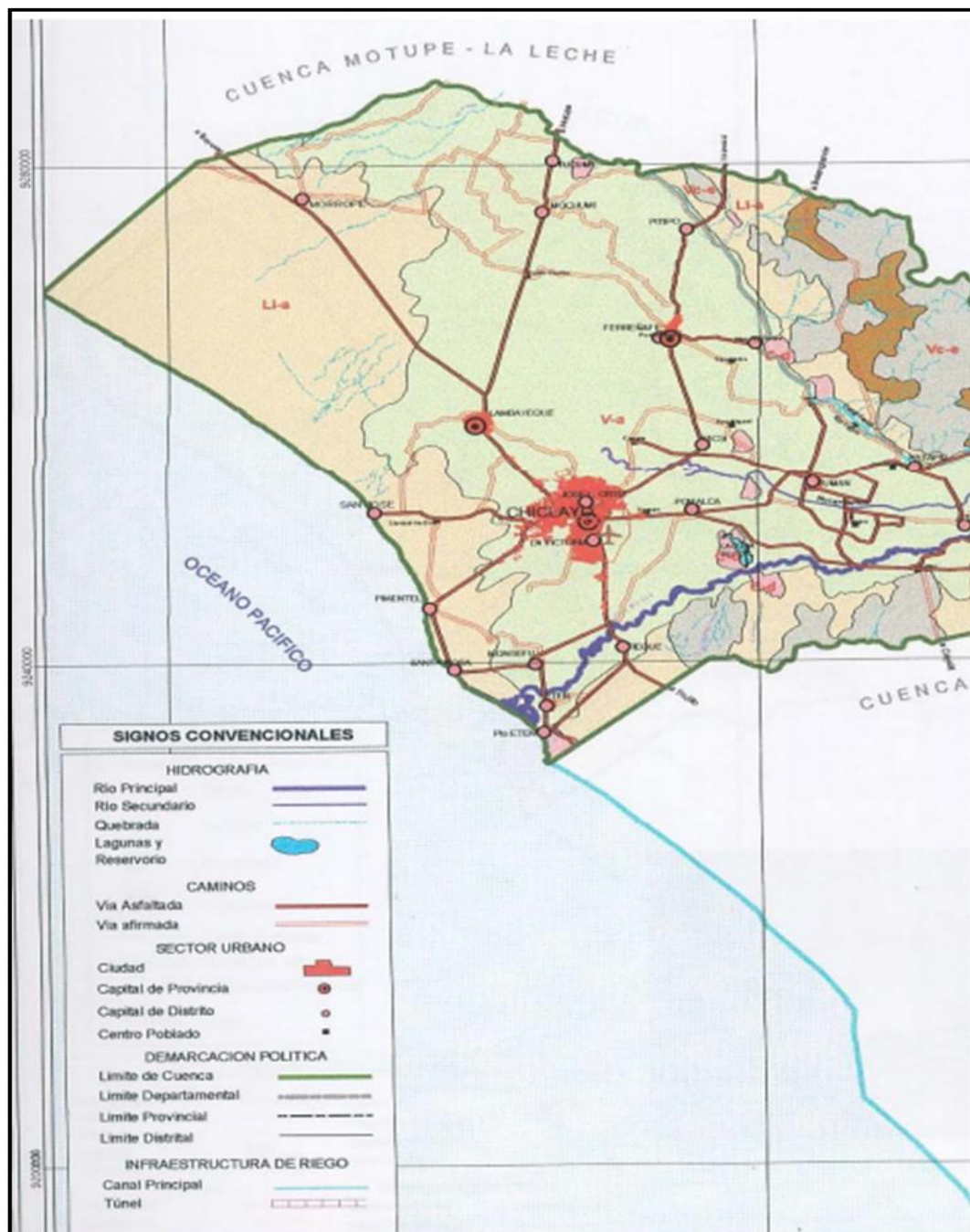
Estratigráficamente el suelo de Lambayeque está formado por depósitos superficiales de:

- Arenas pobremente graduadas.
- Arenas limo – arcillosas, hasta 3 m. de profundidad.
- Limos de baja plasticidad.

- Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, hasta 3 m. de profundidad.

Estos suelos expansivos de naturaleza friccionante se encuentran a nivel de cimentación, por lo que no resultan económicos para la edificación. Específicamente en el área de la ciudad, encontramos el mismo tipo de arcilla expansiva dentro del área consolidada. Los suelos con arcillas más cohesivas se encuentran hacia el norte, y específicamente hacia el suroeste de la ciudad.

Imagen 2: Mapa Geomorfológico del cuadrángulo de la Región Lambayeque



Fuente: Instituto Geológico del Sector Energía y Minas del Perú.

3.4.1.5 Hidrología

Actualmente todas las estaciones dentro de la Cuenca del Chancay Lambayeque; pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se han identificado 20 estaciones meteorológicas en la cuenca Chancay-Lambayeque de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas. En la parte baja la estación más cercana a la zona de estudio es la Estación Climatológica Principal de Lambayeque (301), que se encuentra en el Fundo “El Cienago” de propiedad de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.4.1.6 Recursos Hídricos

La zona de estudio pertenece al Sub - Sector de Riego de Lambayeque, se encuentra ubicado en el distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, Región Lambayeque, en la cuenca del valle Chancay-Lambayeque el Sub - Sector de Riego Lambayeque; el mismo que trae las aguas por el canal del mismo nombre desde el repartidor Chescope; tiene como ámbito los distritos de Lambayeque, Morrope y San José; está conformado por tres canales principales a citar Canal San Romualdo; San Nicolás y Canal San José, canales que se encuentran en estado natural, en su mayor parte sin revestimiento.

El distrito de Lambayeque tanto en la parte Norte como Sur tiene una red de drenaje artificial conformada por los Drenes D-1400, D-1000 y D-1500 (Norte) y D-2000 (Sur), rodeándolo por esta zona el D-2210. Estos drenes han permitido detener el avance de la salinización en estos lugares, dado que se ha deprimido la napa freática, incluso han cumplido un papel muy importante durante los eventos lluviosos por el Fenómeno “El Niño”, actuando como protección de la ciudad de Lambayeque en particular.

3.4.2 Estudio Topográfico

El estudio topográfico es de suma importancia en la elaboración de nuestro proyecto, ya que nos permitió conocer cotas, geo-referenciados mediante un BM oficial, y pendientes de las calles del distrito, con la finalidad de realizar un diagrama de flujos, ubicar las zonas inundables y plantear una posible solución de drenaje pluvial. Además, proponer un diseño de pavimento en calles no pavimentadas, calles pavimentadas en mal estado o con mal diseño en sus pendientes en perfil.

Para el desarrollo del estudio topográfico se inició con un reconocimiento de campo, con el objetivo de obtener un mejor enfoque total del distrito de Lambayeque. Para esto se necesitó una movilidad para recorrer las calles de dicho distrito.

Después del reconocimiento de campo, se optó a realizar el estudio, para ello se necesitaron los siguientes instrumentos.

Personal

- Dos Topógrafo.
- Dos Ayudantes de campo.

Equipos Topográficos

- Una Estación Total marca TOPCOM modelo GZ-0498.
- Un Navegador GPS marca Garmin modelo 60 csx.
- Un Trípode.
- Dos prismas.
- Dos porta prismas.

Materiales

- Dos Sistemas de comunicación Walkie-Talkie.
- Una Wincha de 5 metros.
- Una Cámara Fotográfica.
- Un plumón indeleble.

Finalmente, con los datos adquiridos en campo se procesó y graficó en gabinete las curvas de nivel, descargando los datos de la estación total a un blog de notas y exportadas al software Civil3D, obteniendo los perfiles y las secciones transversales por cada calle.

3.4.2.1 Sistema de Unidades

Las medidas de longitud que se aplicó el proyecto fue el métrico decimal. Con respecto a las medidas angulares, están expresados en grados, minutos y segundos sexagesimales.

3.4.2.2 Sistema de Referencia

El sistema de referencia utilizado es el plano y triortogonal, donde dos de sus ejes representan, según la cuadrícula UTM del IGN, un plano horizontal y el tercer eje concierne a la elevación con respecto al nivel medio del mar.

En relación de la geo-referenciación del proyecto, está materializado por un punto localizado dentro del distrito mediante un monumento de piedra (Ver imagen 8.5.4) cuyas coordenadas

UTM son 9,258,455.802 N; 621,212.235 E, con una elevación de 16.046 m (Ver imagen 8.5.5).

3.4.2.3 Trabajos Topográficos

3.4.2.3.1 Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal se realizó para cada calle del distrito, con el objetivo de determinar las pendientes respectivas para la facilidad de realizar el diagrama de flujos.

3.4.2.3.2 Sección Transversal

La sección transversal se realizó mediante un metraje de cada 20 metros lineales a lo largo del perfil longitudinal de las diferentes calles del distrito de Lambayeque.

3.4.3 Estudio Hidrológico

El estudio hidrológico tiene como fin determinar los parámetros hidrológicos necesarios para la estimación de los caudales de escurrimiento máximos para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial del casco urbano del distrito de Lambayeque.

Para el estudio hidrológico, se obtuvieron datos de dos estaciones pluviométricas cercanas a la zona de estudio, los datos recopilados fueron proporcionados por SENAMHI, institución que se encarga de la recolección de datos y mantenimiento de las estaciones ubicadas en todo el territorio peruano. Los datos se descargaron de la página web de dicha institución.

Los datos procesados fueron de los últimos veinticinco años, esto de acuerdo a la norma OS 060 del reglamento nacional de edificaciones.

3.4.3.1 Parámetros meteorológicos

Al situarse en la zona costera norte del país, el clima es variable durante las estaciones; en primavera, otoño e invierno es suave y en verano es caluroso. Los componentes que establecen el clima son los siguientes:

3.4.3.1.1 Temperatura

El clima es cálido-templado, regulado por la cadena Occidental de los Andes, la Corriente marina de Humboldt y la corriente marina “El Niño”. La temperatura fluctúa entre los 31.6° C en verano y 15° C en invierno, la humedad relativa varía entre el 55% y 60%.

3.4.3.1.2 Humedad relativa

En el departamento de Lambayeque la humedad atmosférica relativa varía entre el 55% y 60%, con un promedio anual de 58%.

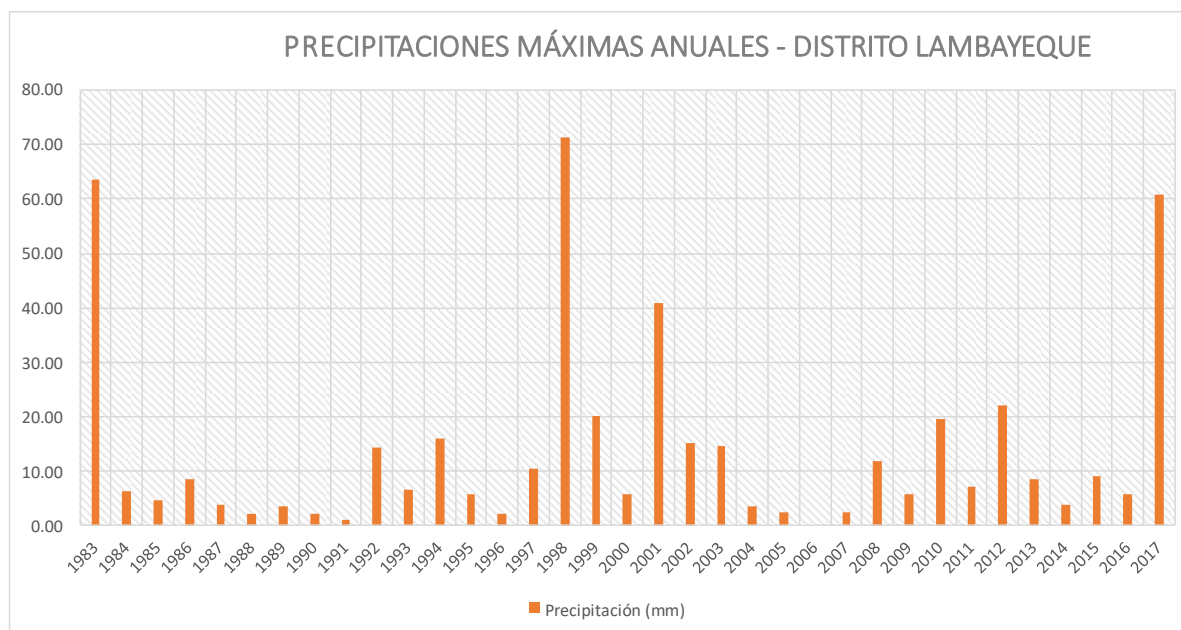
3.4.3.1.3 Vientos

Los vientos son similares a lo largo de casi todo el año, con dirección Este a Oeste. El recorrido de los vientos conexas directamente a la posición del Anticiclón del Pacífico.

3.4.3.1.4 Pluviometría.

En el distrito de Lambayeque al igual que en toda la provincia de Chiclayo las precipitaciones son bastante escasas, pues gran parte del año no llueve considerablemente; sin embargo, el régimen pluviométrico se ve notablemente alterado en años extraordinarios, estando asociado directamente a la presencia del fenómeno El Niño o alguna de sus anomalías como el sucedido en el 2017 durante los meses de verano, en estos años las lluvias son muy intensas.

Gráfico 3: Precipitaciones Máximas en 24 horas



Fuente: SENAMHI

Tabla 2: Precipitación Máxima en 24h (mm)
DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1983	47.30	5.60	63.60	17.30	30.80	5.50	0.00	0.01	0.50	1.00	0.10	1.40	63.60
1984	0.01	5.50	6.20	0.30	0.20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.40	0.40	0.10	6.20
1985	0.01	0.20	3.20	0.01	4.60	0.01	-99.90	0.01	0.01	0.50	3.00	0.40	4.60
1986	3.80	-99.90	8.50	1.30	0.01	0.00	0.00	0.30	0.01	0.50	1.60	0.80	8.50
1987	3.80	1.10	2.50	0.60	0.00	0.00	0.70	2.20	0.01	0.01	0.70	0.01	3.80
1988	2.10	0.30	0.50	1.80	1.80	0.00	0.00	0.01	0.10	0.40	1.30	0.01	2.10
1989	0.40	1.30	0.10	3.40	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	3.40
1990	2.00	0.10	2.20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.40	1.50	0.10	2.20
1991	0.80	0.50	0.90	0.80	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.01	0.10	0.20	0.90
1992	0.50	0.00	13.80	14.20	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	2.00	0.10	0.50	14.20
1993	0.01	3.00	6.60	1.10	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.70	1.40	0.01	6.60
1994	0.30	4.70	16.10	8.30	0.20	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.60	1.30	16.10
1995	5.70	0.01	0.40	0.10	0.20	0.00	0.10	0.01	0.10	0.70	0.60	0.20	5.70
1996	0.01	0.60	2.00	0.70	1.30	0.01	0.00	0.00	0.00	1.20	0.01	0.01	2.00
1997	0.30	1.40	0.01	0.60	0.01	0.01	0.01	0.00	0.10	0.80	1.20	10.50	10.50
1998	8.20	71.30	40.50	4.50	1.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	1.20	71.30
1999	0.90	20.10	1.00	4.40	1.60	0.80	0.40	0.00	1.30	2.90	0.00	2.10	20.10
2000	0.60	0.40	1.90	2.10	0.40	5.70	0.00	0.01	2.50	0.01	0.50	0.50	5.70
2001	0.10	1.60	40.80	7.10	0.20	1.20	0.00	0.01	0.00	0.70	0.00	1.00	40.80
2002	0.00	13.20	15.20	2.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20	1.60	1.10	15.20
2003	1.10	3.00	0.10	0.01	0.01	2.20	0.01	0.00	0.00	0.01	14.70	0.01	14.70
2004	0.01	1.10	3.60	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	1.30	1.70	0.01	0.80	3.60
2005	0.30	2.40	1.50	0.01	0.01	0.00	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	2.40
2006	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	-99.90	0.00
2007	2.40	0.00	1.50	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	2.40
2008	2.10	3.80	11.70	3.80	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	11.70
2009	3.50	2.10	4.40	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.70	5.70	5.70
2010	0.00	19.70	8.90	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	2.80	0.01	19.70
2011	2.80	0.01	0.01	7.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	3.00	7.10
2012	0.01	22.10	9.60	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.50	22.10
2013	0.01	1.40	8.50	1.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	8.50
2014	0.00	0.00	0.40	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	1.80	3.70
2015	0.00	0.00	9.10	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	9.10
2016	3.60	0.50	0.60	5.80	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80
2017	1.70	34.60	60.70	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	5.40	0.30	0.00	0.30	60.70
P Mx=	47.30	71.30	63.60	17.30	30.80	6.75	1.00	3.90	5.40	4.20	14.70	10.50	71.30

Fuente: Propia

3.4.4 Estudio de Suelos

El estudio de suelos tiene por finalidad conocer las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes en las calles y/o avenida de la zona urbana del distrito de Lambayeque, con la intención de obtener los parámetros de resistencia necesarios que permitan efectuar el diseño de los elementos propuestas en el presente estudio.

3.4.4.1 Trabajo de Campo

Con el objetivo de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se desarrollaron prospecciones de estudio, ejecutando catorce (14) calicatas, se tuvo en cuenta la profundidad mínima de 1.50 m y distancia en promedio de 500.00 m una de la otra, así mismo estas calicatas se encuentran distribuidas en el área de estudio y que nos admira con suficiente acercamiento la clasificación litológica de los suelos.

Imagen 3: Ubicación de calicatas en la zona del proyecto



Fuente: Propia - Google Earth

Además, con la ayuda de una posteadora, se realizaron tres (03) calicatas de 5 m de profundidad a lo largo del Dren 2210. Esto se hizo para verificar que se mantenga la clasificación del suelo hasta esa profundidad, que es hasta donde van a descargar las aguas, y determinar la cantidad de sales solubles.

Imagen 4: Ubicación de calicatas en el Dren



Fuente: Propia - Google Earth

También, se realizaron dos (02) calicatas de 3.00 m de profundidad en el terreno donde se proyecta la laguna de retención. Así se podrá determinar la clasificación del suelo y, de acuerdo a ello, tener las consideraciones respectivas para su diseño.

Imagen 5: Ubicación de calicatas en el Terreno de la Laguna de Retención



Fuente: Propia - Google Earth

Tabla 3: Registro de excavaciones de las calicatas

CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD
C – 01	E = 619902 - N = 9259603	1.50 m
C – 02	E = 620204 - N = 9259597	1.50 m
C – 04	E = 619777 - N = 9259368	1.50 m
C – 05	E = 620034 - N = 9259258	1.50 m
C – 06	E = 620073 - N = 9258464	1.50 m
C – 07	E = 619611 - N = 9257906	1.50 m
C – 08	E = 619604 - N = 9258342	1.50 m
C – 31	E = 620470 - N = 9259261	1.50 m
C – 32	E = 620963 - N = 9259240	1.50 m
C – 33	E = 620583 - N = 9258803	1.50 m
C – 35	E = 621164 - N = 9258541	1.50 m
C – 36	E = 620086 - N = 9258851	1.50 m
C – 37	E = 619640 - N = 9258951	1.50 m
C – 38	E = 619680 - N = 9258585	1.50 m
C – D1	E = 621427 - N = 9258118	5.00 m
C – D2	E = 621717 - N = 9258120	5.00 m
C – D3	E = 619919 - N = 9258115	5.00 m
C – L1	E = 618564 - N = 9257312	2.00 m
C – L2	E = 618563 - N = 9257286	2.00 m

Fuente: Propia

De los materiales encontrados en los diversos estratos se tomaron muestras particulares que han sido determinadas y registradas, con la profundidad de cada estrato, con el nombre y

ubicación de respectiva calicata, para luego ser colocadas en bolsas debidamente embaladas para su traslado al laboratorio.

Fotografía 1: Muestras de Suelo



Fuente: Propia

3.4.4.2 Ensayos de Laboratorio

Se realizaron los ensayos por los testistas en el Laboratorio A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R. Ltda. En cuanto a los ensayos que se ejecutaron, se realizará una efímera definición, también se señalará el objetivo de cada uno de ellos.

Cuadro 1: Ensayos de Laboratorio

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO NTP	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	NTP 339.013	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
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 Líquido y semi sólido.
Sales	Clasificación	NTP 339.152	Hallar el contenido de sales que se encuentra en el suelo expresadas en ppm.
Próctor Modificado	Clasificación	NTP 339.141	Determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario de los Suelos.
California Bearing Ration	Diseño de espesores	NTP 339.145	Determinar la capacidad de soporte del suelo.

Fuente: Propia

3.4.4.3 Descripción de los Ensayos de Laboratorio

En cuanto a los ensayos a ejecutar, se realizó una breve explicación de ellos y los objetivos correspondientes.

3.4.4.3.1 Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.013)

Llamado también Análisis Mecánico, tiene como finalidad la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros), para determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. La cantidad de granos de los distintos tamaños es expresada en porcentajes.

Fotografía 2: Selección de Tamices para el Ensayo Granulométrico



Fuente: Propia

3.4.4.3.2 Límite Líquido (NTP 339.129) y Límite Plástico (NTP 339.129)

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua.

El límite líquido es la frontera que existe entre el estado semi líquido y estado plástico. Es el contenido de humedad al cual una masa de suelo húmedo colocada en un recipiente en

forma de capsula de bronce, separado en dos partes por el ranurador metálico y dejado caer desde una altura

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual los suelos cohesivos pasan del estado semi-sólido al plástico; consiste en tomar material que ha salido de la prueba del límite líquido, formar una pequeña esfera para ser enrollado sobre una placa de vidrio hasta moldearlo en forma de diámetro uniforme a una velocidad de 80 a 90 golpes por minutos, un golpe es un movimiento de mano hacia adelante y hacia atrás, cuando el alambre de suelo tenga un diámetro de 3mm romper en pedazos y volver a formar una pequeña esfera para volver a repetir los pasos hasta que el alambre se separe en pequeños pedazos bajo la presión de enrollamiento y no permita que se enrolle adicionalmente, para finalizar se pesan. Se secan en el horno y se vuelven a pesar para así determinar el contenido de humedad.

Fotografía 3: Colocación de la muestra en la Cuchara de Casagrande para la determinación del Límite Líquido



Fuente: Propia

Fotografía 4: Moldeando las muestras de suelo para la determinación del Límite Plástico



Fuente: Propia

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

La clasificación de los suelos se refiere a la ordenación de los suelos que tienen características similares con el fin de identificarlas por los métodos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO).

3.4.4.3.4 Ensayo Próctor Modificado (NTP 339.013)

El ensayo de próctor modificado es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. El objetivo es conseguir la máxima compactación de un suelo o capa granular con una energía de compactación determinada, con el fin de evitar asentamientos una vez puesta en servicio la obra.

Una muestra del suelo con un contenido de Humedad determinado es colocada en 5 capas dentro de un molde de ciertas dimensiones, cada una de las capas es compactada en 25 o 56 golpes con un pisón de 44.5 N desde una altura de caída de 0.457m, sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente de 2 700 kN-m/m³. Se determina el Peso Unitario Seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el Peso Unitario Seco y el Contenido de Agua del Suelo. Estos datos, cuando son procesados, representan una relación curvilínea conocida

como curva de Compactación. Los valores de Optimo Contenido de Agua y Máximo Peso Unitario Seco Modificado son determinados de la Curva de Compactación.

Fotografía 5: Proceso de compactación a través de golpes



Fuente: Propia

3.4.4.3.5 California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

El CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración dentro de la muestra de suelo compactada a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria, para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo

3.4.5 Estudio de Tráfico

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte, mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por calles y/o avenidas, pero que usualmente se denomina tráfico vehicular.

El presente estudio de tráfico del distrito de Lambayeque pretende establecer los parámetros para la elaboración del diseño de las obras de pavimentación urbana.

3.4.5.1 Conteos Volumétricos de Tráfico

Para la determinación de los volúmenes, el procedimiento consistió en la aplicación de aforos de tránsito en la zona de estudio; para estos aforos se ubicó una estación de conteo volumétricos (E1), establecida a criterio.

Imagen 6: Mapa de Ubicación de la Estación de Control – Calle Huamachuco cuadra n° 4



Fuente: Propia – Google Earth

3.4.5.1.1 Días de Aforo

Se efectuaron conteos de 7 días durante 24 horas en la estación indicada en la imagen anterior. Los conteos aportaron información sobre la suma y estructura del tráfico actual.

Tabla 4: Fecha de Conteos









N°	DÍA	FECHA		
1	Lunes	6	8	2018
2	Martes	7	8	2018
3	Miercoles	8	8	2018
4	Jueves	9	8	2018
5	Viernes	10	8	2018
6	Sábado	11	8	2018
7	Domingo	12	8	2018

Fuente: Propia

3.4.5.1.2 Metodología de trabajo

El cálculo del IMDA es el conteo volumétrico y tipificación vehicular en el lapso de una semana, después se reajusta con un factor de corrección estacional para considerar un comportamiento al año. Dicho factor obedece del peaje respectivo que se ha estimado en el estudio, mes del año y tipo de vehículo; después se obtiene la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI que se emplearán para vehículos ligeros y pesados respectivamente.

Cuadro 2: Tipo de Vehículos

AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION
		PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E
							

Fuente: MTC

En cuanto al registro de carga, nos sirve para conocer las cargas trasferidas al pavimento provocadas por la transpirabilidad de los vehículos y que factores provocan su deterioro.

El factor de equivalencia de carga (FEC) por el que se optó, fue la metodología originada en la Carretera Experimental AASHTO la misma que avala el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.4.6 Diseño del Pavimento

3.4.6.1 ESAL obtenido del Diseño de Tráfico

Con el diseño de tráfico nos permitirá desarrollar el diseño del pavimento de las calles del distrito.

3.4.6.2 Índice de Serviciabilidad Final (Pt)

Se consideró un índice de serviciabilidad final de 2.00 por ser de vías locales y estacionamientos, su objetivo final es tener acceso a lugares comerciales, residenciales e industriales.

Tabla 5: Índice de Serviciabilidad Final (Pt)

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

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.3 Índice de Serviciabilidad Inicial (Po)

Se consideró un índice de serviciabilidad inicial de 4.2 por tratarse de un diseño para Pavimento Flexible.

Tabla 6: Índice de Serviciabilidad Inicial (Po)

Pavimento Rígido Po:	4.5
Pavimento Flexible Po:	4.2

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.4 Factor de Confiabilidad (Fr) y Desviación Estándar (So)

Por ser una vía local se consideró un Nivel de Confiabilidad de 75%, basada en una derivación estándar de 0.45

Tabla 7: Factor de Confiabilidad (Fr) y Desviación Estándar (So)

Clase de Via	EALs (millones)	Nivel de Confiab. (%)	Nivel de Confiab. (Fr)	EALs de Diseño (millones)
Expresas	7.5	90	3.775	28.4
Arteriales	2.8	85	2.929	8.3
Colectoras	1.3	80	2.390	3
Locales	0.43	75	2.010	0.84

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.5 Desviación normal estándar (ZR)

Tabla 8: Desviación normal estándar (ZR)

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (ZR)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.6 Coeficiente de Drenaje (mi)

El distrito de Lambayeque cuenta con un suelo que su tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre es de un día y el porcentaje de tiempo en que la estructura

del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación será más de 25%, con esto se obtuvo un coeficiente de drenaje de 1.00

Tabla 9: Coeficiente de Drenaje (mi)

Valores de mi recomendados por la AASHTO para pavimentos flexible					
mi	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento estara expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturacion			
Calificación de drenaje		Menos a 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	2 horas	1.10 - 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: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.7 Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos asfálticos urbanos

El ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y sirve para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos; este nos dio como resultado un CBR de 7%, la cual fue considerado como pavimento regular. Los CBR de los materiales de préstamos para la base y sub base serán de 80% y 40% respectivamente, obtenidos de la Cantera de Mesones Muro.

Tabla 10: Calidad de subrasante

Excelente	$\text{CBR} \geq 17\%$
Bueno	$8\% < \text{CBR} < 17\%$
Regular	$3\% < \text{CBR} < 8\%$
Pobre	$\text{CBR} \leq 3\%$

Fuente: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.4.6.8 Espesores mínimos Sugeridos

Del ESAL calculado se determinó los espesores mínimos para Capas Asfálticas y Base Granular, son 7.50 cm y 15 cm respectivamente sugeridos por AASHTO 1993.

Tabla 11: Espesores mínimos Sugeridos

Numero de ESAL's	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50000	3.00 cm	10 cm
50000 - 150000	5.00 cm	10 cm
150000 - 500000	6.50 cm	10 cm
500000 - 2000000	7.50 cm	15 cm
2000000 - 7000000	9.00 cm	15 cm
Mas de 7000000	10.00 cm	15 cm

Fuente: AASHTO 1993

3.4.6.9 Numero Estructural Requerido (SNR)

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 sub base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

Donde:

a_1 , a_2 , a_3 = 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.

3.4.7 Diseño de drenaje Pluvial Urbano

El término drenaje se aplica al proceso de remover el exceso de agua para prevenir el inconveniente público y proveer protección contra la pérdida de la propiedad y de la vida.

El desarrollo de un área interfiere con la habilidad de la naturaleza para acomodarse a tormentas severas sin causar daño significativo y el sistema de drenaje hecho por el hombre se hace necesario.

3.4.7.1 Tipos de sistema de drenaje urbano.

El drenaje urbano de una ciudad está conformado por los sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan; así tenemos:

a) Sistema de Alcantarillado Sanitario.- Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.

b) Sistema de Alcantarillado Pluvial.- Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.

c) Sistema de Alcantarillado Combinado.- Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias.

En este caso diseñaremos un Sistema de Alcantarillado Pluvial, es decir será independiente del alcantarillado sanitario.

3.4.7.2 Información básica

Todo proyecto de alcantarillado pluvial deberá contar con la información básica indicada a continuación, la misma que deberá obtenerse de las Instituciones Oficiales como el SENAMHI, Municipalidades, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:

- Información Meteorológica.
- Planos Catastrales.
- Planos de Usos de Suelo.

3.4.7.3 Diseño Hidráulico

- Para el cálculo hidráulico, se ha usado el programa de ingeniería SewerGems. Este nos permite obtener los diámetros de las tuberías, los caudales que van a transportar, las profundidades a las que se van a colocar y la cantidad de buzones con su altura respectiva. Para lo cual, se ha tenido que ingresar los siguientes datos:
- Método matemático empleado para la estimación del caudal máximo.
- Las curvas IDF calculadas con las precipitaciones dadas por el SENAMHI
- El periodo de retorno: a) El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.
b) El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

- El tiempo de concentración, según la norma OS 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO, el tiempo mínimo de concentración que se debe considerar es 10 min.
- Material de las tuberías
- Velocidad de diseño, la velocidad mínima considerada, según la norma OS 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO, es de 0.90 m/s. La velocidad máxima se determina de acuerdo al tipo de material empleado en las tuberías.
- Consideraciones de construcción como el mínimo de cobertura que se debe dejar para las tuberías y la distancia entre el fondo del buzón y la salida de las tuberías.

3.4.8 Diseño de drenaje pluvial en instituciones

En las instalaciones de las edificaciones es necesario proveer una que sirva para desfogar la precipitación que cae sobre sus cubiertas [20]. Por esto es necesario realizar un buen diseño hidráulico para drenar el agua pluvial al menor tiempo posible hacia la calle.

El objetivo del drenaje pluvial de la I.E. 27 de diciembre y Coliseo Eduardo Laca Barreto, es de permanecer estables durante y después de las precipitaciones para tener como función de salvaguardar vidas humanas.

Las áreas de estudio de la I.E. 27 de diciembre y Coliseo Eduardo Laca Barreto son 3028.40 m² y 1226.90 m², respectivamente.

Con respecto al cálculo de las dimensiones de la montante final y las canaletas de cubierta y de piso, se utilizó la intensidad de precipitación de la cuenca 13 con su respectivo periodo de retorno, ya que las 2 instituciones públicas se encuentran dentro de dicha cuenca.

3.4.9 Diseño del destino final de las aguas pluviales

La disposición final de las aguas captadas por un sistema de drenaje pluvial representa una parte fundamental del proyecto. Puesto que podría provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población si no se define antes de la construcción.

Debido al gran caudal, se ha visto conveniente diseñar una laguna de retención que permitirá almacenar el agua proveniente del drenaje pluvial. Este sistema alternativo consiste en una laguna que recibe la escorrentía superficial producida por la tormenta, para luego ser vaciada gradualmente. Además, tiene la ventaja de que elimina los contaminantes por sedimentación y esa agua puede ser utilizada para fines de riego.

3.4.10 Modelamiento del sistema de drenaje pluvial mediante software

Se ha realizado un estudio de inundabilidad con el programa de ingeniería HEC-RAS. Esto nos permitirá evaluar las zonas críticas donde se debe prestar mayor atención al momento de diseñar el sistema de drenaje pluvial. Además, se podrá comparar con el estudio de inundabilidad manual que ya se había hecho.

El procedimiento del modelamiento es el siguiente:

- En el programa Arc Map10.5, iniciamos con el modelo digital del terreno (MDT) el cual da una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel del mar y va a permitir caracterizar el relieve de nuestra área de estudio, en este caso el casco urbano de Lambayeque.
- Convertimos el modelo digital del terreno (MDT) de formato DWG a SHAPEFILE, luego a TIN y finalmente a Raster.
- Entramos al programa HEC-RAS 5.0.3 y abrimos nuestro Raster creado previamente.
- Ingresamos nuestros datos de precipitación y las fechas de estas.
- Procesamos los datos y obtenemos el modelamiento hidráulico de nuestro proyecto, identificando las zonas críticas de inundación.

3.4.11 Metrados

El metrado se define como la medición de la cantidad de trabajo que será necesario realizar en cualquier partida. Para ello, debe especificarse siempre la unidad de medida. Las unidades utilizadas en esta actividad son, usualmente, el kg, m², m³, ml, unidad, pieza, u otra que defina adecuadamente dicho metrado.

Este tipo de trabajos tienen que ser claros y precisos, para que puedan ser verificados. Por este motivo, se debe seguir cierta metodología:

- Verificar que los planos estén completos y debidamente acotados.
- Detallar las partidas necesarias en la obra que serán metradas.
- Marcar los elementos ya metrados llevando un orden para evitar confusiones.

3.4.12 Presupuesto

Se refiere al cálculo previo de la cantidad en dinero necesario para la realización de un proyecto. Esa estimación, tiene como base la experiencia adquirida en obras similares. Además, deben ser cálculos reales tomando en cuenta los costos de cada lugar.

Además, está compuesto por el costo directo que se refiere a la mano de obra, maquinaria, equipos y materiales; y el costo indirecto del proyecto, que comprende los gastos utilidad y gastos generales. Adicionamos a esto el también el IGV. Es recomendable que la antigüedad no pase de los 6 meses respecto a la fecha de la convocatoria.

El presupuesto presenta la siguiente estructura:

$$PT = (CD + GG + UU) * IGV$$

PT: Presupuesto total

CD: Costo directo del proyecto

GG: Gastos generales

UU: Utilidad

IGV: Impuesto general a las ventas

3.4.12.1 Costo directo

Es cantidad del costo de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos y herramientas para la elaboración de la obra.

Para ello se debe saber el aporte de los materiales que se utilizan en cada partida con sus respectivas unidades de medida. Se pueden usar como guías las especificaciones recomendadas por CAPECO.

El costo de la mano de obra se refiere a los honorarios y obligaciones de las prestacionales del personal que la empresa contrata. La entidad que solicita el servicio de estos trabajadores, tiene que realizar pagos mensualmente.

También se deben tener en cuenta los costos de adquisición de los equipos de construcción y herramientas que se necesitan para poder realizar los trabajos Además del costo para mantenerlos en estados óptimos durante el tiempo que se emplearan en el proyecto.

Otro elemento a considerar es el flete terrestre, que es el costo ocasionado por el transporte de los materiales y equipos, desde su lugar de distribución hasta la zona donde se ubicará el Proyecto.

3.4.12.2 Costo indirecto

Son aquellos gastos en forma no limitada de los gastos de licitación y contratación aplicables al proyecto. Dichos gastos son utilizados para la postulación de dicha licitación y derivados en el proceso de contratación, aplicables al proyecto.

3.4.12.3 Fórmula polinómica

Para reajustar el presupuesto de un proyecto en el tiempo, se requiere de una ecuación necesaria llamada fórmula polinómica. Siendo esta la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto. Esta ecuación se encuentra conformada por una sumatoria de términos, llamados monomios, los cuales representan la incidencia en porcentaje y los insumos importantes en el presupuesto agrupados con respecto a su índice unificado.

$$K = a \frac{J_r}{J_o} + b \frac{M_r}{M_o} + c \frac{E_r}{E_o} + d \frac{V_r}{V_o} + e \frac{GU_r}{GU_o}$$

K: es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultados de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción, se expresa con aproximación al milésimo.

A,b,c,d,e: son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos, mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente.

Jo, Mo, Eo, Vo, Guo: son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipos de construcción. Varios, gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del presupuesto base, los cuales permanecen invariables durante la ejecución de la obra.

Jr, Mr, Er, Vr, GUr: Son los índices de precios de los mismos elementos, a la fecha del reajuste correspondiente.

Es recomendable que el número total de monomios de la fórmula polinómica se no sean mayor de 8 y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no debe ser inferior al 5%. Además, cada obra podrá tener hasta un máximo de 4 formulas polinómicas.

3.4.13 Evaluación de Impacto Ambiental

El presente estudio tiene como objetivos: La identificación, análisis y evaluación de los impactos potenciales positivos y negativos que trae como consecuencia el proyecto en sus diferentes etapas: construcción, operación y mantenimiento.

Asimismo, se tendrán en cuenta estos otros objetivos:

- Aplicar el marco legal de ambiente vigente del Perú
- Sostener los criterios de diseño empleados para disminuir el impacto ambiental del proyecto.
- Identificar distintos tipos de manejo de ecosistemas.
- Establecer las acciones de prevención, corrección y control de los impactos ambientales.
- Determinar el balance de Impactos positivos y negativos del proyecto.
- Determinar si el Proyecto puede ser ejecutado en armonía con el Medio Ambiente.
- Establecer las medidas necesarias para garantizar la sustentabilidad ambiental del presente proyecto.

3.4.13.1 Régimen Jurídico

Se ha elaborado el presente Estudio basado en los instrumentos legales vigentes de carácter general, que son aplicables a estos casos, tales como:

Cuadro 3: Marco Legal

GENERALES	
Constitución Política del Perú de 1993, Título I Capítulo I “de los Derechos y Deberes de la Persona” art. 2 inc. 22, Título III, Capítulo II “del Ambiente y los Recursos Naturales”	
Ley N° 26410	Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)
Ley N° 26821	Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales
Ley N° 26786	Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades
D.Leg. N° 613	Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales
D.Leg. N° 757	Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada en el Perú
Ley N° 25862	Ley Orgánica del Sector Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción
D.Leg. N° 635	Código Penal, considera al medio ambiente como un bien jurídico, de carácter socioeconómico. Sanciona los delitos contra los Recursos Naturales con pena privativa de la libertad individual y sanciones pecuniarias.
Ley N° 26786	Regula la Evaluación de Impactos Ambientales de obras y actividades.
D.S. N° 056-97-PCM	Establece los casos en los que se requerirá opinión técnica del INRENA para la aprobación de EIA y PAMA.
D. L. N° 17752	Ley General de Aguas.
Ley N° 26505	Ley de la Inversión Privada en el Desarrollo de Actividades Económicas en las Tierras del Territorio Nacional y de las Comunidades Campesinas y Nativas – Ley de Tierras.
D.S. N° 062-75-AG	Reglamento de la Clasificación de Tierras.
D.S. N° 011-97-AG	Reglamento de la Ley N° 26505.
D.S. N° 055-92-AG	Reglamento de Organización y Funciones del INRENA.
R.M. N° 1710-77-AG	Lista de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre Nacional
Ley N° 26834	Ley de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
D.L. N° 21147	Ley Forestal y de Fauna Silvestre, establece la conservación de los recursos naturales y de fauna en base a un régimen de uso racional
D.L. N° 21147	Reglamento de Unidades de Conservación, sustenta la clasificación de las áreas naturales protegidas.
D.S. N° 010-99-AG	Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas.
D.S. N° 013-99-AG	Listado de Especies de Fauna Silvestre Amenazada.
Ley N° 26842	Ley General de Salud.
Ley N° 28611	Ley General del Ambiente
Ley N° 28245	Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental

Fuente: Propia

3.4.14 Manual de Operación y Mantenimiento

Existen situaciones medioambientales que afecta de forma directa el deterioro de las estructuras de un proyecto y que se encuentran por encima del control tanto del diseño como de la ejecución de la obra. Por lo tanto, es fundamental la ejecución del mantenimiento rutinario y periódico, para que la vida útil del proyecto sea según lo diseñado y que se evite el deterioro prematuro.

Este manual presenta los diferentes procedimientos y actividades que se deben seguir para mantener el proyecto en óptimas condiciones. Además, se podrá apreciar los trabajos para el Sistema de Drenaje Pluvial y se podrá calcular el costo que esto implica.

3.4.14.1 Objetivos

3.4.14.1.1 Objetivo General

Proporcionar la información necesaria de los procedimientos y actividades requeridas para realizar las tareas de operación y mantenimiento del proyecto DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR “A” DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017.

3.4.14.1.2 Objetivos Específicos

- Definir las actividades que se requieren para mantener el proyecto en óptimas condiciones a lo largo del tiempo.
- Determinar el personal necesario para elaborar las actividades de operación y mantenimiento.
- Calcular el costo de operación y mantenimiento anual.

3.4.14.2 Operación del Sistema de Drenaje Pluvial

La operación de un sistema de drenaje pluvial es el conjunto de actividades que se hacen para lograr que las estructuras correspondientes puedan recolectar y evacuar las aguas pluviales, sin poner en peligro a la población.

3.4.14.2.1 Tipos de operación de un sistema de drenaje pluvial

- Operaciones frecuentes, cuando se presentan todos los días.
- Operaciones ocasionales, si suceden ocasionalmente o de vez en cuando.
- Operaciones de emergencia, cuando se presentan intempestivamente y plantean situaciones complejas.

3.4.14.3 Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial

El mantenimiento de un sistema de drenaje pluvial es el conjunto de procedimientos y actividades que se hacen para cerciorar el apropiado funcionamiento de un sistema, equipo o elemento designado a cumplir un fin determinado tal como fueron planificados y construidos.

3.4.14.3.1 Mantenimiento preventivo

Conjunto de actividades que se realizan a fin de evitar problemas que se podrían presentar si no se toman algunas acciones para eliminarlos. Estas actividades se ejecutan a través de una inspección y limpieza programada, de acuerdo a un tiempo recomendado, de los elementos del sistema de drenaje pluvial que son las tuberías y buzones.

3.4.14.3.2 Mantenimiento correctivo

Conjunto de procedimientos necesarios en el sistema a fin de enmendar algún problema que se presente durante su funcionamiento. Esos podrían ser reparaciones de roturas, sustitución de tramos de tuberías, desatoro, reconstrucción de tuberías y buzones.

3.4.14.3.3 Mantenimiento de renovación

Consiste en desmontar por completo los equipos y cambiarles las piezas que sean necesarias, para dejarlos en un estado parecido al de unidades nuevas.

3.4.14.4 Daños en el Sistema de Drenaje Pluvial

Los daños en el Sistema de Drenaje Pluvial están dados por las siguientes causas:

3.4.14.4.1 Obstrucciones

Una de las funciones esenciales en el mantenimiento de un sistema de drenaje pluvial es el removimiento de obstrucciones. Las causas más frecuentes de estas son: trapos, plásticos, vidrios, raíces, arenas y piedras.

Trapos, plásticos y vidrios

Estos materiales son muy comunes cuando se trata de obstrucción de las tuberías y su incidencia es mayor en aquellos lugares donde arrojan trapos, cartones y plásticos en la calle donde vierten la basura a las cámaras de inspección.

Raíces

Normalmente se presenta en zonas donde existen áreas verdes. Las raíces que ingresan a las tuberías pueden provocar obstrucciones.

Piedras y arenas

Esto, usualmente, se da en las calles mezcladas con tierra, donde debido a que existen tuberías rotas o buzones sin tapa éstas entran al sistema de drenaje. También se forma sedimento en tramos donde existe poca pendiente. Se deben detectar los tramos donde exista mayor incidencia para limpiarlos de forma periódica. Una vez identificado el problema, se deben extraer, porque si solo se lava, ocasionaría que estos sedimentos sean trasladados y se concentre el problema en otro sitio.

3.4.14.4.2 Pérdida de capacidad

Mayormente se da por la formación de una capa de sedimentos en la tubería. Esto ocurre, generalmente, en tramos de baja pendiente o donde la velocidad sea mínima debido a un bajo caudal de aguas pluviales. Por lo tanto, la solución es el re-diseño y cambio total del tramo afectado.

3.4.14.4.3 Roturas

Las roturas y fallas que se presentan en las redes de drenaje pueden ser resultado de algunas de las siguientes causas:

Soporte inapropiado del tubo

Las tuberías fallan debido a la poca uniformidad en la cama de apoyo. Esto ocurre cuando las tuberías son puestas en zanjas donde el fondo es rocoso o tiene piedras. Por lo tanto, se debe tener cuidado al momento de construir la cama de apoyo, pues esto podría incrementar el soporte de carga de las tuberías.

Fallas debidas a cargas vivas

El recubrimiento inapropiado es el principal causante del fallo de las tuberías, sobre todo, cuando se encuentra en una zona de tráfico pesado. Para ello, el personal de operación y mantenimiento, al momento de realizar la reparación de la tubería afectada, debe proporcionarle el recubrimiento adecuado envolviéndola en concreto para impedir que vuelvan a colapsar.

Movimiento del suelo

Ocurren cuando se presenta un sismo y requiere la reconstrucción total del tramo fallado.

Daños causados por otras instituciones

Esto sucede cuando hay reparos de calles o se colocan líneas de electricidad, si no se hacen con el debido cuidado, dañan las tuberías. Para ello, el personal de operación y mantenimiento, debe indicar la ubicación y profundidad de las mismas.

Raíces

Cuando el problema de raíces se acentúa, éstas llegan a fracturar las tuberías por lo que es necesario cambiar los tramos afectados.

3.4.15 Análisis económico del Costo-Efectividad

3.4.15.1 Formulación

3.4.15.1.1 Costos a precios de mercado

En conformidad con las actividades y tareas correspondientes al proyecto, se han calculado los costos de cada una de las actividades de la alternativa propuesta. Se han estimado como costos todos aquellos insumos, bienes o recursos que son imprescindibles para la ejecución del proyecto y la puesta en marcha de la alternativa planteada con el objetivo de lograr el propósito del Proyecto.

3.4.15.1.1.1 Costos en la Situación Sin Proyecto

Actualmente, en el área de estudio, no existe ninguna estructura para el drenaje pluvial del distrito. Además, no toda la zona está pavimentada y muchas zonas cuentan con una pavimentación deteriorada, la cuál debe ser reemplazada. Por lo tanto, los costos de operación y mantenimiento en la situación sin proyecto es cero (0).

3.4.15.1.1.2 Costos en la Situación Con Proyecto

a) Costos de Inversión

Sirven para proveer la capacidad operativa del sistema de drenaje pluvial y la pavimentación, que son los componentes principales del proyecto. Este costo será dispuesto por la unidad ejecutora para la ejecución de la obra.

b) Costos de Operación y Mantenimiento

Son los insumos y recursos necesarios para la realización de procedimientos y actividades que se realizan con el fin de cerciorar el apropiado funcionamiento del sistema de drenaje y pavimentación. Estos costos se calcularon teniendo en cuenta la vida útil del proyecto, la cual es de 20 años.

c) Costos Incrementales

Los costos Incrementales son la diferencia de los costos con proyecto y los costos sin proyecto, a partir del cual se realizará la evaluación económica del proyecto, tanto a precios privados y a precios sociales.

3.4.15.2 Evaluación Social

3.4.15.2.1 Beneficios Sociales

3.4.15.2.1.1 Beneficios sin proyecto

Si no se realiza el drenaje pluvial y se mejoran las condiciones de transitabilidad de la zona urbana del distrito de Lambayeque, la población seguirá sufriendo los daños que provocan las intensas lluvias cuando ocurre el fenómeno El Niño. Tales como el deterioro o colapso de viviendas e instituciones; inundación de calles provocando el colapso de desagües y dificultando el tránsito vehicular y peatonal; y problemas de salud debido a enfermedades infecciosas provocadas por el estancamiento del agua y la presencia de mosquitos. Sin contar la cantidad de personas damnificadas. Por lo tanto, no se obtiene ningún beneficio en términos cualitativos, al contrario, son más cuantiosos los daños que ocasiona la falta del proyecto.

3.4.15.2.1.2 Beneficios con proyecto

Los beneficios cualitativos que generará el proyecto son los siguientes:

- El desarrollo del proyecto ayudará al manejo, control, conducción y el drenaje de las aguas pluviales en un sistema aparte del sistema de alcantarillado.
- Se disminuirá las pérdidas económicas por daños provocados por inundaciones; ya sea en viviendas, colegios, autopistas, instituciones públicas y/o privadas.
- Al prevenir la acumulación del agua en las vías de acceso, se evitarán los transbordos de productos para el comercio, lo que prevendrá un incremento de precios de estos mismos.

- Mejorará la calidad de las aguas de escorrentía y reducirá la suma de contaminantes que llegan al medio receptor.
- Contribuirá con la protección de las corrientes urbanas de vertidos accidentales y pérdidas de tuberías.
- Con la construcción del sistema de manera independiente, se estará ayudando a la descontaminación de los recursos hídricos existentes, en el proyecto se fijarán todas las condiciones exigibles, de tal modo que se preserve la higiene, la seguridad y el confort de la población de Lambayeque.
- Existirá una protección frente al riesgo de inundación, lo que evitará tanto pérdidas de vidas como materiales.
- Disminuirá la proliferación de enfermedades transmisibles y los accidentes a personas vulnerables como son los niños, mujeres gestantes y adultos mayores.
- Al dirigir el drenaje pluvial por un sistema independiente, se evitará el colapso de las redes de desagüe; ya que no se excedería la capacidad de estos, previniendo así enfermedades por la descomposición de la materia orgánicas presente en las aguas residuales.

3.4.15.2.2 Costos Sociales

Los costos de inversión a precios sociales han sido transformados por los factores de corrección según la distribución de bienes transables, no transables y mano de obra. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos de inversión a precios sociales del proyecto.

3.5 Plan de procesamiento y análisis de datos

FASE I

1. Visita a la zona del proyecto y recolección de información.
2. Efectuar las coordinaciones con las autoridades competentes.
3. Recolección de información bibliográfica.
4. Revisión de la normativa nacional vigente respecto al tema.

FASE II

6. Realizar es Estudios hidrológico.
7. Realizar el Estudios topográfico.
8. Elaboración de planos topográficos.
9. Toma de muestras para los ensayos de Mecánica de Suelos.
10. Realización de ensayos de Mecánica de Suelos.
11. Continuación de la evaluación del impacto ambiental.

FASE III

12. Selección de alternativa de Pavimento.
13. Diseño del Pavimento.
14. Evaluación y selección de la alternativa de diseño de drenaje pluvial más adecuada.
15. Diseño del sistema de drenaje pluvial del sector A.
16. Diseño del sistema de drenaje pluvial de la I.E. 27 de Diciembre y el Coliseo Eduardo Laca Barreto.
17. Estudio del destino final de las aguas pluviales.
18. Diseño del destino final de las aguas pluviales.
19. Modelamiento del sistema de drenaje pluvial mediante software.
20. Elaboración de memorias de cálculo.
21. Elaboración de Metrados, Costos y Presupuestos del proyecto.
22. Análisis económico del Costo-Beneficio del Proyecto.
23. Elaboración de planos definitivos.
24. Continuación de la evaluación del impacto ambiental.

FASE IV

25. Elaboración del Informe final de la evaluación del Impacto ambiental.
26. Conclusiones y Recomendaciones.
27. Elaboración final del proyecto.

IV. Resultados y discusión

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Estudio Topográfico

El distrito de Lambayeque presenta una topografía ligeramente desnivelada, ya que en algunas zonas tenemos pendientes pronunciadas, donde la cota mínima es de 12.50 m ubicada en la parte sur-este del distrito y la cota máxima es de 26.50 m en la parte nor-este del distrito.

En la siguiente tabla, se aprecia las coordenadas de los BMs, de los cuales el BM oficial es el BM 1 con una cota de 16.05 m:

Tabla 12: Coordenadas de los BMs

BM	Norte	Este	Z
1	9258455.94	621212.24	16.05
2	9259436.38	620972.68	16.52
3	9258873.22	620301.04	19.05
4	9258095.37	619739.60	13.76

Fuente: Propia

4.1.2 Estudio Hidrológico

4.1.2.1 Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos

4.1.2.2 Modelos de distribución

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos. Para realizar la prueba de confiabilidad utilizaremos el método Gumbel.

Tabla 13: Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

N°	Año	Precip. Del Mes	Precipitación (mm)		Fn (x)	Fi (x)	Fn (x) - Fi (x)	(Fn (x) - Fi (x))^2	(Fn (x) - Fn (x̄))^2
			xi	(xi - x)^2					
1	1983	63.60	0.00	188.63	0.028	0.223	0.195	0.038	0.223
2	1984	6.20	0.90	164.72	0.056	0.245	0.189	0.036	0.198
3	1985	4.60	2.00	137.69	0.083	0.272	0.189	0.036	0.174
4	1986	8.50	2.10	135.36	0.111	0.275	0.164	0.027	0.151
5	1987	3.80	2.20	133.04	0.139	0.277	0.138	0.019	0.130
6	1988	2.10	2.40	128.47	0.167	0.282	0.116	0.013	0.111
7	1989	3.40	2.40	128.47	0.194	0.282	0.088	0.008	0.093
8	1990	2.20	3.40	106.80	0.222	0.308	0.086	0.007	0.077
9	1991	0.90	3.60	102.70	0.250	0.313	0.063	0.004	0.062
10	1992	14.20	3.70	100.69	0.278	0.316	0.038	0.001	0.049
11	1993	6.60	3.80	98.69	0.306	0.319	0.013	0.000	0.038
12	1994	16.10	4.60	83.44	0.333	0.340	0.006	0.000	0.028
13	1995	5.70	5.70	64.55	0.361	0.369	0.007	0.000	0.019
14	1996	2.00	5.70	64.55	0.389	0.369	0.020	0.000	0.012
15	1997	10.50	5.70	64.55	0.417	0.369	0.048	0.002	0.007
16	1998	71.30	5.80	62.95	0.444	0.371	0.073	0.005	0.003
17	1999	20.10	6.20	56.77	0.472	0.382	0.091	0.008	0.001
18	2000	5.70	6.60	50.90	0.500	0.392	0.108	0.012	0.000
19	2001	40.80	7.10	44.01	0.528	0.405	0.122	0.015	0.001
20	2002	15.20	8.50	27.40	0.556	0.442	0.114	0.013	0.003
21	2003	14.70	8.50	27.40	0.583	0.442	0.142	0.020	0.007
22	2004	3.60	9.10	21.48	0.611	0.457	0.154	0.024	0.012
23	2005	2.40	10.50	10.46	0.639	0.493	0.146	0.021	0.019
24	2006	0.00	11.70	4.14	0.667	0.522	0.144	0.021	0.028
25	2007	2.40	14.20	0.22	0.694	0.581	0.113	0.013	0.038
26	2008	11.70	14.70	0.93	0.722	0.592	0.130	0.017	0.049
27	2009	5.70	15.20	2.15	0.750	0.603	0.147	0.022	0.063
28	2010	19.70	16.10	5.60	0.778	0.623	0.155	0.024	0.077
29	2011	7.10	19.70	35.59	0.806	0.693	0.112	0.013	0.093
30	2012	22.10	20.10	40.52	0.833	0.701	0.133	0.018	0.111
31	2013	8.50	22.10	69.99	0.861	0.735	0.126	0.016	0.130
32	2014	3.70	40.80	732.55	0.889	0.922	0.033	0.001	0.151
33	2015	9.10	60.70	2205.78	0.917	0.981	0.064	0.004	0.174
34	2016	5.80	63.60	2486.59	0.944	0.984	0.040	0.002	0.198
35	2017	60.70	71.30	3313.81	0.972	0.991	0.019	0.000	0.223
35			480.70	10901.56	17.50		0.195	0.46	2.75

Fuente: Propia

Parámetros d, u (Gumbel):

$$d = \frac{1}{0.779696 * S}$$

$$u = \bar{x} - 0.450047 * S$$

Función de Gumbel:

$$F(X) = P[\varepsilon \leq X] = e^{-e^{-d(x-u)}}$$

$$x = u - \frac{\ln(-\ln F(X))}{d}$$

Tabla 14: Calculo de variables para el método de Gumbel

Formulas utilizadas para la Distribución de Gumbel	
Media aritmetica de la muestra	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 13.73 \text{ mm}$
Desviación Estándar de la muestra	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 17.91 \text{ mm}$
Parámetros d, u (Gumbel)	$u = \bar{x} - 0.450047 * S = 5.6756279$
	$d = \frac{1}{0.779696 * S} = 0.0716259$

Fuente: Propia

Tabla 15: Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas probables para distintos Periodos de Retorno

Período de retorno T (años)	$F(x) = 1 - \frac{1}{T}$	Precipitación Máxima en 24 hrs (mm)
2	0.500	10.793
5	0.800	26.617
10	0.900	37.094
25	0.960	50.332
50	0.980	60.152
100	0.990	69.900
500	0.998	92.427

Fuente: Propia

4.1.2.2.1 Período de retorno (tr)

Se define como el tiempo que transcurre entre dos sucesos iguales. Sea ese tiempo, T. Para este estudio consideraremos 25 años de periodo de retorno rigiéndonos a la norma OS 060

Tabla 16: Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas probables para distintas frecuencias

2.4 Período de Retorno	
a)	El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.
b)	El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.
c)	El diseñador podrá proponer periodos de retorno mayores a los mencionados según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico o estratégico de la propiedad a proteger.

Fuente: Norma OS 060 Drenaje Pluvial Urbano, RNE

4.1.2.2.2 Precipitaciones reales

Las precipitaciones reales se determinarán aplicando la ecuación de BELL.

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración se muestran a continuación:

Tabla 17: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC

Tabla 18: Precipitaciones diarias máximas probables para distintos Periodos de Retorno

Período de retorno T (años)	Precipitación Máxima en 24 hrs (mm)
2	10.79
5	26.62
10	37.09
25	50.33
50	60.15
100	69.90
500	92.43

Fuente: Propia

Tabla 19: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración

Duración (horas)	Coeficiente	Precipitación máxima Pd (mm) en distintos tiempos de duración						
		2	5	10	25	50	100	500 años
24	X24 = 100%	10.793	26.617	37.094	50.332	60.152	69.900	92.427
18	X18 = 90%	9.713	23.955	33.385	45.299	54.137	62.910	83.184
12	X12 = 79%	8.526	21.027	29.304	39.762	47.520	55.221	73.017
8	X8 = 64%	6.907	17.035	23.740	32.212	38.497	44.736	59.153
6	X6 = 56%	6.044	14.905	20.773	28.186	33.685	39.144	51.759
5	X5 = 50%	5.396	13.308	18.547	25.166	30.076	34.950	46.213
4	X4 = 44%	4.749	11.711	16.321	22.146	26.467	30.756	40.668
3	X3 = 38%	4.101	10.114	14.096	19.126	22.858	26.562	35.122
2	X2 = 31%	3.346	8.251	11.499	15.603	18.647	21.669	28.652
1	X1 = 25%	2.698	6.654	9.273	12.583	15.038	17.475	23.107

Fuente: Propia

Precipitaciones máximas por el método de Bell (intensidad unitaria)

$$P_{TR=10\text{años}}^{t=1h} = 0.452 * P_{max24h, TR=10\text{años}}$$

$$P_{TR}^t = (0.21 * \ln tr + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{TR=10\text{años}}^{t=1h}$$

Donde:

P= Precipitación

t= Duración

Tabla 20: Duración en minutos

T (años)	Precip. Máx (en 24 hrs)	Duracion (min)						
		5	10	15	30	60	120	240
500	92.427	12.7670	19.1105	23.3640	31.7126	41.6408	53.4475	67.4882
100	69.900	10.4027	15.5715	19.0373	25.8398	33.9294	43.5497	54.9901
50	60.152	9.3844	14.0473	17.1738	23.3105	30.6083	39.2869	49.6075
25	50.332	8.3662	12.5231	15.3104	20.7812	22.7500	35.0241	44.2249
10	37.094	7.0201	10.5082	12.8471	17.4377	22.8969	29.3890	37.1094
5	26.617	6.0019	8.9841	10.9837	14.9084	19.5758	25.1262	31.7268
2	10.793	4.6558	6.9692	8.5203	11.5649	15.1855	19.4911	24.6114

Fuente: Propia

Intensidades Máximas (mm/hora) - Método de Intensidad Unitaria

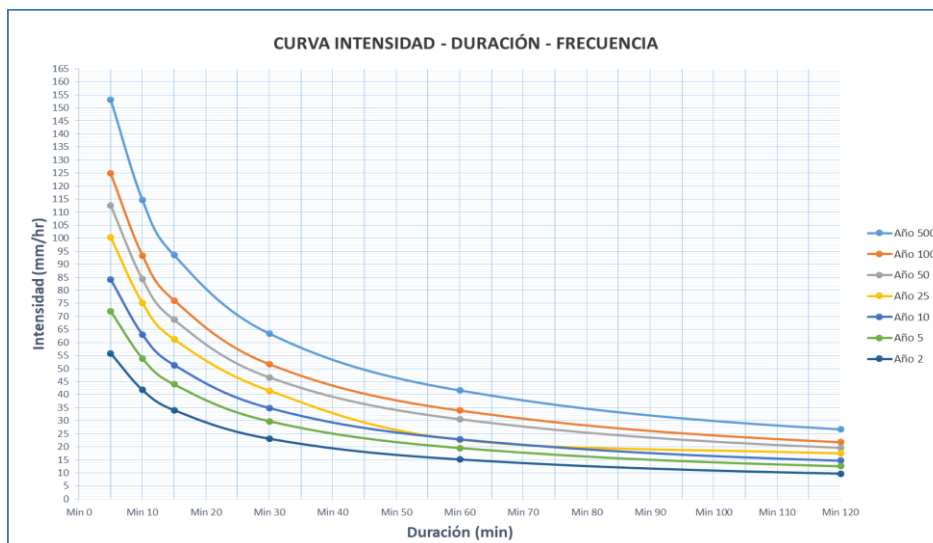
$$I_{U-TR}^t = \frac{(0.21 * \ln tr + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50)}{t} * 60 * 1$$

Tabla 21: Duración en minutos – Método de Intensidad Unitaria

T (años)	Duracion en Minutos						
	Min 5	Min 10	Min 15	Min 30	Min 60	Min 120	Min 240
500	153.204	114.663	93.456	63.425	41.641	26.724	16.872
100	124.832	93.429	76.149	51.680	33.929	21.775	13.748
50	112.613	84.284	68.695	46.621	30.608	19.643	12.402
25	100.394	75.139	61.242	41.562	22.750	17.512	11.056
10	84.242	63.049	51.388	34.875	22.897	14.694	9.277
5	72.023	53.904	43.935	29.817	19.576	12.563	7.932
2	55.870	41.815	34.081	23.130	15.185	9.746	6.153

Fuente: Propia

Gráfico 4: Curva Intensidad – Duración - Frecuencia



Fuente: Propia

Tiempo de concentración

Utilizamos los siguientes métodos para el cálculo del tiempo de concentración, los cuáles son recomendados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC

MÉTODO DE KIRPICH

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

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

Donde:

L = máxima longitud de recorrido, en metros

S = Pendiente promedio de la cuenca, m/m

H = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros

MÉTODO DE CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE (1942)

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

Donde:

L = máxima longitud de recorrido, en metros

H = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros

Tabla 22: Tiempo de Concentración

DESCRIPCIÓN N	ÁREA (Km ²)	LONG. CAUCE (m)	Δ COTAS (m)	T.C. (MC)	T.C. (MCCP)
Cuenca 01	2.287	4380	16	107.568	107.734
Cuenca 02	0.971	1922	6	60.606	60.699
Cuenca 03	2.236	2825	10	77.677	77.797
Cuenca 04	0.1579	537	4	16.244	16.269
Cuenca 05	0.531	1867	8	52.462	52.543
Cuenca 06	0.629	910	8	22.875	22.911
Cuenca 07	0.757	1548	8	42.253	42.319
Cuenca 08	0.2149	790	6	21.704	21.737
Cuenca 09	0.655	1577	20	30.336	30.383
Cuenca 10	0.702	833	10	18.954	18.984
Cuenca 11	1.711	2538	14	60.297	60.390
Cuenca 12	1.025	1655	14	36.798	36.854
Cuenca 13	1.044	2074	14	47.755	47.829

Fuente: Propia

Tabla 23: Calculo de intensidades con el Tiempo de Concentración (Tc)

Descripción	Min	TC	Max	I min	I max	Intensidad
Cuenca 01	60	107.734	120	22.897	14.694	16.371
Cuenca 02	60	60.699	120	22.897	14.694	22.801
Cuenca 03	60	77.797	120	22.897	14.694	20.464
Cuenca 04	15	16.269	30	51.388	34.875	49.991
Cuenca 05	30	52.543	60	34.875	22.897	25.874
Cuenca 06	15	22.911	30	51.388	34.875	42.680
Cuenca 07	30	42.319	60	34.875	22.897	29.957
Cuenca 08	15	21.737	30	51.388	34.875	43.971
Cuenca 09	30	30.383	60	34.875	22.897	34.722
Cuenca 10	15	18.984	30	51.388	34.875	47.003
Cuenca 11	60	60.390	120	22.897	14.694	22.844
Cuenca 12	30	36.854	60	34.875	22.897	32.139
Cuenca 13	30	47.829	60	34.875	22.897	27.757

Fuente: Propia

Coefficientes de escorrentía

En el Método Racional se utilizan los siguientes valores brindados por la Norma OS 060 Drenaje Pluvial Urbano para un periodo de retorno de 25 años y para superficie de áreas urbanas.

Tabla 24: Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el 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							

Fuente: Norma OS 060 Drenaje Pluvial Urbano, RNE

Cálculo de caudales de escurrimiento

Utilizamos la fórmula establecida por la Norma OS 060 Drenaje Pluvial Urbano, que se define como:

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

Donde:

Q= caudal pico (m³/s)

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

A= área de drenaje en km²

C= coeficiente de escorrentía

Calculamos los caudales de nuestras cuencas de acuerdo a sus áreas, coeficientes de escorrentía e Intensidades y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 25: Para pavimento rígido

Descripción	Coeficiente de Escorrentía	Intensidad (mm/hora)	Área (Km ²)	Q (m ³ /s)
Cuenca 01	0.86	16.371	2.287	8.951
Cuenca 02	0.86	22.801	0.971	5.293
Cuenca 03	0.86	20.464	2.236	10.940
Cuenca 04	0.86	49.991	0.158	1.887
Cuenca 05	0.86	25.874	0.531	3.285
Cuenca 06	0.86	42.680	0.629	6.418
Cuenca 07	0.86	29.957	0.757	5.422
Cuenca 08	0.86	43.971	0.215	2.259
Cuenca 09	0.86	34.722	0.655	5.437
Cuenca 10	0.86	47.003	0.702	7.889
Cuenca 11	0.86	22.844	1.711	9.345
Cuenca 12	0.86	32.139	1.025	7.876
Cuenca 13	0.86	27.757	1.044	6.928

Fuente : Propia

Tabla 26: Para pavimento flexible

Descripción	Coeficiente de Escorrentía	Intensidad (mm/hora)	Área (Km ²)	Q (m ³ /s)
Cuenca 01	0.88	16.371	2.287	9.160
Cuenca 02	0.88	22.801	0.971	5.416
Cuenca 03	0.88	20.464	2.236	11.194
Cuenca 04	0.88	49.991	0.158	1.931
Cuenca 05	0.88	25.874	0.531	3.361
Cuenca 06	0.88	42.680	0.629	6.568
Cuenca 07	0.88	29.957	0.757	5.548
Cuenca 08	0.88	43.971	0.215	2.312
Cuenca 09	0.88	34.722	0.655	5.564
Cuenca 10	0.88	47.003	0.702	8.072
Cuenca 11	0.88	22.844	1.711	9.562
Cuenca 12	0.88	32.139	1.025	8.059
Cuenca 13	0.88	27.757	1.044	7.089

Fuente : Propia

4.1.3 Estudio de Suelos

4.1.3.1 Descripción actual de la estratigrafía de campo

Las exploraciones sirvieron para describir el suelo del proyecto y con los estudios en el laboratorio se pudo establecer, de forma técnica, el tipo de suelo y se han formado los estratos, para verificar la uniformidad de los materiales.

4.1.3.2 Capacidad de Soporte del Terreno de Fundación

La capacidad de soporte de los suelos se realizó en las zonas no pavimentadas del distrito. Esto nos servirá para el diseño del pavimento. Los valores de CBR fueron obtenidos al 95% de máxima densidad seca y a 0.1" de penetración. Se encontraron 4 valores de CBR en los siguientes puntos:

Cuadro 4: Valores de CBR

CALICATA	W OPT. %	DENSIDAD MAX. kg/cm ³	CBR 95 %	CBR 100%
C – 01	17.27	1.82	7.30	12.60
C – 04	17.27	1.81	7.10	12.10
C – 08	16.98	1.83	7.80	13.50
C – 37	17.03	1.82	7.00	12.20

Fuente: Propia

Cuadro 5: Calidad De Subrasante

CBR (%)	CLASIFICACION
< 3	Subrasante muy pobre
3 – 5	Subrasante pobre
6 – 10	Subrasante regular
11 – 19	Subrasante buena
> 20	Subrasante muy

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Con los valores adquiridos en campo del CBR y la clasificación de la calidad de subrasante podremos determinar la capacidad de soporte del terreno. Se observa que el terreno muestra una capacidad de la subrasante regular.

4.1.3.3 Ensayos de Laboratorio

Tabla 27: Resumen de ensayos de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROF.	W %	LL %	LP %	IP %	PASA N°40	PASA N°200	SUCS	AASHTO
C - 01	M - 1	0.35 - 0.80	18.61	42.77	24.42	18.35	94.97	91.95	CL	A - 7 - 6 (0)
	M - 2	0.80 - 1.50	9.67	35.96	29.67	6.29	39.27	17.19	SM - SC	A - 1 - b (0)
C - 02	M - 1	0.30 - 0.75	18.31	43.93	24.65	19.28	95.18	92.09	CL	A - 7 - 6 (0)
	M - 2	0.75 - 1.50	9.81	35.7	29.15	6.55	41.76	19.07	SM - SC	A - 2 - 4 (0)
C - 04	M - 1	0.30 - 0.75	19.30	42.72	24.65	18.07	95.77	92.62	CL	A - 7 - 6 (0)
	M - 2	0.75 - 1.50	10.41	35.67	29.37	6.30	45.94	25.50	SM - SC	A - 1 - b (0)
C - 05	M - 1	0.40 - 0.85	17.94	42.60	24.35	18.25	96.10	92.66	CL	A - 7 - 6 (0)
	M - 2	0.85 - 1.50	10.38	35.52	29.40	6.12	48.49	30.10	SM - SC	A - 2 - 4 (0)
C - 06	M - 1	0.35 - 0.75	18.71	41.76	23.60	18.16	95.98	92.82	CL	A - 7 - 6 (0)
	M - 2	0.75 - 1.50	10.23	35.77	29.15	6.62	39.13	21.98	SM - SC	A - 2 - 4 (0)
C - 07	M - 1	0.30 - 0.80	17.82	42.87	24.12	18.75	95.97	92.99	CL	A - 7 - 6 (0)

	M - 2	0.80 – 1.50	10.41	36.01	29.88	6.13	47.63	26.28	SM - SC	A – 2 – 4 (0)
C – 08	M - 1	0.35 – 0.70	17.69	42.41	23.86	18.55	94.31	90.76	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.70 – 1.50	9.87	36.08	29.94	6.14	39.30	22.34	SM - SC	A – 1 – b (0)
C – 31	M - 1	0.10 – 0.65	17.91	42.03	23.62	18.41	96.31	92.79	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.65 – 1.50	11.48	36.16	29.59	6.57	97.53	93.28	ML - CL	A – 4 (0)
C – 32	M - 1	0.15 – 0.70	18.21	42.92	24.32	18.60	95.18	91.70	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.70 – 1.50	11.23	35.92	29.74	6.18	96.24	92.90	ML - CL	A – 4 (0)
C – 33	M - 1	0.10 – 0.60	18.13	43.34	23.99	19.35	95.45	92.43	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.60 – 1.50	12.03	35.17	29.16	6.01	95.15	91.93	ML - CL	A – 4 (0)
C – 35	M - 1	0.10 – 0.65	18.67	42.46	23.88	18.58	95.69	92.49	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.65 – 1.50	10.98	35.93	29.26	6.67	95.16	91.57	ML - CL	A – 4 (0)
C – 36	M - 1	0.10 – 0.65	18.01	41.58	23.47	18.11	94.46	90.00	CL	A – 7 – 6 (0)
	M - 2	0.65 – 1.50	11.45	35.91	29.13	6.78	95.43	91.49	ML - CL	A – 4 (0)

C-37	M-1	0.10 – 0.70	19.32	42.39	24.31	18.08	94.41	90.45	CL	A – 7 – 6 (0)
	M-2	0.70 – 1.50	11.47	36.01	29.69	6.32	95.67	92.24	ML - CL	A – 4 (0)
C-38	M-1	0.10 – 0.70	19.32	43.08	24.56	18.52	95.31	91.71	CL	A – 7 – 6 (0)
	M-2	0.70 – 1.50	10.84	35.39	29.18	6.21	96.35	93.23	ML - CL	A – 4 (0)
C-D1	M-1	0.20 – 5.00	10.08	36.43	29.75	6.68	43.12	23.79	SM - SC	A – 2 – 4 (0)
C-D2	M-1	0.15 – 5.00	10.15	35.92	29.70	6.22	43.16	25.65	SM - SC	A – 2 – 4 (0)
C-D3	M-1	0.25 – 1.00	17.79	43.07	24.12	18.95	95.96	92.99	CL	A – 7 – 6 (0)
	M-2	1.00 – 5.00	10.25	36.18	29.88	6.30	47.63	26.28	SM - SC	A – 2 – 4 (0)
C-L1	M-1	0.30 – 1.00	20.45	42.76	24.31	18.45	94.42	90.37	CL	A – 7 – 6 (0)
	M-2	1.00 – 2.00	12.51	36.18	29.69	6.49	95.66	92.27	ML - CL	A – 4 (0)
C-L2	M-1	0.25 – 1.05	19.48	43.06	23.88	19.18	95.72	92.52	CL	A – 7 – 6 (0)
	M-2	1.05 – 2.00	11.84	35.95	29.26	6.69	95.61	92.00	ML - CL	A – 4 (0)

Fuente: Propia

4.1.3.4 Agresividad Química del suelo

De los resultados del análisis químico del suelo efectuado a las muestras representativas de las calicatas, se tiene:

Tabla 28: Análisis químico

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SALES	SULFATOS	CLORUROS
C - 01	M - 1	0.35 – 0.80	5790.00	675.00	2845.44
	M - 2	0.80 – 1.50	4530.00	825.00	2816.32
C - 02	M - 1	0.30 – 0.75	5310.00	850.00	2791.36
	M - 2	0.75 – 1.50	3870.00	700.00	2614.56
C - 04	M - 1	0.30 – 0.75	3120.00	1875.00	2735.20
	M - 2	0.75 – 1.50	2490.00	1100.00	2633.28
C - 05	M - 1	0.40 – 0.85	3900.00	1350.00	2818.40
	M - 2	0.85 – 1.50	2250.00	1175.00	2660.32
C - 06	M - 1	0.35 – 0.75	2670.00	1650.00	2868.32
	M - 2	0.75 – 1.50	1920.00	825.00	2529.28
C - 07	M - 1	0.30 – 0.80	5520.00	1775.00	2837.12
	M - 2	0.80 – 1.50	4170.00	1450.00	2591.68
C - 08	M - 1	0.35 – 0.70	2790.00	1375.00	2853.76
	M - 2	0.70 – 1.50	2520.00	925.00	2529.28
C - 31	M - 1	0.10 – 0.65	3960.00	1325.00	2610.40
	M - 2	0.65 – 1.50	2940.00	1025.00	2510.56
C - 32	M - 1	0.15 – 0.70	4710.00	275.00	2523.04
	M - 2	0.70 – 1.50	3480.00	1100.00	2500.16
C - 33	M - 1	0.10 – 0.60	3510.00	825.00	2652.00

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SALES	SULFATOS	CLORUROS
	M - 2	0.60 – 1.50	2490.00	775.00	2591.68
C - 35	M - 1	0.10 – 0.65	3210.00	850.00	2523.04
	M - 2	0.65 – 1.50	2190.00	700.00	2618.72
C - 36	M - 1	0.10 – 0.65	5580.00	1125.00	2726.88
	M - 2	0.65 – 1.50	4620.00	975.00	2529.28
C - 37	M - 1	0.10 – 0.70	4320.00	1275.00	2541.76
	M - 2	0.70 – 1.50	3120.00	900.00	2610.40
C - 38	M - 1	0.10 – 0.70	3420.00	925.00	2654.08
	M - 2	0.70 – 1.50	3270.00	850.00	2523.04
D - 01	M - 1	0.20 – 5.00	3210.00	925.00	2568.80
D - 02	M - 1	0.15 – 5.00	4950.00	1075.00	2541.76
D - 03	M - 1	0.25 – 1.00	3540.00	1225.00	2604.16
	M - 2	1.00 – 5.00	3210.00	850.00	2570.88
L - 01	M - 1	0.30 – 1.00	3780.00	900.00	2787.20
	M - 2	1.00 – 2.00	2970.00	875.00	2550.08
L - 02	M - 1	0.25 – 1.05	4620.00	975.00	2731.04
	M - 2	1.05 – 2.00	4080.00	825.00	2550.08

Fuente: Propia

4.1.4 Estudio de Tráfico

4.1.4.1 Volumen Vehicular

Luego de la información consolidada y consistente recogida de los conteos, se obtuvo los resultados del volumen vehicular de la calle Huamachuco Cuadra N° 4, por día, tipo de vehículo y por sentido.

Tabla 29: Volumen vehicular

DÍA	VOLUMEN POR DÍA	%
Lunes	6963 Veh/Día	14.32
Martes	6975 Veh/Día	14.35
Miercoles	6941 Veh/Día	14.28
Jueves	6991 Veh/Día	14.38
Viernes	6951 Veh/Día	14.30
Sábado	6972 Veh/Día	14.34
Domingo	6830 Veh/Día	14.05

Fuente: Propia

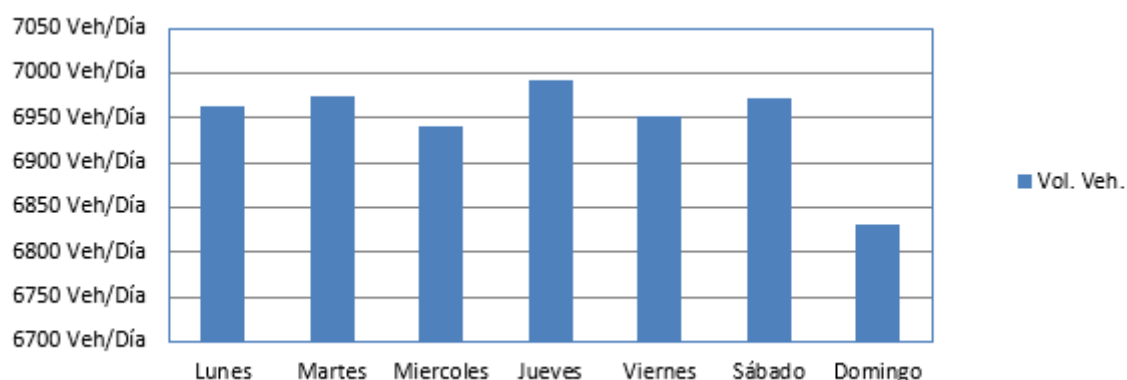
4.1.4.2 Índice Medio Diario (IMDA)

Tabla 30: Índice Medio Diario entre los días 06/08/2018 – 12/08/2018

DÍA	SENTIDO	VEHÍCULOS LIGEROS					VEHÍCULOS PESADOS			TOTAL
		Autos	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	Bus >=3 E	Camión 02 Ejes	
Lunes	Entrada	1950	147	951	20	474	5	2	13	3562
	Salida	1897	113	848	19	490	8	0	26	3401
	Ambos	3847	260	1799	39	964	13	2	39	6963
Martes	Entrada	1891	112	1017	19	458	5	2	8	3512
	Salida	1887	113	916	16	504	11	0	16	3463
	Ambos	3778	225	1933	35	962	16	2	24	6975
Miercoles	Entrada	1934	147	954	20	473	5	2	13	3548
	Salida	1910	115	827	19	490	8	0	24	3393
	Ambos	3844	262	1781	39	963	13	2	37	6941
Jueves	Entrada	1969	147	940	20	490	5	2	10	3583
	Salida	1878	118	875	19	488	8	0	22	3408
	Ambos	3847	265	1815	39	978	13	2	32	6991
Viernes	Entrada	1939	148	940	18	489	5	2	10	3551
	Salida	1868	118	877	19	488	8	0	22	3400
	Ambos	3807	266	1817	37	977	13	2	32	6951
Sábado	Entrada	1943	150	951	18	493	7	3	9	3574
	Salida	1871	118	882	19	478	8	0	22	3398
	Ambos	3814	268	1833	37	971	15	3	31	6972
Domingo	Entrada	1820	147	951	20	499	6	2	4	3449
	Salida	1870	113	848	19	516	8	0	7	3381
	Ambos	3690	260	1799	39	1015	14	2	11	6830
TOTAL		26627	1806	12777	265	6830	97	15	206	48623

Fuente: Propia

En la tabla 30 se puede visualizar flujo vehicular donde existe mayor flujo vehicular, que son los días martes, jueves y sábado.

Gráfico 5: Variación Diario de la cantidad de vehículos

Fuente: Propia

4.1.4.3 Índice Medio Diario Semanal

Tabla 31: Índice Medio Diario Semanal

TIPO DE VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL (En 07 Días)	IMD*
Autos	3847	3778	3844	3847	3807	3814	3690	26627	3804
Station Wagon	260	225	262	265	266	268	260	1806	258
Pick Up	1799	1933	1781	1815	1817	1833	1799	12777	1825
Panel	39	35	39	39	37	37	39	265	38
Rural Combi	964	962	963	978	977	971	1015	6830	976
Micro	13	16	13	13	13	15	14	97	14
Bus >=3 E	2	2	2	2	2	3	2	15	2
Camión 02 Ejes	39	24	37	32	32	31	11	206	29
TOTAL	6963	6975	6941	6991	6951	6972	6830	48623	6946

Fuente: Propia

4.1.4.4 Factor De Corrección Estacional

Tabla 32: Factores de corrección según mes y tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	F.C.
Autos	0.9140613
Station Wagon	0.9140613
Pick Up	0.9140613
Panel	0.9140613
Rural Combi	0.9140613
Micro	0.9159706
Bus >=3 E	0.9159706
Camión 02 Ejes	0.9159706
TOTAL	---

Fuente: Propia

4.1.4.5 Índice Medio Diario Anual

Determinación del Índice medio diario anual.

$$IMDa = IMDs \times FC$$

$$IMDs = \sum(V_i / 7)$$

Donde:

IMDAs: Índice Medio Diario Semanal (muestra vehicular tomada)

IMDAa: Índice Medio Anual

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

FC: Factor de corrección estacional

Tabla 33: Índice Medio Diario Anual

TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL SEMANAL	IMDs	F.C.	IMDa
Autos	26627	3803.8571	0.9140613	3477
Station Wagon	1806	258	0.9140613	236
Pick Up	12777	1825.2857	0.9140613	1669
Panel	265	37.857143	0.9140613	35
Rural Combi	6830	975.71429	0.9140613	892
Micro	97	13.857143	0.9159706	13
Bus >=3 E	15	2.1428571	0.9159706	2
Camión 02 Ejes	206	29.428571	0.9159706	27
TOTAL	48623	6946.1429	—	6351

Fuente: Propia

4.1.4.6 Tasas de crecimiento

Tabla 34: Tasas de crecimiento poblacional y PBI en Lambayeque

Region	Tasa de Crecimiento	
	Poblacional	PBI
Lambayeque	1.5	3.0

Fuente: INEI.

4.1.4.7 Resultado De La Proyección Del IMDAa

Tabla 35: Proyección de tráfico con proyección

TIPO DE VEHÍCULO	AÑO 0	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03	AÑO 04	AÑO 05	AÑO 06	AÑO 07	AÑO 08	AÑO 09	AÑO 10
IMD Normal	6351	6351	6452	6549	6647	6748	6849	6953	7056	7164	7272
Autos	3477	3477	3530	3583	3636	3691	3746	3802	3859	3917	3976
Station Wagon	236	236	240	244	247	251	255	259	262	266	270
Pick Up	1669	1669	1695	1720	1746	1772	1798	1825	1853	1881	1909
Panel	35	35	36	37	37	38	38	39	39	40	41
Rural Combi	892	892	906	919	933	947	961	976	990	1005	1020
Micro	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17
Bus >=3 E	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 02 Ejes	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
IMD Generado	0	639	648	658	668	680	689	699	709	720	730
Autos	0	348	353	359	364	370	375	381	386	392	398
Station Wagon	0	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27
Pick Up	0	167	170	172	175	178	180	183	186	189	191
Panel	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Rural Combi	0	90	91	92	94	95	97	98	99	101	102
Micro	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus >=3 E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 02 Ejes	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
IMD Total	6351	6990	7100	7207	7315	7428	7538	7652	7765	7884	8002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Proyección de tráfico con proyección

TIPO DE VEHÍCULO	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
IMD Normal	7382	7492	7607	7722	7838	7959	8077	8199	8323	8449
Autos	4036	4096	4158	4220	4283	4348	4413	4479	4546	4614
Station Wagon	274	278	283	287	291	296	300	304	309	314
Pick Up	1937	1966	1996	2026	2056	2087	2118	2150	2182	2215
Panel	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47
Rural Combi	1036	1051	1067	1083	1099	1116	1132	1149	1167	1184
Micro	18	18	19	20	20	21	21	22	23	23
Bus >=3 E	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Camión 02 Ejes	37	38	39	40	41	43	44	45	46	48
IMD Generado	742	753	764	775	788	800	812	823	836	849
Autos	404	410	416	422	429	435	442	448	455	462
Station Wagon	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32
Pick Up	194	197	200	203	206	209	212	215	219	222
Panel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Rural Combi	104	106	107	109	110	112	114	115	117	119
Micro	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Bus >=3 E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 02 Ejes	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
IMD Total	8124	8245	8371	8497	8626	8759	8889	9022	9159	9298

Fuente: Propia

4.1.4.8 Cálculo de ESAL

En la siguiente tabla se obtiene el ESAL de diseño total a una proyección de 20 años:

Tabla 37: Ejes equivalentes (ESAL)

Tipo de Vehículo	N° veh/día (2 sentidos)	N° veh/día (1 sentidos)	N° veh/Año	Fc	ESAL en el Carril	factor de crecimiento	Es al Diseño
Autos	5076	2538	926370	0.0001	92.637	11.4112243	1057.10159
Station Wagon	346	173	63145	0.0001	6.3145	11.4112243	72.0561759
Pick Up	2437	1218.5	444752.5	0.0001	44.47525	11.4112243	507.517054
Panel	52	26	9490	0.0001	0.949	11.4112243	10.8292519
Rural Combi	1303	651.5	237797.5	0.0001	23.77975	11.4112243	271.356061
Micro	26	13	4745	3.5600	16892.2	12.51934003	211479.196
Bus >=3 E	5	2.5	912.5	3.5600	3248.5	12.51934003	40669.0761
Camión 02 Ejes	53	26.5	9672.5	3.5600	34434.1	12.51934003	431092.207
TOTAL	9298		1696885		54742.9555		685159.338

Fuente: Propia

4.1.5 Diseño de Pavimentación

4.1.5.1 Datos a utilizar en el Diseño del Pavimento

El diseño de tráfico dio como resultado un ESAL de 6.85E+05, la cual se utilizó para el diseño del pavimento.

Tabla 38: Datos a utilizar en el Diseño del Pavimento

ESAL:	6.9E+05
CBR BASE:	80 %
CBR SUB BASE:	40 %
CBR SUB RASANTE:	7 %
MR Subrasante (Psi):	8876.74
Nivel de Confiabilidad:	75 %
Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-0.674
Desviación Estándar Combinada (So):	0.45
Serviciabilidad Inicial (Po):	4.20
Serviciabilidad Final (Pf):	2.00
Variación de Serviciosabilidad (ΔPSI):	2.20
Coefficiente de Drenaje (mi1):	1.00
Coefficiente de Drenaje (mi2):	1.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2 Numero Estructural requerido (SN):

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

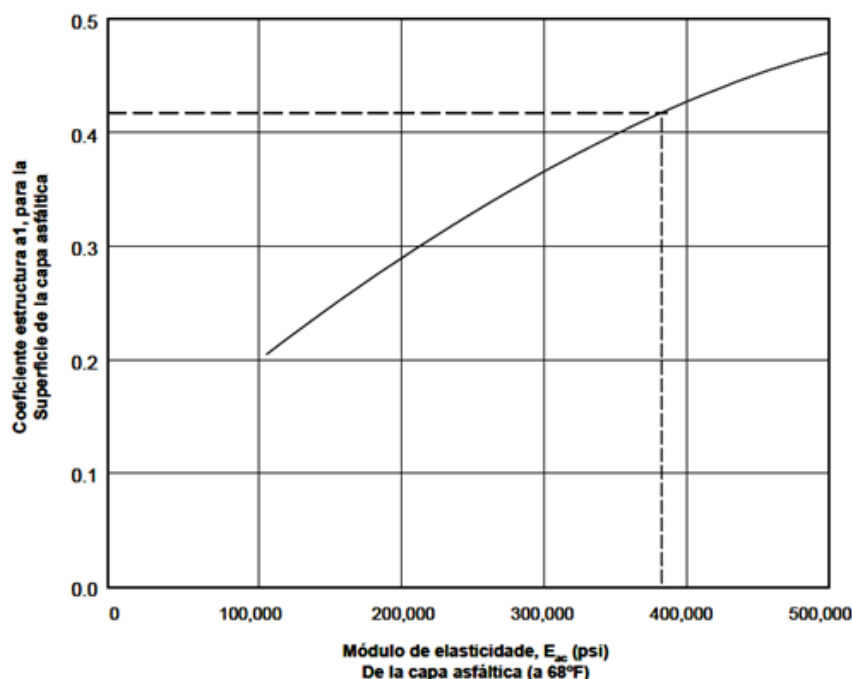
El Numero Estructural requerido (SN) se calculó remplazando los datos obtenidos para el diseño del pavimento la cual nos dio como resultado el total de 2.6859.

4.1.5.3 Coeficientes Estructurales de las Capas

El Módulo Elástico del Concreto Asfáltico tradicional a 20°C será de 426700 psi obtenido del análisis del concreto asfáltico, para determinar los coeficientes estructurales de las capas a través de los ábacos AASHTO 1993, para lo cual se procede así.

Con el valor del módulo del concreto asfáltico (Mpa= 426700 psi) del Gráfico 6 se encuentra el coeficiente estructural de capa a1 en la figura hacia arriba a interceptación la línea de pivote y de allí horizontalmente hacia la izquierda para encontrar el valor correspondiente de $a_1 = 0.43$

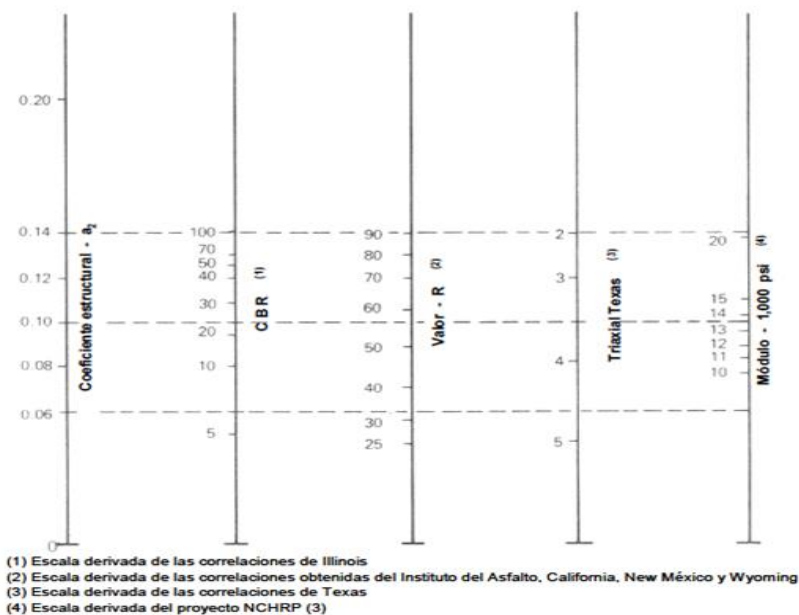
Gráfico 6: Coeficiente estructural a partir del Módulo Elástico del concreto asfáltico



Fuente: AASHTO 1993

Para encontrar el valor de coeficiente de capa a2 de las bases trituradas o granulares, se une el Gráfico 7 con el Módulo de Resiliencia $M_r = 28421.05$ psi en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_2 = 0.133$.

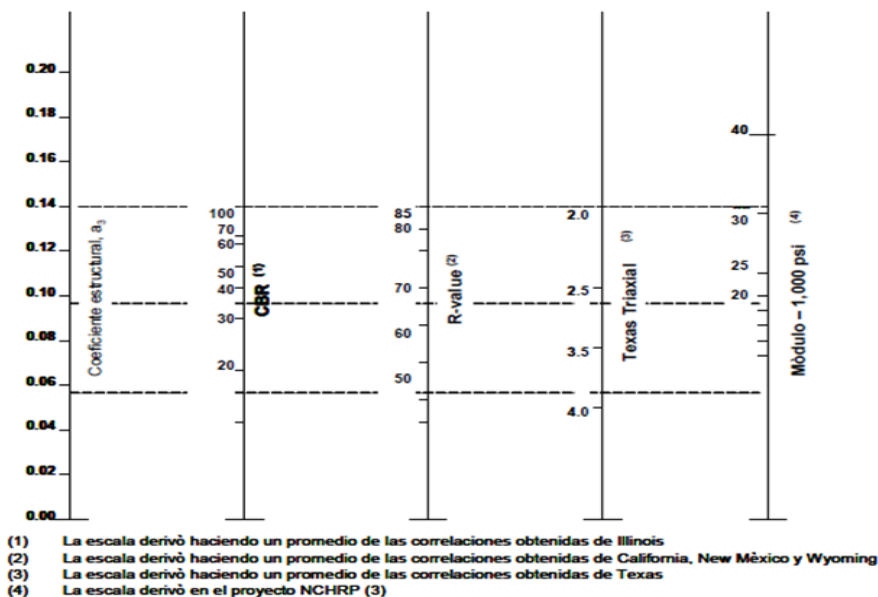
Gráfico 7: Variación en el coeficiente estructural de la capa subbase



Fuente: AASHTO 1993

Para encontrar el valor de coeficiente de capa a_3 de la subbase, se une el Gráfico 8 con el Módulo de Resiliencia $M_r = 16551.72$ psi en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_3 = 0.120$

Gráfico 8: Variación en el coeficiente estructural de la capa base



Fuente: AASHTO 1993

4.1.5.4 Espesores de las Capas

Tabla 39: Espesores mínimos Sugeridos

Numero de ESAL's	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50000	3.00 cm	10 cm
50000 - 150000	5.00 cm	10 cm
150000 - 500000	6.50 cm	10 cm
500000 - 2000000	7.50 cm	15 cm
2000000 - 7000000	9.00 cm	15 cm
Mas de 7000000	10.00 cm	15 cm

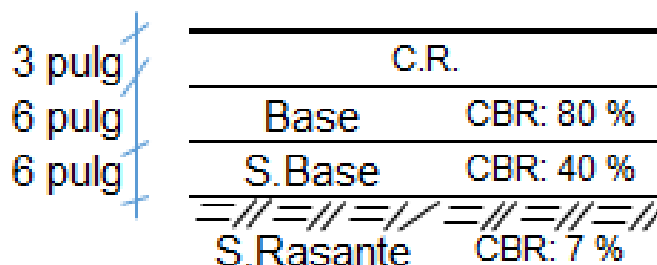
Fuente: AASHTO 1993

El espesor para la Capa Asfáltica y la Base Granular, son 3 pulg y 6 pulg respectivamente. El espesor de la Subbase será de 6 pulg calculado con la fórmula del Numero Estructural Requerido (SN).

$$D_3 = \frac{(SN_T - a_1 * D_1 - a_2 * D_2 * m_1)}{a_3 * m_2}$$

Por lo tanto, los espesores de diseño que cumplan con las especificaciones de los materiales son:

Gráfico 9: Espesores de capas del pavimento



Fuente: Elaboración Propia

4.1.6 Diseño de drenaje Pluvial Urbano

Se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para el cálculo en el programa SewerGems:

4.1.6.1.1 Método matemático

Se ha utilizado el Método Racional, que es uno de los más usados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Además, tiene la ventaja de no necesitar de datos hidrométricos para la Determinación de Caudales Máximos.

4.1.6.1.2 Curvas IDF

Se ingresarán las curvas IDF ya previamente calculadas con las precipitaciones dadas por el SENAMHI

4.1.6.1.3 Periodo de Retorno

a) El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.

b) El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

4.1.6.1.4 Tiempo de concentración

Según la norma OS 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO, el tiempo mínimo de concentración que se debe considerar es 10 min. Para el diseño se usará un tiempo de concentración de 45 min, que es el promedio obtenido entre los caudales.

4.1.6.1.5 Material de las tuberías

Se ha visto conveniente usar tuberías de PVC (policloruro de vinilo) para tuberías menores o iguales a 1.00 m de diámetro. Para tuberías de mayor diámetro, se ha considerado utilizarlas de PRFV (poliester reforzado con fibra de vidrio).

4.1.6.1.6 Velocidad de diseño

La velocidad mínima considerada, según la norma OS 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO, es de 0.90 m/s. La velocidad máxima depende del material a emplear, siendo así que, para tuberías de PVC, se ha considerado una $V_{max} = 6.00$ m/s; y para tuberías de PRFV, se ha considerado una $V_{max} = 3.00$ m/s.

4.1.6.1.7 Consideraciones de construcción

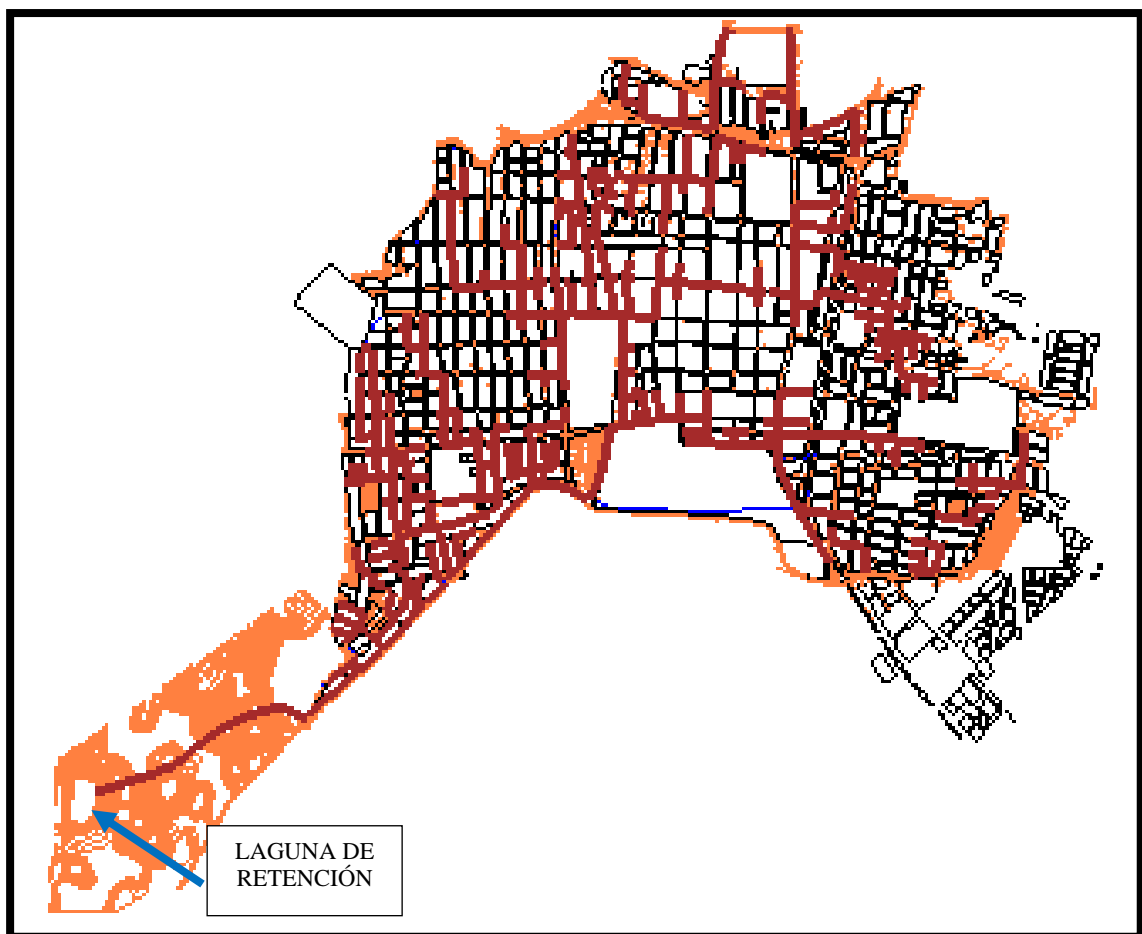
El mínimo de cobertura que se debe dejar para las tuberías es de 1.00 m. Por otro lado, se dejará una distancia de 0.10 m entre el fondo del buzón y la salida de las tuberías, para ayudar a sedimentar y desarenar y así evitar la obstrucción de las mismas.

4.1.6.1.8 Resultados

Una vez terminado el cálculo en el programa SewerGems, obtenemos los diámetros de las tuberías y los caudales que cada una transporta. Teniendo así como diámetro máximo 2.4 m y un total de caudal recolectado de la tubería principal de 2.97 m³/seg.

Finalmente, este caudal será dirigido hacia la disposición final del Sistema de Drenaje Pluvial que es la laguna de retención.

Imagen 7: Diseño del sistema de Drenaje Pluvial



Fuente: Propia

4.1.7 Diseño de drenaje pluvial en instituciones

El cálculo de las dimensiones de la montante final y las canaletas de cubierta y de piso, se realizó con una intensidad de lluvia de 27.76 mm/hr para el Mercado Modelo y 42.68 para el Hospital Belén, ya que dichas instituciones se encuentran dentro de la cuenca número 13 y 6 respectivamente.

4.1.7.1 Diámetro de la montante principal

Para el cálculo del diámetro de la montante final de las instituciones se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_{m^3/s} = \frac{0.312 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Para esto se necesitó calcular el caudal Q la siguiente formula:

$$Q_{m^3/s} = \frac{C * I_{LL}(mm/hr) * A(has)}{360}$$

Donde:

C = Coeficiente de permeabilidad = 0.86

i = Intensidad de la lluvia (mm/h)

A = Área a drenar (ha)

D = Diámetro de tubería

S = Pendiente = 0.002

n = coeficiente de rugosidad = 0.01

Obteniendo diámetros de 4" y 6" para el Coliseo y el colegio, respectivamente

Tabla 40: Diámetros de montantes en instituciones

INSTITUCIÓN	ÁREA(m2)	ÁREA(ha)	I (mm/hr)	Q (m3/s)	D "in"	D" utilizar
Coliseo	1226.90	0.123	27.76	0.0081	3.71	4
Colegio	3028.40	0.303	27.76	0.0201	5.21	6

Fuente: Propia

4.1.7.2 Diseño de canaletas de cubierta

Con los caudales y diámetros obtenidos en la tabla anterior calculamos el tirante de la canaleta, considerando que es una descarga ahogada ($y > d/2$), con la siguiente formula:

$$y = \left[\frac{7500 * Q}{D} \right]^{2/3}$$

Obteniendo un tirante para cada institución dado en la siguiente tabla:

Tabla 41: Tirante de canal

INSTITUCIÓN	Q(m ³ /s)	Diámetro de montante (m)	Y (mm)
Coliseo	0.0081	0.102	71.18
Colegio	0.0201	0.152	99.21

Fuente: Propia

Luego, se prosigue a asumir el tirante para obtener un caudal superior a la precipitación de lluvia con la siguiente formula, dando como resultado las dimensiones finales de la canaleta.

$$Q(h) = \frac{1}{n} * A * (R_h)^{2/3} * \sqrt{S}$$

Tabla 42: Dimensiones finales de canaleta

INSTITUCIÓN	Q(m ³ /s)	Diámetro de montante (m)	n	Pendiente (%)	Ancho de canal (m)	Y(mm)	Y(mm)	Y asumido (m)	Q real (m ³ /s)	H (m)	B (m)
Coliseo	0.0081	0.102	0.010	1.00%	0.15	71.18	0.07	0.10	0.02	0.15	0.15
Colegio	0.0201	0.127	0.010	1.00%	0.15	112.04	0.11	0.15	0.03	0.20	0.15

4.1.7.3 Diseño de canaleta de piso

Para el diseño de la canaleta de piso, hemos asumido las dimensiones de una sección rectangular de ancho 0.30 m y un tirante de 0.15 m, para calcular su capacidad de transportar un caudal calculado por la siguiente fórmula y compararlo con el caudal de diseño:

$$Q(h) = \frac{1}{n} * A * (R_h)^{2/3} * \sqrt{S}$$

Tabla 43: Cálculo del caudal con respecto a una sección asumida

INSTITUCIÓN	DIMENSION DEL CANAL DE PISO								
	Ancho de la canaleta	Tirante del canal (Y)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Rh (m)	Pendiente	Coefficiente de rugosidad	Altura del canal (m)	Q (m ³ /S)
Colegio	0.30 m	0.15 m	0.05 m ²	0.60 m	0.08 m	2%	0.01	1.30 m	0.113 m ³ /s

Fuente: Propia

4.1.8 Diseño del destino final de las aguas pluviales

Para el diseño de la laguna de retención, se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

4.1.8.1 Caudal de contribución

Se ha tomado en cuenta el caudal final que es evacuado por el sistema de drenaje de toda la zona de estudios más un aporte de la misma laguna, la cual estará expuesta a la lluvia también. Por lo tanto, el caudal con el que se ha diseñado esta laguna de retención es:

$$Q = 4.00 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.1.8.2 Periodos de retención

El tiempo que la laguna podrá almacenar el agua, cuando esta se encuentre recibiendo el caudal máximo durante las lluvias, será de 60 min. Por lo cual, se ha diseñado un aliviadero, que permitirá que la laguna, cuando se encuentre en su límite de almacenamiento, pueda conducir el agua sobrante, hacia el Dren 2210.

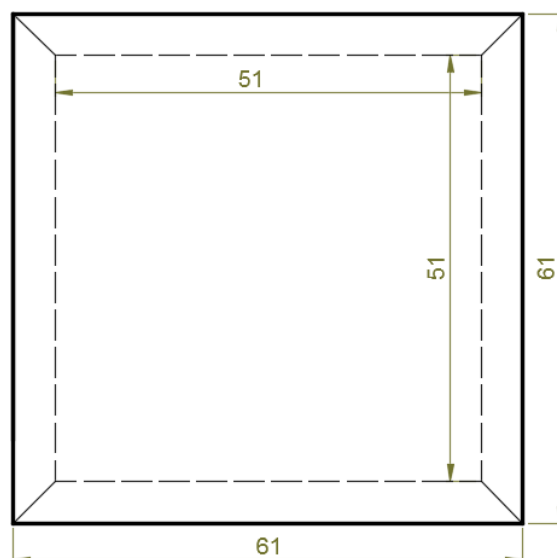
4.1.8.3 Dimensionamiento

Con los datos anteriores, se ha calculado el volumen útil de la laguna de almacenamiento:

$$\text{Volumen útil} = 14\,400.00 \text{ m}^3$$

Se ha considerado un área cuadrada de 61.00 m de largo y 61.00 m de ancho en la parte superior. Como aérea inferior se ha considerado 51.00 m de ancho y 51.00 m de largo.

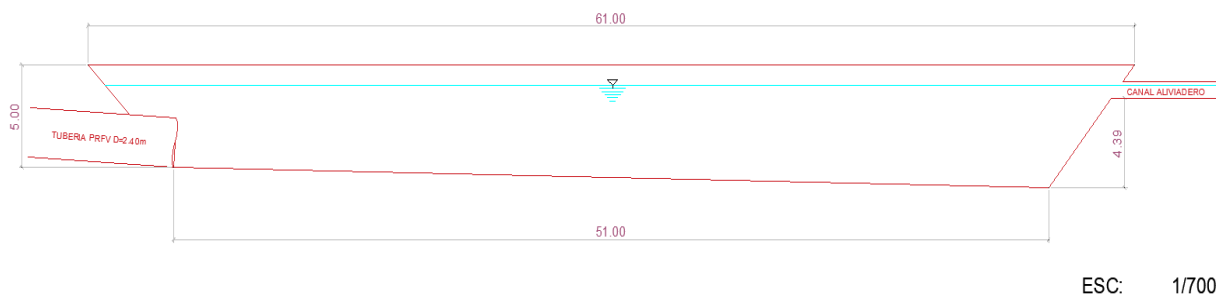
Imagen 8: Vista en planta de la laguna de retención



Fuente: Propia

Se ha colocado una altura de 5.00 m con pendientes de 1:1 debido a que el suelo es arcilloso. Considerando una altura útil de 4.70 m.

Imagen 9: Vista en perfil de la laguna de retención



Fuente: Propia

Finalmente tenemos los siguientes volúmenes:

$$\text{VOLUMEN ÚTIL} = 14,477.88 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLÚMEN TOTAL} = 15,555.00 \text{ m}^3$$

4.1.8.4 Diseño del aliviadero

Se ha colocado una cuneta en la parte superior de la laguna de retención, que permitirá que el agua que rebalse sea conducida al Dren 2210. Sus dimensiones son las siguientes:

Imagen 10: Dimensiones del aliviadero

Calculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Tirante (y):	<input type="text" value="0.6"/>	m
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Coefficiente de rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0015"/>	m/m

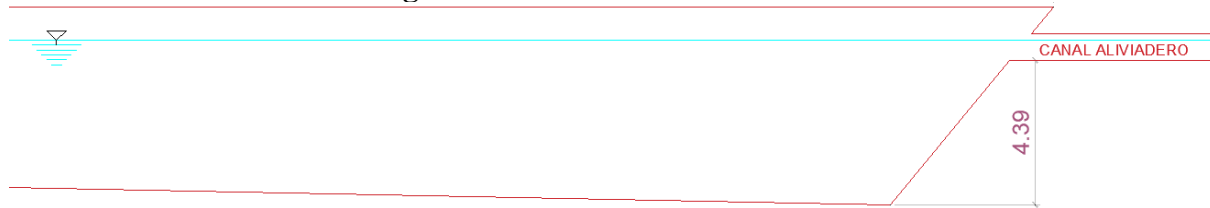
Resultados:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.8190"/>	m ³ /s	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.2409"/>	m/s
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.6600"/>	m ²	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.1971"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.3004"/>	m	Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.7000"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.6358"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.6785"/>	m·Kg/Kg

Fuente: Propia

El material a emplear para esta cuneta es de concreto simple.

Imagen 11: Detalle del canal aliviadero

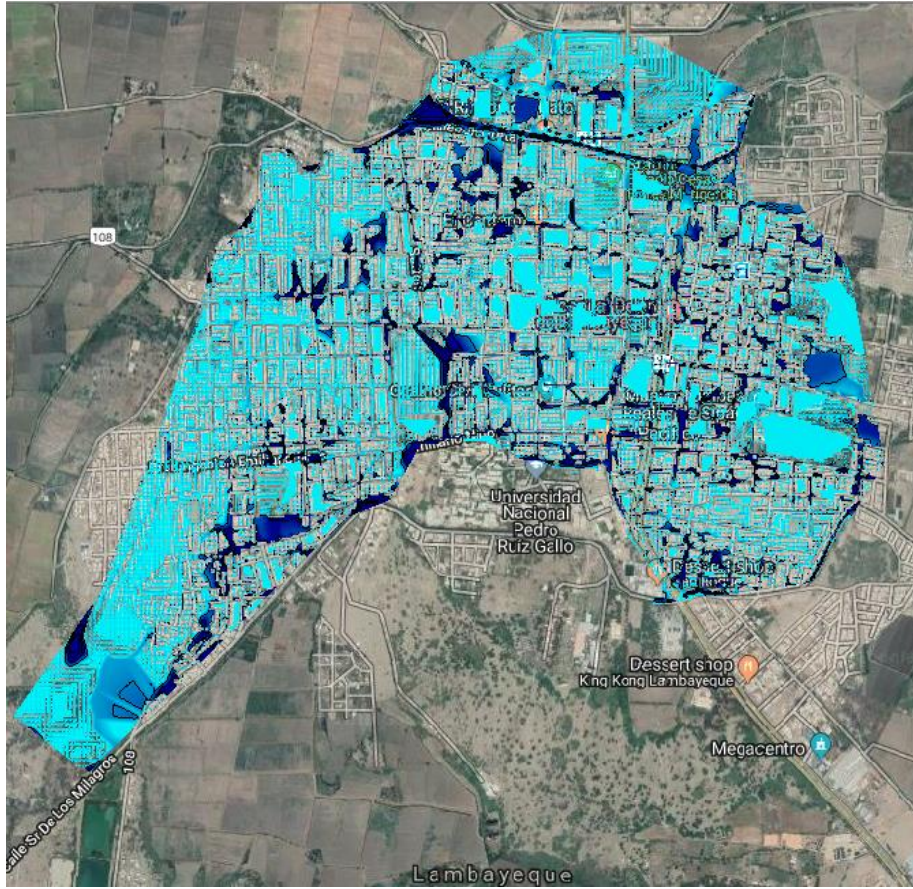


Fuente: Propia

4.1.9 Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial mediante Software

Al procesar el programa, obtenemos las zonas inundables en nuestro proyecto, estas coinciden con el estudio de inundabilidad que realizamos manualmente. Estos puntos críticos fueron los que priorizamos al momento de diseñar el Drenaje Pluvial, es decir colocamos las tuberías de tal forma que estas zonas fueran drenadas ante una precipitación fuerte.

Imagen 12: Comparación del estudio de inundabilidad hecho con el programa y el que se realizó manualmente



Fuente: Propia

4.1.10 Análisis de metrado, costos y presupuesto

Se determinó tomando en cuenta todas las partidas necesarias para la realización de proyecto.

4.1.10.1 Gatos generales

Tabla 44: Gastos variables

GASTOS VARIABLES

554,416.00

PERSONAL TECNICO

Código	Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
02001	Maestro General	mes	20.00	100.00	1.00	4,214.40	84,288.00
02002	Maestro Segundo	mes	100.00	100.00	1.00	3,377.28	337,728.00
02003	Almacenero	mes	1.00	100.00	1.00	2,000.00	2,000.00
02004	Ayudante de Almacén	mes	1.00	100.00	1.00	1,800.00	1,800.00
02006	Guardián	mes	2.00	100.00	1.00	1,800.00	3,600.00
Subtotal							429,416.00

PERSONAL PROFESIONAL

Código	Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
17001	INGENIERO RESIDENTE	mes	10.00	50.00	1.00	15,000.00	75,000.00
17003	ADMINISTRADOR DE OBRA	mes	10.00	100.00	1.00	5,000.00	50,000.00
17004	INGENIEROS JUNIOR	mes	20.00			8,000.00	0.00
Subtotal							125,000.00

Fuente: Propia

Tabla 45: Gastos fijos

GASTOS FIJOS

10,996,129.01

MOBILIARIO

Código	Descripción	Cantidad	%Deprec.	Vida util	Precio	Parcial
05001	Escritorio con sillas	10.00	20.00	2.00	1,000.00	4,000.00
05003	Mesa con sillas para reuniones	1.00	20.00	2.00	2,000.00	800.00
05005	Pizarra de avance de información	10.00	20.00	2.00	200.00	800.00
05006	Dispensador de agua	1.00	20.00	2.00	5,000.00	2,000.00
05007	Computador personal e impresora	10.00	20.00	2.00	3,000.00	12,000.00
Subtotal						19,600.00

SERVICIOS

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tiempo	Costo	Parcial
15001	AGUA POTABLE	mes	1.00	1.00	5,000.00	5,000.00
15002	ENERGIA ELECTRICA	mes	1.00	1.00	20,000.00	20,000.00
15003	TELEFONO	mes	1.00	1.00	20,000.00	20,000.00
Subtotal						45,000.00

FINANCIEROS

Código	Descripción	Plazo	%Tasa De	%Prop.	Parcial
16001	SEGUROS	1.00	16.00 COSTO DIRECTO (113,876,855.68)	20.00	3,643,843.00
16002	FIANZAS	1.00	16.00 COSTO DIRECTO (113,876,855.68)	20.00	3,643,843.00
16003	POLIZAS	1.00	16.00 COSTO DIRECTO (113,876,855.68)	20.00	3,643,843.00
Subtotal					10,931,529.01

Fuente: Propia

4.1.10.2 Insumos

Tabla 46: Listado de insumos necesarios para el proyecto

MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	32,218.2300	25.70	828,008.61
0101010003	OPERARIO	hh	214,565.8200	21.95	4,709,719.67
0101010004	OFICIAL	hh	85,146.2600	17.59	1,497,722.80
0101010005	PEON	hh	486,655.6300	15.86	7,718,358.36
0101010007	CAPACITADOR	hh	16.0000	40.63	650.08
01010300000003	TOPOGRAFO	mes	18.0000	4,214.40	75,859.20
01010300030005	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	mes	36.0000	3,377.28	121,582.08
					14,951,900.80
MATERIALES					
02010500010006	ASFALTO DE PAVIMENTACION PEN 60/70, CILINDRO	qal	523,693.9400	20.00	10,473,878.86
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kq	2.0000	3.75	7.50
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kq	95,053.4100	5.33	506,634.69
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	67,513.5200	20.33	1,372,549.91
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	92,752.3100	4.52	419,240.43
02041200010008	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1/2"	kq	2.0000	9.80	19.60
02052700010006	TUBERIA DE PVC D=0.25m	m	4,824.6000	340.50	1,642,776.30
02052700010007	TUBERIA DE PVC D=0.30m	m	880.9000	447.20	393,938.48
02052700010008	TUBERIA DE PVC D=0.35m	m	481.1000	553.90	266,481.29
02052700010009	TUBERIA DE PVC D=0.40m	m	1,153.9000	660.50	762,150.95
02052700010010	TUBERIA DE PVC D=0.50m	m	749.3000	873.90	654,813.27
02052700010011	TUBERIA DE PVC D=0.60m	m	726.7000	1,087.00	789,922.90
02052700010012	TUBERIA DE PVC D=0.70m	m	1,176.7000	1,194.00	1,404,979.80
02052700010013	TUBERIA DE PVC D=0.80m	m	367.7000	1,514.00	556,697.80
02052700010014	TUBERIA DE PVC D=0.90m	m	1,395.6000	1,727.00	2,410,201.20
02052700010015	TUBERIA DE PVC D=1.00m	m	369.0000	1,941.00	716,229.00
02052700010016	TUBERIA DE PRFV D=1.10m	m	1,199.3000	2,154.00	2,583,292.20
02052700010017	TUBERIA DE PRFV D=1.20m	m	682.8000	2,367.00	1,616,187.60
02052700010018	TUBERIA DE PRFV D=1.30m	m	1,035.5000	2,581.00	2,672,625.50
02052700010019	TUBERIA DE PRFV D=1.40m	m	314.9000	2,794.00	879,830.60
02052700010020	TUBERIA DE PRFV D=1.50m	m	257.0000	3,007.00	772,799.00
02052700010021	TUBERIA DE PRFV D=1.60m	m	197.2000	3,114.00	614,080.80
02052700010022	TUBERIA DE PRFV D=1.70m	m	220.8000	3,327.00	734,601.60
02052700010023	TUBERIA DE PRFV D=1.80m	m	2,162.6000	3,541.00	7,657,766.60
02052700010024	TUBERIA DE PRFV D=2.20m	m	733.4000	4,394.00	3,222,559.60
02052700010025	TUBERIA DE PRFV D=2.40m	m	328.1000	4,821.00	1,581,770.10
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	10,218.4200	59.13	604,215.08
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4"	m3	29.8400	108.61	3,240.71
02070200010001	ARENA FINA	m3	4,857.4700	47.34	229,952.54
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	6,418.5800	48.78	313,098.17
02070200010003	MATERIAL AFIRMADO	m3	1,900.4200	40.00	76,016.64
0207030001	HORMIGON	m3	1.0800	47.48	51.28
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3	248,096.0900	10.36	2,570,275.47
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	306,552.5500	10.83	3,319,964.14
02070400010007	MATERIAL GRANULAR PARA BASE PARA VEREDA	m3	82,401.0100	10.36	853,674.48
02070500010002	TIERRA DE CHACRA	m3	15,317.7800	22.89	350,623.87
0210020004	GEOMENBRANA IMPERMEABILIZANTE MANTO STANDART 3mm/POLIREX (Rollo 10.0x1.00m)	pza	4,268.3700	161.24	688,232.56
0210030003	MALLA RASCHEL AL 90% ROLLO DE 100m x 4.20m	rl	1.0000	49.90	49.90
02100400010009	TEKNOPORT DE 1"X4X8'	m2	1,092.1000	10.90	11,903.91
02100900010004	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.25m	und	2,412.3000	2.55	6,151.37
02100900010005	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.30m	und	440.4500	3.10	1,365.40
02100900010006	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.35m	und	240.5500	3.65	878.01
02100900010007	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.40m	und	576.9500	4.20	2,423.19
02100900010008	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.50m	und	374.6500	5.30	1,985.65
02100900010009	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.60m	und	363.3500	6.40	2,325.44
02100900010010	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.70m	und	588.3500	7.50	4,412.63
02100900010011	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.80m	und	183.8500	8.60	1,581.11
02100900010012	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=0.90m	und	697.8000	9.70	6,768.66
02100900010013	ANILLO DE JEBE PARA TUBERÍA D=1.00m	und	184.5000	10.80	1,992.60

0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	457.8200	26.50	12,132.24
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	18.0000	12.98	233.64
0216020011	GRASS	m2	73,107.5600	8.90	650,657.31
0216020012	PLANTAS ORNAMENTALES Y ARBOLES	und	2,455.9500	4.00	9,823.80
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I	m3	1,666.3000	556.39	927,112.66
0219010012	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=175 kg/cm2	m3	15,852.7100	556.39	8,820,291.54
0219110003	BUZON DE CONCRETO PREFABRICADO DE D=1.20m	und	234.0000	1,048.57	245,365.38
0219110004	BUZON DE CONCRETO PREFABRICADO DE D=1.50m	und	70.0000	2,789.78	195,284.60
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und	3,031.3800	32.50	98,519.70
02221200010003	LUBRICANTE FLOWTITE PARA UNIÓN DE TUBERÍA	gal	1,782.9000	40.70	72,564.05
02221500010022	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 - 4 LITROS	kg	1.2400	26.90	33.44
02221800010015	SIKA@CEM Curador 4 LITROS	gal	4,019.4200	32.30	129,827.24
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	475,261.2600	5.50	2,613,936.92
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	666.0000	7.08	4,715.28
02310500010007	PLANCHA DE TRIPLAY LUPUNA 1.20m x 2.40m x 4 mm	pln	3.0000	5.40	16.20
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	3.6000	38.44	138.38
02420300010004	CAMPAMENTO DE OBRA	und	1.0000	499,741.57	499,741.57
0246020004	REJILLA PARA SUMIDERO	und	855.0000	45.00	38,475.00
02670100010009	CASCOS DE SEGURIDAD	und	1.0000	30.00	30.00
0267030008	PROTECTOR DE OIDOS TIPO TAPON	und	1.0000	2.90	2.90
0267040005	MASCARILLA DE 1 VIA	und	1.0000	11.68	11.68
0267050001	GUANTES DE CUERO	par	1.0000	6.30	6.30
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	par	1.0000	54.60	54.60
0267080021	ARNES TIPO PARACAIDISTA DE TRES ANILLOS	und	1.0000	176.27	176.27
0267090015	LENTE DE SEGURIDAD	und	1.0000	6.73	6.73
02671000010002	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO ABS (2 KG)	und	5.0000	60.00	300.00
0267110022	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und	20.0000	19.90	398.00
0267110023	CINTA DE SEGURIDAD	rl	2.0000	54.90	109.80
0268270002	CAJA DE REGISTRO 1.20x1.20x1.50m	und	855.0000	743.84	635,983.20
0271050140	PERNOS ACERO DE 0.20m, ARANDELA Y TUERCA DE 5/8"	und	10.0000	8.79	87.90
02900800040009	PLUMONES PARA PAZIRRA ACRILICA	und	10.0000	3.00	30.00
0290130022	AGUA	m3	10.1100	15.00	151.59
02901400040002	CINTA MASKITAPE CREPE 500 MULTIUSOS 1/2" X 40 yd.	und	24.0000	6.40	153.60
02901500260001	CARTULINA	plq	100.0000	0.70	70.00
02902400030007	DESMANTELAMIENTO, LIMPIEZA Y RETIRO DE RESIDUOS SÓLIDOS	glb	1.0000	151,841.40	151,841.40
02902400030008	RESTAURACIÓN DEL AMBIENTE NATURAL	glb	1.0000	32,529.88	32,529.88
02902500050001	PIZARRA ACRILICA	und	2.0000	30.00	60.00
0291030001	PROGRAMA DE CONTINGENCIA	glb	1.0000	295,668.11	295,668.11
0291030003	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	qlb	1.0000	197,112.07	197,112.07
0291030004	PLAN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	glb	1.0000	63,819.99	63,819.99
0291030005	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	qlb	1.0000	175.00	175.00
0291030006	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	glb	1.0000	350.00	350.00
0291030007	MONITOREO DEL NIVEL SONORO	qlb	1.0000	90.00	90.00
0291030008	CAPACITACIÓN SOBRE LA NECESIDAD DE LA CONSERVACIÓN DEL CAPACITACIÓN SOBRE LA NECESIDAD DE LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMB.	glb	1.0000	16,243.54	16,243.54
0292010004	GIGANTOGRAFÍA SEGUN DISEÑO (3.6m x 2.40m)	und	1.0000	90.00	90.00

69,471,639.90

03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	hm	6,332.8500	182.62	1,156,505.38
03011600020005	MINI CARGADOR BOB CAT	hm	3,920.9100	87.82	344,334.74
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	882.8800	233.80	206,417.39
03011700020009	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP 0.75-1.4 yd3	hm	4,572.2800	127.00	580,679.74
03011800010001	TRACTOR DE TIRO DE 63 HP	hm	459.8300	67.41	30,997.06
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	22.9600	354.14	8,132.26
03011900010001	RODILLO DE VEREDA (1 ROLA)	hm	3,920.9100	15.61	61,205.48
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	10,756.3200	175.45	1,887,196.03
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	32,027.1700	242.63	7,770,752.21
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	56,819.2700	188.45	10,707,591.71
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	459.8300	112.64	51,795.12
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	380.0000	6.98	2,652.40
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9 P3 (8HP)	hm	40.5800	12.48	506.49
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	1,009.5500	4.90	4,946.79
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	459.8300	45.57	20,954.40
0304020001	CAMIÓN PLATAFORMA 4x2 122 HP 8 ton	hm	800.0000	10.11	8,088.00
					26,827,125.11
SUBCONTRATOS					
04230600010003	SC SISTEMA DE DRENAJE WELL POINT	día	432.0000	227.69	98,362.08
04230600010005	SC INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE WELL POINT	und	1.0000	1,887.88	1,887.88
04230600010006	SC TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DEL SISTEMA DE DRENAJE WELL POINT	und	1.0000	2,804.46	2,804.46
					103,054.42
				TOTAL	S/. 111,353,720.23

Fuente: Propia

4.1.10.3 Resumen del presupuesto

Tabla 47: Presupuesto

01	OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES				509,378.43
01.01	CAMPAMENTO DE OBRA	glb	1.00	499,741.57	499,741.57
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 3.60 x 2.40 mts	und	1.00	1,548.86	1,548.86
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	vje	100.00	80.88	8,088.00
02	TRABAJOS PRELIMINARES				210,754.44
02.01	TOPOGRAFIA	mes	18.00	11,708.58	210,754.44
03	DEMOLICIONES				4,269,784.35
03.01	DEMOLICION DE SARDINEL	m3	5,519.13	90.35	498,653.40
03.02	DEMOLICION DE VEREDAS e=10cm	m3	555.26	90.35	50,167.74
03.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO	m2	255,460.46	6.17	1,576,191.04
03.04	ELIMINACIÓN DE DESMONTE	m3	74,316.43	28.86	2,144,772.17
04	PAVIMENTOS				44,047,148.08
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				16,850,810.72
04.01.01	EXCAVACIÓN HASTA EL NIVEL SUB RASANTE	m3	90,841.74	20.11	1,826,827.39
04.01.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE	m2	255,460.46	2.09	533,912.36
04.01.03	SUB BASE CBR 40% e=5"	m2	206,746.74	15.27	3,157,022.72
04.01.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB BASE	m2	255,460.46	2.09	533,912.36
04.01.05	BASE CBR 80% e=6"	m2	255,460.46	16.25	4,151,232.48
04.01.06	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE BASE	m2	255,460.46	2.09	533,912.36
04.01.07	BASE GRANULAR PARA VEREDAS e=4"	m2	68,667.51	23.18	1,591,712.88
04.01.08	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE VEREDAS	m2	68,667.51	42.09	2,890,215.50
04.01.09	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	118,094.26	13.82	1,632,062.67

04.02	PAVIMENTO FLEXIBLE				12,706,603.28
04.02.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	255,460.46	6.90	1,762,677.17
04.02.02	CARPETA DE RODAMIENTO e=3"	m2	255,460.46	42.84	10,943,926.11
04.03	VEREDAS				8,109,720.84
04.03.01	VEREDAS DE CONCRETO SIMPLE e=0.10m	m2	68,667.51	90.92	6,243,250.01
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE VEREDAS	m2	4,975.00	351.83	1,750,354.25
04.03.03	JUNTAS EN VEREDAS e=1"	m	29,850.02	3.89	116,116.58
04.04	SARDINEL				4,750,007.85
04.04.01	SARDINEL DE CONCRETO SIMPLE	m	37,017.25	90.92	3,365,608.37
04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE SARDINEL	m2	5,552.59	247.38	1,373,599.71
04.04.03	JUNTAS DE SARDINEL e=1"	m	2,776.29	3.89	10,799.77
04.05	SEMBRÍO DE GRASS, PLANTAS Y ARBOLES				1,630,005.39
04.05.01	SEMBRÍO DE GRASS	m2	69,626.25	15.88	1,105,664.85
04.05.02	SEMBRÍO DE PLANTAS Y ARBOLES	und	2,339.00	9.43	22,056.77
04.05.03	TIERRA DE CHACRA e=20cm	m3	13,925.25	36.07	502,283.77
05	DRENAJE PLUVIAL				59,948,308.95
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,580,679.86
05.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍAS	m3	172,051.78	20.11	3,459,961.30
05.01.02	PERFILADO DE ZANJAS	m2	190,171.07	1.10	209,188.18
05.01.03	EXCAVACIÓN DE BUZONES				18,772.69
05.01.03.01	BUZONES DE D=1.20m	m3	599.05	20.11	12,046.90
05.01.03.02	BUZONES DE D=1.50m	m3	334.45	20.11	6,725.79
05.01.04	EXCAVACIÓN DE CÁMARA DE INSPECCIÓN				74,373.62
05.01.04.01	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.00 x 2.00m	m3	1,026.08	20.11	20,634.47
05.01.04.02	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.80 x 2.80m	m3	2,672.26	20.11	53,739.15
05.01.05	PERFILADO Y COMPACTACIÓN PARA BUZONES				563.26
05.01.05.01	BUZONES DE D=1.20m	m2	388.35	1.10	427.19
05.01.05.02	BUZONES DE D=1.50m	m2	123.70	1.10	136.07
05.01.06	PERFILADO Y COMPACTACIÓN PARA CÁMARA DE INSPECCIÓN				413.60
05.01.06.01	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.00 x 2.00m	m2	196.00	1.10	215.60
05.01.06.02	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.80 x 2.80m	m2	180.00	1.10	198.00
05.01.07	EXCAVACIÓN PARA CAJA DE REGISTRO	m3	1,846.80	20.11	37,139.15
05.01.08	PERFILADO Y COMPACTACIÓN PARA CAJA DE REGISTRO	m2	1,231.20	1.10	1,354.32
05.01.09	CAMA DE ARENA PARA COLOCACIÓN DE TUBERÍA	m3	4,047.89	122.52	495,947.48
05.01.10	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SOBRE TUBERÍA	m3	141,543.10	96.64	13,678,725.18
05.01.11	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	36,987.33	13.82	511,164.90
05.01.12	TABLAESTACADO	m2	87,482.85	57.04	4,990,021.76
05.01.13	SISTEMA DE DRENAJE WELL POINT PARA EXCAVACIONES CON PRESENCIA DE AGUA	mes	18.00	5,464.56	98,362.08
05.01.14	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE WELL POINT	und	1.00	4,692.34	4,692.34
05.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE PVC				9,762,694.62
05.02.01	TUBERÍA DE PVC D=0.25m	m	4,824.60	352.88	1,702,504.85
05.02.02	TUBERÍA DE PVC D=0.30m	m	880.90	459.85	405,081.87
05.02.03	TUBERÍA DE PVC D=0.35m	m	481.10	566.83	272,701.91
05.02.04	TUBERÍA DE PVC D=0.40m	m	1,153.90	673.70	777,382.43
05.02.05	TUBERÍA DE PVC D=0.50m	m	749.30	887.65	665,116.15
05.02.06	TUBERÍA DE PVC D=0.60m	m	726.70	1,101.30	800,314.71
05.02.07	TUBERÍA DE PVC D=0.70m	m	1,176.70	1,208.85	1,422,453.80
05.02.08	TUBERÍA DE PVC D=0.80m	m	367.70	1,529.40	562,360.38
05.02.09	TUBERÍA DE PVC D=0.90m	m	1,395.60	1,742.95	2,432,461.02
05.02.10	TUBERÍA DE PVC D=1.00m	m	369.00	1,957.50	722,317.50
05.03	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO				22,478,611.40
05.03.01	TUBERÍA DE PVC D=1.10m	m	1,199.30	2,174.24	2,607,566.03
05.03.02	TUBERÍA DE PVC D=1.20m	m	682.80	2,387.03	1,629,864.08
05.03.03	TUBERÍA DE PVC D=1.30m	m	1,035.50	2,601.03	2,693,366.57
05.03.04	TUBERÍA DE PVC D=1.40m	m	314.90	2,814.03	886,138.05
05.03.05	TUBERÍA DE PVC D=1.50m	m	257.00	3,027.03	777,946.71
05.03.06	TUBERÍA DE PVC D=1.60m	m	197.20	3,134.03	618,030.72

05.03.07	TUBERÍA DE PVC D=1.70m	m	220.80	3,347.03	739,024.22
05.03.08	TUBERÍA DE PVC D=1.80m	m	2,162.60	3,561.03	7,701,083.48
05.03.09	TUBERÍA DE PVC D=2.20m	m	733.40	4,414.03	3,237,249.60
05.03.10	TUBERÍA DE PVC D=2.40m	m	328.10	4,841.03	1,588,341.94
05.04	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 1.20x1.20x1.50m	und	855.00	792.98	677,997.90
05.05	BUZONES				605,776.32
05.05.01	BUZONES DE D=1.20m	und	234.00	1,553.03	363,409.02
05.05.02	BUZONES DE D=1.50m	und	70.00	3,462.39	242,367.30
05.06	CÁMARA DE INSPECCIÓN				2,753,321.05
05.06.01	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.00 x 2.00m	und	50.00	18,985.34	949,267.00
05.06.02	CÁMARA DE INSPECCIÓN 2.80 x 2.80m	und	45.00	40,090.09	1,804,054.05
05.07	REJILLAS PARA SUMIDERO	und	855.00	104.36	89,227.80
06	LAGUNA DE ALMACENAMIENTO				1,598,586.53
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				699,705.28
06.01.01	EXCAVACIÓN HASTA EL NIVEL SUB RASANTE	m3	15,555.00	20.11	312,811.05
06.01.02	EXCAVACIÓN HASTA EL NIVEL DE SUB RASANTE DEL ALIVIADERO	m3	201.60	83.78	16,890.05
06.01.03	REVESTIMIENTO DE FONDO Y TALUD DE LA LAGUNA CON AFIRMADO e=15cm	m2	1,583.68	53.74	85,106.96
06.01.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE FONDO Y TALUD DE LA LAGUNA	m2	2,601.00	2.09	5,436.09
06.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	20,221.50	13.82	279,461.13
06.02	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA	m2	4,184.68	197.74	827,478.62
06.03	ALIVIADERO				71,402.63
06.03.01	CONCRETO SIMPLE PARA ALIVIADERO f'c = 210 kg/cm2	m3	49.73	548.12	27,258.01
06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	815.36	51.91	42,325.34
06.03.03	JUNTAS EN ALIVIADERO e=1"	m	467.68	3.89	1,819.28
07	SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN				1,628.02
07.01	CAPACITACIÓN Y CHARLAS	gtb	1.00	481.84	481.84
07.02	SEÑALIZACIONES DE SEGURIDAD	gtb	1.00	507.80	507.80
07.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	gtb	1.00	638.38	638.38
08	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL				758,311.83
08.01	ETAPA PRELIMINAR				557,082.01
08.01.01	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	gtb	1.00	295,668.11	295,668.11
08.01.02	PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA				481.84
08.01.02.01	CAPACITACIÓN Y CHARLAS	gtb	1.00	481.84	481.84
08.01.03	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	gtb	1.00	197,112.07	197,112.07
08.01.04	PLAN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	gtb	1.00	63,819.99	63,819.99
08.02	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				615.00
08.02.01	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL				615.00
08.02.01.01	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	gtb	1.00	175.00	175.00
08.02.01.02	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	gtb	1.00	350.00	350.00
08.02.01.03	MONITOREO DEL NIVEL SONORO	gtb	1.00	90.00	90.00
08.03	ETAPA DE ABANDONO Y CIERRE				200,614.82
08.03.01	DESMANTELAMIENTO, LIMPIEZA Y RETIRO DE RESIDUOS SOLIDOS	gtb	1.00	151,841.40	151,841.40
08.03.02	RESTAURACIÓN DEL AMBIENTE NATURAL	gtb	1.00	32,529.88	32,529.88
08.03.03	CAPACITACIÓN SOBRE LA NECESIDAD DE LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	gtb	1.00	16,243.54	16,243.54
	COSTO DIRECTO				111,343,900.63
	GASTOS GENERALES 10.1430%				11,293,611.45
	UTILIDAD (10%)				11,134,390.06
	SUBTOTAL				133,771,902.14
	IMPUESTO (IGV 18%)				24,078,942.39
	PRESUPUESTO TOTAL				157,850,844.53

Fuente: Propia

4.1.11 Evaluación del Impacto Ambiental

4.1.11.1 Reconocimiento y valoración de impactos ambientales

Se define los factores ambientales relacionados con el sistema de drenaje pluvial, pavimentación, así como las acciones que afectaran estos factores y las relaciones posibles que existen entre ambos, que serán los impactos.

Este punto es de mucha importancia para la investigación, porque se predecirá la magnitud que genera los impactos, que nos ayudará a formular adecuadas mediciones para su debido estudio.

4.1.11.1.1 Elementos ambientales susceptibles a los impactos

Existen infinidad de factores ambientales, pero existen algunos que son más importantes para reconocer aspectos afectados directamente o indirectamente por las tareas proyectadas.

4.1.11.1.2 RECONOCIMIENTO IMPACTANTES EN EL AMBIENTE

Se realizó a través de evaluaciones cualitativas, la cual tiene como fin determinar en primera instancia la importancia del impacto.

Para la evaluación ambiental se ha considerado como metodología de estudio la Matriz Semicuantitativa, el cual es un método bidimensional que posibilita la integración entre los componentes ambientales y las actividades que se realizan, basándose en parámetros de intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad, con los cuales se permite determinar los criterio para la predicción de la importancia de los impactos generados.

Se decidió usar esta matriz porque a través de esta se pueden identificar la importancia de cada impacto, teniendo en cuenta los diferentes parámetros expuestos.

4.1.11.2 Proyecto de control en el ambiente

El objetivo principal del Plan de Manejo Ambiental es el de incluir medidas preventivas y de planificación en el diseño, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, con la intención de aminorar o indemnizar efectos perjudiciales y para aprovechar al máximo los resultados positivos.

4.1.11.2.1 Sistema de rastreo y control del ambiente

El siguiente sistema permitirá la comprobación si se está consumando las medidas de mitigación propuestas y presentando informes periódicos a la Institución Pública competente, recomendando que sea la Municipalidad Distrital de Lambayeque a través de su Gerencia de Servicios Municipales y Gestión del Medio Ambiente, la que se encargue de comprobar el cumplimiento del Programa de Monitoreo Ambiental.

El PMA busca cumplir con éxito los estándares y regulaciones ambientales, de igual forma con el monitoreo de los impactos del proyecto. Se plantea que la entidad que está encargada de la operación y mantenimiento, tome en consideración las siguientes actividades:

- Preparación de informes periódicos de la operación y mantenimiento del proyecto.
- Evaluaciones periódicas directas de las unidades.
- Evaluación del desempeño del plan de manejo ambiental.

a) Control Potable.

Se realizará tres controles al inicio de la obra, luego se recomendarán monitoreos cada tres meses durante la operación, tomando en cuenta la medición de los siguientes parámetros:

- Sulfatos (mg/l)
- PH
- Coliformes Totales (NMP/100ml)
- Cloruros (mg/l)
- Cloro residual (solo a la salida)
- Metales (mg/l)
- Turbiedad (UNT)
- Alcalinidad (mg/l)

b) Control de la calidad del aire.

La ejecución del proyecto producirá emisiones de polvo, que incidirán en forma negativa a la calidad del aire en el área de influencia. El polvo se generará por la presencia de áreas abiertas y de ciertas actividades en la fase de construcción como limpieza y desbroce, excavaciones, etc.

Objetivos del monitoreo son:

- Identificación de fuentes contaminantes.
- Observación de la tendencia de la contaminación a largo plazo.
- Calibración de un modelo de dispersión.
- Identificación de sitios representativos de monitoreo.
- Investigación del impacto de la contaminación en la salud de la población.
- Supervisión del cumplimiento de normas de calidad del aire.
- Establecimiento de un sistema de alerta por smog fotoquímico.

c) Control de nivel sonoro

El monitoreo del nivel sonoro se realizará con la finalidad de prever se produzca un alto índice de ruido que afecte la calidad de vida de los habitantes que residen cerca del área del proyecto. Para ello, se supervisarán el índice ambiental de ruido de acuerdo a la escala db (A), uno de ellos en el área donde se realizan las actividades relacionadas a la construcción y el otro a una distancia entre 100m y 200m, según lo recomiende el Supervisor Ambiental.

Asimismo, la supervisión de lo antes referido, se establecerá durante el día, de acuerdo al cronograma de actividades. Para lo cual se desarrollarán mediciones cada tres meses, y supervisiones de calidad de aire, teniendo como base el cronograma de actividades de obra del ejecutor.

En ese orden de ideas, se tendrá en cuenta los niveles máximos permisibles adoptados en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D. S. N°085-2003-PCM).

4.1.11.2.2 SISTEMA DE CONTINGENCIAS

El Plan de Contingencia se basa en las medidas necesarias que se adoptan a fin de prever o adelantarse a algún tipo de incidencia que exista durante la construcción u operación del

proyecto. Asimismo, se tomará como referencia las circunstancias que pudieran presentarse debido a las fallas humanas, las mismas que no pudieron ser previstas en el PMA.

Siendo ello así, el plan antes referido ayuda a crear una serie de lineamientos con la finalidad de prevenir o minimizar daños que se puedan presentar respecto a la salud de las personas o al entorno de nuestro medio ambiente.

Además, es objetivo, porque cuenta con un equipo idóneo previsto de materiales útiles e imprescindibles para los de mayor vulnerabilidad ante los diferentes fenómenos naturales y emergencias. Es por ello, que, dependiendo del proyecto que se establezca, se adoptaran las unidades de contingencia para la etapa de construcción y operación.

Cada Unidad tendrá un Jefe que tendrá como responsabilidad las labores iniciales de rescate e informará al Ejecutor el tipo y magnitud del desastre ocurrido en ese momento. Asimismo, deberá informar inmediatamente a la entidad pública acerca de los inconvenientes que se pudiesen haber presentado.

En ese orden de ideas, cabe señalar que, durante la construcción del proyecto, el Ejecutor, será el responsable de plantear y hacer frente con las acciones necesarias para prevenir las diversas contingencias que puedan suceder. En esta etapa la unidad estará conformada por el personal de obra.

En la etapa de operación la Unidad de Contingencias estará conformada por el personal encargado de la operación y mantenimiento que a su vez son integrantes de la entidad pública.

a) Directivas para el Plan de Contingencia Ambiental.

Estas directivas tienen como función brindar un control general, así como señalar las acciones de procedimiento que se utilizarán en condiciones de emergencia ambiental con la finalidad de aplacar las consecuencias de posibles eventos peligrosos.

Aunado a ello, se encargan de transmitir información a los trabajadores en construcción, operación y mantenimiento con la finalidad que puedan controlar las emergencias de una forma rápida y eficiente. En consecuencia, con estas acciones se garantizará la salud de los trabajadores, la conservación del medio ambiente y la integridad de la instalación.

b) Condiciones de emergencia ambiental.**Daños o destrucción sísmica de la infraestructura:**

Frente a un movimiento sísmico, el personal debe contar con nociones previas respecto a la forma segura de retirarse de las instalaciones, asimismo deberá conocer cómo protegerse frente a los efectos o consecuencias que acarrea un temblor. Siendo ello así, se deberá evaluar que tanto impacto tuvo el movimiento sísmico en esa instalación o planta, con la finalidad que el Jefe encargado adopte e implemente las medidas necesarias; y en consecuencia se regularice todo el panorama.

Por todo lo antes expuestos, cabe señalar que las zonas de obras de construcción como las unidades construidas deben contar con una zona segura en caso de sismos, definida por el jefe de unidad y debidamente señalizada; asimismo, la entidad pública deberá contar con un “equipo de emergencia” el mismo que deberá estar organizado y cada uno de sus integrantes deberán establecer su plan de trabajo con la finalidad de reaccionar en forma rápida y eficiente, saber a dónde se deben dirigir y cómo se actuará en esas situaciones.

En ese orden de ideas, se recomienda que la entidad pública programe y disponga el desarrollo de un simulacro inicial durante la etapa de construcción y simulacros cada semana, durante el desarrollo de las obras, con la finalidad de identificar si está funcionando su organización encargada de velar por la seguridad de esta población frente a las situaciones de emergencias.

Inundaciones naturales y cambios en el clima:

Es necesario señalar que tanto en Lambayeque como en Chiclayo las precipitaciones son bastante escasas, debido a que gran parte del año no llueve tan significativamente.

Aunado a ello, cabe mencionar que la población deberá contar con sistema de drenaje pluvial para sacar las precipitaciones y con ello disminuir las inundaciones, asimismo se deberá brindar mantenimiento a este sistema para garantizar un drenaje idóneo.

Contaminación por olores y sólidos suspendidos.

La concepción de olores estará vinculada con la operación y el mantenimiento. En consecuencia, si el mismo presenta la calidad de inadecuado y producto de ello se produce

contaminación por olores o polvo, todas las agrupaciones de maquinarias deberán ser atendidas y ventiladas rápidamente.

Los equipos a utilizar para cualquier olor excesivo, deben de estar en mantenimiento constante y evitar presentarse cualquier material de desecho

En ese orden de ideas, es muy importante realizar la ventilación, la misma que deberá ser supervisada constantemente y de no realizarse se tendrá que programar una nueva fecha para la asimilación de los elementos estructurados por los microorganismos aeróbicos.

Falta de suministros, piezas de repuesto y electricidad.

Frente a la falta de suministros y piezas de repuesto para los equipos mecánicos y eléctricos ello se puede contrarrestar a tiempo si se adoptan las medidas pertinentes a corto plazo. Para ello, se sugiere que se controle y verifiquen las instalaciones y que los suministros se encuentren almacenados y ordenados de manera correcta.

Aunado a ello, cabe mencionar que, respecto a los cortes de electricidad, frente a ello se sugiere tener un suministro automático que genere energía, así como un proyecto que permita restablecer los equipos de bombeo y aireación con la finalidad que trabajen con toda normalidad.

Accidentes de transporte.

Nuestra normatividad peruana aun no regula el transporte de material, por lo que no existen directivas establecidas que se nos indique cómo podemos actuar en el caso de ocurrir derrames de desechos al ser estos transportados a cualquier lugar de la obra.

Por otro lado, a fin que los accidentes disminuyan, se sugiere lo siguiente:

- El vehículo debe tener presentar todo en regla, a fin de transportar en forma idónea los desechos sin necesidad que estos se derramen.

- El conductor debe estar informado respecto a los materiales que transportará, asimismo se le deberá brindar capacitación para que conozca las medidas que deberá adoptar en una situación de emergencia.

- La ruta a seguir se debe ser elegida paralelamente con las medidas que debe adoptar en caso se encuentre en una situación de emergencia y sepa como prever los riesgos para el medioambiente como para la sociedad.

- Cuando se evidencie un accidente, el conductor es responsable de comunicarse con el coordinador a fin que se les informe de lo sucedido a las jurisdicciones ambientales y de emergencia (defensa civil, bombero, etc.).

Afluentes con compuestos no deseados.

Si bien es cierto es imposible controlar los compuestos no deseados, sin embargo, estos se pueden detectar en forma indirecta, es decir, mediante la técnica de la observación diaria, conjuntamente con un registro escrito, que nos permitirá identificar el color de las aguas, midiendo el PH o la temperatura, altas cantidades de hidrocarburos o grasas, etc.

Siendo ello así, esta observación se hará de forma periódica la cual servirá para tener conocimiento acerca de la calidad de afluentes para tomar la mejor de las medidas necesarias.

Explosiones, fuego y escape de gas.

En caso de presentarse un incendio, los trabajadores tendrán la capacidad de utilizar los extintores de fuego correctamente, además cada grupo de trabajo poseerá su determinado extintor.

Asimismo, en caso que el incendio sea de mayor magnitud, ello será manejados por el cuerpo de bomberos y por las autoridades de defensa civil.

En ese orden de ideas, se deberá organizar un grupo de trabajo para posibles contingencias, integrada por vigilantes de la ciudad, así mismo, estarán a disposición de un jefe de Seguridad y Medio Ambiente.

4.1.11.2.3 Sistema de asesoría y colaboración social

La investigación se encargará de fomentar la participación de la población en la problemática ambiental y la aceptación del proyecto por parte de la población. Para ello, el presente programa buscará el personal adecuado quienes desarrollen conductas de preservación del medio ambiente, demostrando que ello es beneficio de toda una sociedad respecto a su adecuada salud, el ambiente y la propiedad.

a) Labores de capacitación.

Al personal del proyecto

El Constructor ideará, ordenará y ejecutará diversos talleres y conferencias que tienen como fin capacitar a todo el personal de la obra respecto a las actividades que se realizarán. Asimismo, será tarea de los supervisores enseñar en forma dinámica y didáctica respecto al funcionamiento y uso idóneo de los equipos, las maquinarias, los procedimientos, así como las normas y riesgos de seguridad que se deberán implementar o adoptar en una situación específica.

A la población

La empresa que ejecutará el proyecto, iniciará con las acciones necesarias al proyecto un programa de Educación Drenaje Pluvial para la población, el mismo que se describe y enumera en la sección del Plan de Manejo Ambiental.

b) Manual de seguridad, salud y medio ambiente.

Este manual es relevante porque interesará como sustento de temas para las charlas que se realizarán en los grupos de trabajo y la misma población. Para ello, el objetivo será establecer las diferentes actividades que albergará el Plan de Prevención de Accidentes de Trabajo, protección de las personas y su salud, y el cuidado del medio ambiente a lo largo de la ejecución del proyecto “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación del Sector “A” de la Zona Urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque”.

Asimismo, el alcance que tendrá será cada una de las actividades que se desarrollarán para la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto antes referido. En consecuencia, las personas responsables son los Directores y Gerentes del Proyecto, el Departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente y todos los integrantes del Proyecto.

c) Programa de prevención de accidentes y protección al medio ambiente

Su objetivo principal es la reducción o erradicación de los riesgos relacionados con las operaciones que pudieran devenir en accidentes personales, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

El programa está compuesto por 10 elementos que puntualizan actividades específicas de prevención de accidentes y protección al medio ambiente. Estos son: Compromiso Gerencial visible, Investigación de accidentes / incidentes, Reuniones de seguridad, Inspecciones y auditorías, Capacitación y entrenamiento, prácticas y procedimientos de trabajo, Protección al

medio ambiente, Equipos de protección personal, Preparación y respuesta de emergencias, Salud e higiene ocupacional, Declaración de aceptación del reglamento interno de seguridad, salud y medio ambiente.

d) Plan de seguridad, salud y medio ambiente a ejecutarse en el proyecto

Son documentos que contiene los lineamientos del Programa de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de cada proyecto. Tiene como objetivo principal la reducción o erradicación de los riesgos evitables relacionados con la actividad.

Para ello, el referido plan se desarrollará basado en la premisa de que todos los accidentes y lesiones son evitables. El Plan incluirá como mínimo los siguientes temas: Política de prevención de accidentes y protección al medio ambiente, Capacitación al Personal, Conformación del Comité de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, Especificación, entrega y documentación de los elementos de protección personal, Procedimientos de trabajo, Análisis seguro de trabajo, Señalización de obra, Revisión inicial y periódica de equipos, vehículos e instalaciones, Auditorias en los frentes de trabajo, Inspecciones periódicas de Seguridad, Prevención de incendios, Análisis e investigación de Incidentes y Accidentes de trabajo, Registro y elaboración de estadísticas, Normativa para eventuales Subcontratistas, Plan de Salud ocupacional y Plan de Manejo Ambiental.

4.1.11.2.4 Sistema de aislamiento y clausura

En este tipo de plan, se menciona que, se restaurará el área de influencia del proyecto, para evitar los impactos negativos después de finalizar su ejecución de dicho. Es por ello, que el objetivo de este plan es asegurar un idóneo cuidado hacia el ambiente de los fortuitos impactos que se prestarían al terminar la mejora del pavimento.

En ese orden de ideas, es necesario que se realice el cierre y desmantelamiento de las instalaciones sin causar daño al medio ambiente de las áreas a trabajar y sobre todo al finalizar esta fase se deberá abandonar sin alterar el ambiente natural.

a) Compromisos en el plan de cierre.

- Advertir a las autoridades y a los pobladores ubicados en el área de dominio sobre la clausura de operaciones, y sobre las secuelas positivas o negativas que ello ocasionaría.

- Desmantelar los componentes de las instalaciones, y adoptando los lineamientos legales establecidos.

b) Planes de retiro

Se deberá identificar las metas, programas, desembolsos y cronogramas. Teniendo como objetivos: El desmantelamiento y limpieza de todas las áreas utilizadas por el Proyecto, El retiro de los residuos sólidos y Restauración del ambiente natural.

c) Acciones a seguir en el plan de cierre

- Estas acciones comprenden:

- Capacitación para el buen uso de los equipos y maquinarias a cargo.

- Concientización respecto a la conservación del medio ambiente.

- Valoración de activos y pasivos.

- Elección y contrato a empresas que realizarán el desmontaje de equipos y limpieza

- Elección y contrato de especialistas medioambientales para la evaluación del ambiente natural del área trabajada

d) Medidas de restauración

Los trabajos para la protección y restauración comprenden:

- Retirar totalmente los escombros provocados por la demolición y luego utilizarlos como relleno sanitario.

- Reemplazaremos con material de préstamo o suelo apto para la forestación o actividades agrícolas, por los espacios dejados por el retiro de los escombros debido a la demolición.

- Se ejecutará un plan de Explotación y restauración morfológica para el uso de material de préstamo de acuerdo a la aprobación de especialistas.

- Bloqueo y anulación de las vías de acceso.

- Reforestación

4.1.12 Manual de operación y mantenimiento

4.1.12.1 Personal de operación y mantenimiento

La limpieza e inspección de las tuberías son imprescindibles para el adecuado funcionamiento del sistema. Pues, a medida que las tuberías van envejeciendo, es más común el riesgo de desgaste, atascos y derrumbes.

Por ello es importante que exista una cuadrilla encargada de realizar los trabajos de rutina en los diferentes sectores del sistema. Además, cuando existan trabajos de mayor magnitud, las cuadrillas se incrementarán, así como el soporte adicional de servicios tercerizados especializados en trabajos de mantenimiento.

Se recomienda que existan tres cuadrillas conformadas por tres personas, encargadas de los trabajos rutinarios que se realizaran una vez al año. Adicionalmente se conformará una cuadrilla para los casos de emergencia.

4.1.12.2 Operación del sistema de drenaje

La Municipalidad u organización operadora es la responsable de la operación y mantenimiento de todos los elementos del sistema de drenaje pluvial para cerciorar un alto grado de confiabilidad.

4.1.12.2.1 Puesta en marcha

Una vez terminada la obra, se verifica que la construcción hecha sea coherente con la del proyecto. Para lo cual se debe realizar una inspección cuantitativa (comparar las dimensiones reales con las especificadas en el proyecto) y cualitativas (comparar los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes).

Además, se debe realizar una limpieza de todos los desperdicios presente en el sistema. También es necesario inspeccionar los buzones y cámaras de inspección para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

4.1.12.2.2 Inspección

Esto se realiza con el propósito de tener noción del estado de los componentes del sistema a través del tiempo. Esta inspección de rutina ayudará a conocer lo siguiente:

- Edad de la tubería.

- Nivel de corrosión interna o externa.
- Formación de sedimentos en el fondo.
- Fugas o infiltraciones anormales.
- Penetración de raíces en la tubería.
- Estado de los buzones y existencia de sus tapas.

Para ello es necesario emplear instrumentos como linternas y equipo de seguridad personal. Además, debe asegurarse que, al momento de hacer la inspección, el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua.

Con la información recolectada de las inspecciones, se determinará los tramos críticos para programar las inspecciones que se realizarán posteriormente. Esto se hace con la finalidad de no desperdiciar recursos ni esfuerzos en inspeccionar toda la red, pues gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido revisarla.

Se necesitarán tres cuadrillas que estarán conformadas por tres personas. Estas inspecciones se harán una vez al año, para lo cual se necesitará disponer de los recursos e información necesaria para la correcta revisión.

4.1.12.3 Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial

Es fundamental hacerle mantenimiento al sistema de drenaje pluvial, pues esto permitirá el correcto funcionamiento y así evitar la generación de sobre-costos, tanto por su inoperatividad como por las reparaciones que deban efectuarse.

De acuerdo a esto, el responsable de la operación y mantenimiento deberá programar el tipo de mantenimiento necesario para cada uno de los componentes del sistema de drenaje.

4.1.12.3.1 Mantenimiento predictivo

Su función es determinar los puntos críticos del sistema de drenaje, donde hay mayor riesgo de que ocurran problemas que alteren su funcionamiento. También está enfocado a poner atención y definir las medidas a tomar en cuenta para evitar tal situación. Estas medidas radican en disponer elementos que sirvan como medios de aviso para evitar que suceda el sistema. No obstante, si el problema es inevitable, el fin será impedir que se agrave.

4.1.12.3.2 Mantenimiento preventivo

Los trabajos de mantenimiento preventivo empiezan por los habitantes del distrito, al no arrojar basura tanto a los sumideros como a los buzones. Se debe hacer un uso apropiado del sistema de drenaje pluvial, para evitar las obstrucciones.

Para hacer las actividades de mantenimiento preventivo, se deberá determinar los tramos críticos que necesitan mantenimiento más frecuente y los no críticos que necesitan un mantenimiento más espaciado.

- Los trabajos a considerar en el sistema de drenaje, serán:
- Limpieza preventiva total de las redes y de zonas de obstrucción frecuente.
- Revisión del estado de la red.
- Cambio o reposición de tapaderas de buzones y cajas de registro.
- Limpieza de buzones y cajas de registro

Tabla 49: Presupuesto del mantenimiento preventivo

OPERACIÓN MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	SUBTOTAL (S/.)
Cuadrilla de Mantenimiento 1	HH	7488	17.59	131,713.92
Cuadrilla de Mantenimiento 2	HH	7488	17.59	131,713.92
Cuadrilla de Mantenimiento 3	HH	7488	17.59	131,713.92
Botas de Jebe	par	9	19.9	179.10
Calzado de Seguridad	par	9	99.9	899.10
Guantes de cuero	par	9	10.90	98.10
Guantes de jebes	par	9	7.90	71.10
Casco	und	9	49.90	449.10
Overol o Mameluco	und	9	146.90	1,322.10
Anteojos de Seguridad	und	9	3.90	35.10
Mascarilla para polvo	und	9	3.90	35.10
Chalecos fosforescentes	und	9	69.90	629.10
Arnés de Seguridad	und	3	167.90	503.70
Cintas de señalización	rll	3	49.90	149.70
Conos de señalización	und	12	27.90	334.80
Arco de Sierra	und	3	16.90	50.70
Comba de 1.5 kg	und	3	44.90	134.70
Comba de 10 kg	und	3	84.90	254.70
Alicate universal	und	3	43.90	131.70

Llave Stilson 12"	und	3	43.00	129.00
Llave Stilson 18"	und	3	94.90	284.70
Punta 1"x12"	und	3	22.90	68.70
Martillo	und	3	18.90	56.70
Barreta de acero de 1" x 1.50 cm	und	9	64.90	584.10
Pico	und	9	46.90	422.10
SERRUCHO	und	3	52.90	158.70
Caja de Herramientas	und	3	109.90	329.70
Cordel Nylon	rll	6	51.00	306.00
Balde	und	9	13.90	125.10
Soga	und	6	10.90	65.40
Wincha 50 m	und	3	56.90	170.70
Juego de Varillas para desague (12 varillas)	und	12	25.50	306.00
			TOTAL	403,426.56

Fuente: Elaboración Propia.

Limpieza de los colectores

Una vez identificado los tramos críticos y los no críticos, se empieza con la limpieza manual de los colectores. Esto se realizará con una frecuencia de una vez al año. Para ello se empleará varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y 1 m de longitud.

Inspecciones

Para realizar las inspecciones de los colectores, es recomendable que se realice cuando estas se encuentren con poco caudal.

Limpieza de las cajas de registro

Las cajas de registro deberán mantenerse sin basura, tierra, escombros o piedras para así evitar taponamientos en el sistema.

Mantenimiento de tuberías

Este mantenimiento consiste en la limpieza hidráulica de las tuberías con el propósito de remover los sólidos que entran en el sistema de drenaje pluvial. El personal encargado tendrá que realizar inspecciones una vez al año. Si en alguna inspección se encuentran problemas considerables, se tendrá que corregir las causas que lo producen.

4.1.12.3.3 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en la ejecución de acciones para enmendar cierta complicación que se dé durante el funcionamiento de los colectores. Este tipo de problemas y sus posibles soluciones se detallarán a continuación:

Tabla 50: Presupuesto del mantenimiento correctivo

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	SUBTOTAL (S/.)
Cuadrilla de Mantenimiento 1	HH	7488	17.59	131,713.92
Cuadrilla de Mantenimiento 2	HH	7488	17.59	131,713.92
Cuadrilla de Mantenimiento 3	HH	7488	17.59	131,713.92
Botas de Jebe	par	9	19.90	179.10
Calzado de Seguridad	par	9	99.90	899.10
Guantes de cuero	par	9	10.90	98.10
Guantes de jebes	par	9	7.90	71.10
Casco	und	9	49.90	449.10
Overol o Mameluco	und	9	146.90	1,322.10
Anteojos de Seguridad	und	9	3.90	35.10
Mascarilla para polvo	und	9	3.90	35.10
Chalecos fosforescentes	und	9	69.90	629.10
Arnés de Seguridad	und	3	167.90	503.70
Cintas de señalización	rll	3	49.90	149.70
Conos de señalización	und	12	27.90	334.80
Arco de Sierra	und	3	16.90	50.70
Comba de 1.5 kg	und	3	44.90	134.70
Comba de 10 kg	und	3	84.90	254.70
Alicate universal	und	3	43.90	131.70
Llave Stilson 12"	und	3	43.00	129.00
Llave Stilson 18"	und	3	94.90	284.70
Punta 1"x12"	und	3	22.90	68.70
Martillo	und	3	18.90	56.70
Barreta de acero de 1" x 1.50 cm	und	9	64.90	584.10
Pico	und	9	46.90	422.10
SERRUCHO	und	3	52.90	158.70
Caja de Herramientas	und	3	109.90	329.70
Cordel Nylon	rll	6	51.00	306.00
Balde	und	9	13.90	125.10
Soga	und	6	10.90	65.40
Wincha 50 m	und	3	56.90	170.70
Juego de Varillas para desagüe (12 varillas)	und	12	25.50	306.00

Pisón Manual	und	3	3529.00	10,587.00
Carretilla	und	6	99.90	599.40
Motobomba	und	3	2220.00	6,660.00
Alquiler de Retroexcavadora	mes	12	28800.00	345,600.00
			TOTAL	766,872.96

Fuente: Elaboración Propia.

Atoros

Este tipo de problemas ocurren cuando la tubería está siendo obstruida por cierto objeto o acaparamiento de sólidos. Esto ocasiona que se obstaculice el flujo normal del agua pluvial.

La solución a este problema consiste en la eliminación del obstáculo empleando varillas de desatoro. Este procedimiento debe realizarse a través de las bocas de inspección de los buzones. Además, se utilizará agua a presión. El proceso es el siguiente:

- Determinar el ramal de la tubería que requiere ser desatorada.
- Llevar el personal y equipo necesario al lugar de trabajo.
- Señalizar de la zona de trabajo
- Introducir el agua a presión.
- Introducir las varillas de desatoro.
- En caso de que el problema persista, se realizará lo siguiente:
 - Determinar, a partir del buzón, la longitud de la tubería donde se encuentra el objeto que provocó la obstrucción.
 - Excavar hasta llegar a la tubería.
 - Cortar la tubería de forma rectangular y quitar el objeto.

Una vez extraído el objeto obstructor, echar bastante agua por la tubería, observando que no exista ningún punto donde el líquido se acumule. Examinar el interior de la tubería a través de la prueba de espejos, para asegurar que esta se encuentre, nuevamente, habilitada para su funcionamiento. Las cámaras de inspección deben cerrarse para evitar el ingreso de objetos extraños al sistema de drenaje.

Rehabilitación de colectores

- Rehabilitación de colectores se refiere al reforzamiento, reemplazo o reubicación de la tubería en un tramo afectado.

- En el caso de reforzamiento se sigue el siguiente proceso:

- Excavar hasta llegar a la tubería dejando la zanja refinada.

- Colocar el entibado o tablestacado.

- Reforzar la tubería usando un concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, colocando un encorado, ya sea de madera o metálico, que coincida con la campana de la tubería. El concreto debe tener un espesor de 7.5 cm.

- Realizar una limpieza general de las zonas afectadas.

- En el caso de reemplazo de colectores, se sigue el siguiente proceso:

- Desviar las aguas pluviales

- Taponear el colector, en el buzón aguas arriba

- Romper el pavimento.

- Excavar la zanja.

- Retirar la tubería deteriorada.

- Refinar y nivelar el fondo de la zanja.

- Con equipo topográfico, colocar puntos de nivel, respetando las pendientes con las que fueron diseñadas.

- Con arena compactada, preparar la cama de apoyo.

- Instalar la tubería con elementos de unión.

- Destaponar el colector.

- Realizar una prueba hidráulica.

- Rellenar y compactar la zanja.

- Reponer el pavimento.
- Eliminar el desmonte.
- Realizar una limpieza general.

Construcción y reconstrucción de buzones

Se procede a realizar esta acción cuando se registran deterioros en algunas partes constitutivas de los buzones que puedan generar filtraciones. La acción podrá ser:

- Reconstrucción del solado.
- Reconstrucción de media caña.
- Reconstrucción de cuerpo de buzón.
- Reposición de techo de buzón.
- Para el mantenimiento correctivo de cuerpo de buzón, se realizan las siguientes acciones:
- Taponear las llegadas de tubería al buzón.
- Desviar las aguas y, si se requiere, bombearlas.
- Limpiar el fondo del buzón.

Dependiendo del estado del buzón se realizarán uno o varios de los siguientes trabajos: reconstrucción de Solado con mortero 1:2, reconstrucción de media caña con mortero 1:2 y/o reconstrucción de cuerpo de buzón. En el último trabajo se realizará demolición del buzón malogrado, el encofrado del buzón, la reconstrucción del buzón con concreto ($f'c=175\text{kg/cm}^2$), el desencofrado, el destaponado del receptor y finalmente la limpieza de la zona de trabajo.

Cambio y reposición de tapa de buzones

Estas acciones se realizan cuando tenemos los siguientes casos:

- Deterioro provocado por la antigüedad.
- Sustracción por terceros.
- El peso que debe soportar.

Cualquiera que sea el caso, se deberán cambiar los marcos para impedir que ocurran accidentes. Las acciones que se deberá seguir son las siguientes:

- Romper el pavimento, si es que existiera.
- Cambiar el marco y la tapa del buzón.
- Reponer el techo del buzón.
- Reponer el pavimento, si es que existiera.
- Eliminar el desmonte y limpieza final del área de trabajo.

Reparación de tuberías

Cuando una tubería se encuentra dañada, se procede a realizar este trabajo. Los pasos son los siguientes:

- Señalizar el área de trabajo y asegurar la seguridad en la vía.
- Romper el pavimento, en el caso de que existiera.
- Excavar la zanja y reservar el material excavado que esté en condiciones de ser usado como relleno.
- Extraer el tubo dañado y reponerlo.
- Rellenar y compactar la zanja.
- Reponer el pavimento cortado, en el caso de que existiera.
- Limpieza total de la zona de trabajo.
- Retirar los dispositivos de seguridad y señalización.

4.1.13 Análisis Económico del Costo-Efectividad

4.1.13.1 Formulación

4.1.13.1.1 Costos a precios de mercado

En conformidad con las actividades y tareas correspondientes al proyecto, se han calculado los costos de cada una de las actividades de la alternativa propuesta. Los costos se clasifican, por lo general, en dos categorías:

4.1.13.1.1.1 Costos en la Situación Sin Proyecto

Actualmente, en el área de estudio, no existe ninguna estructura para el drenaje pluvial del distrito, en consecuencia, los costos de operación y mantenimiento en la situación sin proyecto es cero (0).

Tabla 51: Costos de Operación y Mantenimiento – Situación sin Proyecto a Precios Privados

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SITUACIÓN SIN PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS						
ITEM	DESCRIPCION	UNI.	MET.	UNITARIO	MES	TOTAL
1.00	OPERACIÓN					0.00
1.01	REMUNERACIONES					0.00
1.01.01	Ingeniero Inspector Visitas de Campo	Mes	0	4,200.00	0.00	0.00
1.02	OTROS					0.00
1.02.01	Materiales de Oficina y otros	Mes	0	1,000.00	0.00	0.00
2.00	MANTENIMIENTO					0.00
2.01	Reparación Parcial de Veredas	Mes	0	980.00	0.00	0.00
2.02	Resane de Sardineles Sumergidos en Veredas	Mes	0	1,500.00	0.00	0.00
2.03	Resane de Pavimento Rígido	Mes	0	1,250.00	0.00	0.00
2.04	Limpieza de Colectores	Mes	0	800.00	0.00	0.00
2.05	Inspecciones de Colectores	Mes	0	2,000.00	0.00	0.00
2.06	Limpieza de las Cajas de Registro	Mes	0	800.00	0.00	0.00
2.07	Mantenimiento de Tuberías	Mes	0	2,000.00	0.00	0.00
2.08	Rehabilitación de Colectores por atoros	Mes	0	2,500.00	0.00	0.00
2.09	Cambio y Reposición de Buzones	Mes	0	3,294.24	0.00	0.00
2.10	Reparación de Tuberías	Mes	0	2,500.00	0.00	0.00
COSTO TOTAL S/.						0.00

Fuente: Propia

4.1.13.1.1.2 Costos en la Situación Con Proyecto

d) Costos de Inversión

En la siguiente tabla se presenta el resumen de inversión en la situación con proyecto a precios privados.

Tabla 52: Costo de Inversión – Precios de Privados

MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL
1	MATERIALES Y EQUIPOS	167,698,238.08
2	MANO DE OBRA CALIFICADA	9,733,708.58
3	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	15,523,334.07
	COSTO DIRECTO	192,955,280.73
	GASTOS GENERALES (10.6156 %)	19,295,528.07
	UTILIDAD (10.00 %)	19,295,528.07
	SUB TOTAL	231,546,336.88
	IGV (18%)	41,678,340.64
Costo de Obras Civiles a Precios Privados		273,224,677.51
Resumen de Costos de Inversión a Precios Privados		
ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL
1	Estudios Definitivos	596,066.21
2	Obras Civiles	273,224,677.51
3	Costos de Supervisión (3% - incluido IGV)	8,196,740.33
TOTAL INVERSION PRECIOS PRIVADOS		282,017,484.05

Fuente: Propia

e) Costos de Operación y Mantenimiento

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los costos de operación y mantenimiento en la situación con proyecto a precios privados.

Tabla 53: Costos de Operación y Mantenimiento – Situación con Proyecto a Precios Privados

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SITUACIÓN CON PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS						
ITEM	DESCRIPCION	UNI.	MET.	UNITARIO	MES	TOTAL
1.00	OPERACIÓN					5,200.00
1.01	REMUNERACIONES					4,200.00

1.01.01	Ingeniero Inspector Visitas de Campo	Mes	1	4,200.00	1	4,200.00
1.02	OTROS					1,000.00
1.02.01	Materiales de Oficina y otros	Mes	1	1,000.00	1	1,000.00
2.00	MANTENIMIENTO					17,624.24
2.01	Reparación Parcial de Veredas	Mes	1	980.00	1	980.00
2.02	Resane de Sardineles Sumergidos en Veredas	Mes	1	1,500.00	1	1,500.00
2.03	Resane de Pavimento Rígido	Mes	1	1,250.00	1	1,250.00
2.04	Limpieza de Colectores	Mes	1	800.00	1	800.00
2.05	Inspecciones de Colectores	Mes	1	2,000.00	1	2,000.00
2.06	Limpieza de las Cajas de Registro	Mes	1	800.00	1	800.00
2.07	Mantenimiento de Tuberías	Mes	1	2,000.00	1	2,000.00
2.08	Rehabilitación de Colectores por atoros	Mes	1	2,500.00	1	2,500.00
2.09	Cambio y Reposición de Buzones	Mes	1	3,294.24	1	3,294.24
2.10	Reparación de Tuberías	Mes	1	2,500.00	1	2,500.00
COSTO TOTAL S/.						22,824.24

Fuente: Propia

f) Costos Incrementales

Los costos Incrementales son la diferencia de los costos con proyecto y los costos sin proyecto, a partir del cual se realizará la evaluación económica del proyecto, tanto a precios privados y a precios sociales.

RUBRO	VAC PS	PERÍODO EN AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ETAPA PREOPERATIVA											
A) COSTOS DE INVERSIÓN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Mano de Obra											
2. Materiales y Equipos											
3. Gastos Generales 10%											
4. Utilidad 10%											
5. I.G.V. 18%											
6. Estudios Definitivos (2% C.T incluido.IGV)											
7. Costos de Supervisión (3%includ.IGV)											
ETAPA OPERATIVA											
B) COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		22824.24	22824.24	22824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24
C) COSTOS CON PROYECTO (A+B)		22824.24	22824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24
D) COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO S/PROYECTO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E) TOTAL COSTOS INCREMENTALES (C-D)		22824.24	22824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24	22,824.24
F) FA:	0.08	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21
VAC T (Ex F)	282,241,575.80	9788.925313	9,063.82	8,392.43	7,770.76	7,195.15	6,662.18	6,168.68	5,711.74	5,288.65	4,896.90

Fuente: Propia

4.1.13.2 Evaluación Social

4.1.13.2.1 Costos Sociales

Los costos de inversión a precios sociales han sido transformados por los factores de corrección según la distribución de bienes transables, no transables y mano de obra.

4.1.13.2.1.1 Costos de inversión a precios sociales

Tabla 55: Costos de Inversión a Precios Sociales

RESUMEN DE INVERSIÓN - ALTERNATIVA N° 01			
CONCEPTO	PRECIOS PRIVADOS	FACTOR DE CONVERSIÓN	PRECIOS SOCIALES
Insumo de Origen Nacional	167,492,129.24	0.847	141,865,833.47
Insumo de Origen Importado	206,108.84	0.847	174,574.19
Mano de Obra Calificada	9,733,708.58	0.909	8,847,941.10
Mano de Obras No Calificada	15,523,334.07	0.68	10,555,867.17
INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA	192,955,280.73		161,444,215.92
GASTOS GENERALES (10%)	19,295,528.07	0.847	16,343,312.28
UTILIDADES (10%)	19,295,528.07	0.847	16,343,312.28
SUBTOTAL	231,546,336.88		
IGV (18%)	41,678,340.64		
EXPEDIENTE TÉCNICO	596,066.21	0.909	541,824.18
SUPERVISIÓN TÉCNICA (3.00 % PRES. TOTAL)	8,196,740.33	0.909	7,450,836.96
TOTAL	282,017,484.05		202,123,501.61

Fuente: Propia

4.1.13.2.1.2 Costos de operación y mantenimiento a precios sociales

Tabla 56: Costos de Operación y Mantenimiento sin Proyecto a Precios Sociales

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
SITUACION SIN PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO	TOTAL
1.00	OPERACIÓN				0.00
2.00	MANTENIMIENTO				0.00
	COSTO TOTAL S/.				0.00
Costo de Oper. y Manten. Rutinario Sin Proyecto a Precios Sociales					

Costo de Operación	F. Corrección 0.75	
Costo de Mantenimiento	F. Corrección 0.75	
		0.00

Fuente: Propia

Tabla 57: Costos de Operación y Mantenimiento con Proyecto a Precios Sociales

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
SITUACION SIN PROYECTO A PRECIOS PRIVADOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO	TOTAL
1.00	OPERACIÓN				5,200.00
2.00	MANTENIMIENTO				17,624.24
	COSTO TOTAL S/.				22,824.24
Costo de Oper. y Manten. Rutinario Sin Proyecto a Precios Sociales					
Costo de Operación		F. Corrección 0.75			3,900.00
Costo de Mantenimiento		F. Corrección 0.75			13,218.18
					17,118.18

Fuente: Propia

4.1.13.2.1.3 Flujo de costos a precios sociales

RUBRO	VAC PS	PERIÓDO EN AÑOS										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ETAPA PREOPERATIVA												
A) COSTOS DE INVERSIÓN		234,878,106.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Mano de Obra		19,403,808.27										
2. Materiales y Equipos		142,040,407.65										
3. Gastos Generales 8%		16,343,312.28										
4. Utilidad 7%		16,343,312.28										
5. I.G.V. 18%		34,943,551.29										
6. Estudios Definitivos (2% C.T incluido.IGV)		541,824.18										
7. Costos de Supervisión (3%includ.IGV)		5,261,890.51										
ETAPA OPERATIVA												
B) COSTOS DE OPE.Y MANTENIM.		0	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
C) COSTOS CON PROYECTO (A+B)		234,878,106.45	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
D) COSTOS DE OPE. Y MANTENIMIENTO S/PROYECTO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E) TOTAL COSTOS INCREMENTALES (C-D)		234,878,106.45	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
F) FA:	0.08	1	0.925925926	0.85733882	0.793832241	0.735029853	0.680583197	0.630169627	0.583490395	0.540268885	0.500248967	0.463193488
VAC T (Ex F)	237,235,121.71	234,878,106.45	15,850.17	14,676.08	13,588.96	12,582.37	11,650.35	10,787.36	9,988.29	9,248.42	8,563.35	7,929.03

RUBRO	VAC PS	PERÍODO EN AÑOS									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ETAPA PREOPERATIVA											
A) COSTOS DE INVERSIÓN		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1. Mano de Obra											
2. Materiales y Equipos											
3. Gastos Generales 8%											
4. Utilidad 7%											
5. I.G.V. 18%											
6. Estudios Definitivos (2% C.T incluido.IGV)											
7. Costos de Supervisión (3%includ.IGV)											
ETAPA OPERATIVA											
B) COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		17118.18	17118.18	17118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
C) COSTOS CON PROYECTO (A+B)		17118.18	17118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
D) COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO S/PROYECTO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E) TOTAL COSTOS INCREMENTALES (C-D)		17118.18	17118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18	17,118.18
F) FA:	0.08	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21
VAC T (Ex F)	237,235,121.71	7341.693985	6,797.86	6,294.32	5,828.07	5,396.36	4,996.63	4,626.51	4,283.81	3,966.49	3,672.67

Fuente: Propia

4.1.13.3 Indicadores de rentabilidad social del proyecto

Se hizo uso de la metodología Costo – Efectividad para la evaluación social del proyecto. Se eligió tal metodología debido a que los beneficios no son cuantificables. Es decir, que es difícil expresar los beneficios del proyecto en términos monetarios.

No obstante, este proyecto otorga múltiples beneficios que pueden describirse cualitativamente y con seguridad contribuyen significativamente al desarrollo y crecimiento de la población beneficiaria. Por ende, dichos beneficios nos otorgan elementos de juicio para determinar la importancia y alcance del proyecto de sistema de drenaje pluvial y pavimentación en el distrito de Lambayeque.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 58: Evaluación Social

INDICADORES DE EVALUACIÓN	CON PROYECTO
VACT	237,235,121.71
BENEFICIARIOS (PA)	59,614.00
CE	3,979.52

Fuente: Elaboración Propia

4.2 DISCUSIÓN

Nuestra tesis “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación del sector “A” de la zona urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque” tiene como discusión lo siguiente:

Con respecto al estudio topográfico, los datos se obtuvieron gracias a la estación total ES-105 Topcon GZ-0498, con una precisión de 2 mm + 2ppm, el cual nos permitieron conocer la topografía del distrito de Lambayeque sin ningún inconveniente, ya que la superficie es llana. Para esto, se consideraron 4 BMs para el desarrollo en campo de la topografía indicados en el plano topográfico. Se recomienda utilizar este tipo de estación total para lugares urbanos ya que tiene un radio de trabajo hasta de 300 m.

Con las pendientes obtenidas de la topografía se realizó el diagrama de flujos mediante el software Global Mapper, el cual tuvo como inicio de ubicar los puntos más altos y los más bajos para que de esta manera, conocer la dirección de los flujos hacia los puntos de descarga. La ventaja de utilizar softwares como el Global Mapper es de ahorro de tiempo, porque nos

muestra automáticamente, gracias a una correcta topografía, los flujos y microcuencas que existen en la superficie del distrito.

Los resultados del estudio hidrológico, nos dio a conocer la Intensidad Máxima de lluvia en mm/hr, la misma que fue empleada para el cálculo del caudal de escurrimiento de cada tramo de la red de flujos. Con respecto al cálculo del tiempo de concentración, se utilizó el método de California Culverts Practice porque resulta más desfavorable que el método de Kirpich.

Apoyados en los conocimientos de análisis de suelos se pudo obtener el C.B.R. del terreno de fundación, el cual se usó con un buen criterio permitiendo desarrollar un espesor adecuado. Se realizó el ensayo del C.B.R. porque necesitábamos evaluar la capacidad de resistencia del terreno de sub rasante, sub base y base del pavimento, con el fin de obtener los espesores de su estructura.

El espesor diseñado siguiendo el criterio definido se está asumiendo en todo el distrito en estudio, ya que se está trabajando con el C.B.R. de menor % (7%), por ser este el valor crítico.

El tipo de Sistema de drenaje pluvial diseñado fue mediante tuberías subterráneas, porque aquel sistema evacúa la precipitación de manera óptima, ya que drena por debajo de la ciudad sin ningún riesgo a los ciudadanos. Estas tuberías han sido diseñadas para transportar agua pluvial y un porcentaje de partículas sedimentadas por los sumideros, pues éstos en su interior tiene desarenadores que facilitará la sedimentación de gran parte de estas partículas. Así mismo, hemos considerado utilizar una rejilla, el cual retendrá partículas sólidas mayor a 2.50 cm, lo que evitará posibles atoros en el sistema. La desventaja de este tipo de sistema, es el costo de excavación para la colocación de las tuberías y el riesgo de interferencias con las tuberías de alcantarillado y agua potable.

Con lo que respecta al proceso constructivo, durante las excavaciones de zanjas para tuberías y cámaras de inspección, hemos considerado ejecutar dichas excavaciones con tablestacado para evitar posibles derrumbes, debido a la profundidad que tienen. Así mismo, hemos considerado un sistema de bombeo llamado Well Point, para cuyas excavaciones donde existe presencia del nivel freático (2.80 – 3.00 m de profundidad).

Sin embargo, para poder cumplir las tareas de excavación, será importante revisar la ubicación de las tuberías de alcantarillado y agua potable, con el fin de no ocasionar algún corte a éstas, provocando derrame de aguas servidas y agua, respectivamente.

Luego de tener conocimiento de la ubicación de las tuberías de alcantarillado, se realizará la excavación con maquinaria pesada en los tramos libres donde no haya cruces con tuberías de alcantarillado y excavando de manera manual en los cruces con tubería alcantarillado.

Por otro lado, estas excavaciones se pueden realizar mediante tuneladoras TBM, ahorrando el costo de excavación, pero aumentando el presupuesto ya que este tipo de maquinaria solamente se encuentra en el extranjero y se necesitaría, además del alquiler de esta maquinaria, el transporte hacia nuestro país. A su vez, no sólo se necesitará una sola tuneladora TBM, sino varias, ya que tenemos diferentes diámetros de excavación de tuberías en nuestro sistema.

Acerca del destino final de las aguas pluviales, se ha considerado construir una laguna de retención puesto que el caudal es considerable; además, la tubería llega a una cota mucho más baja que la del Dren 2210 y no se puede verter el agua directamente. Esta laguna tiene la capacidad de almacenar 14,477.88 m³ de agua, el cual, será drenado mediante un aliviadero hacia el Dren 2210.

En cuanto al diseño de drenaje pluvial en las 2 instituciones públicas, las secciones de las cubiertas son de tipo canal rectangular. Se escogió este tipo de sección porque consideramos que trabaja bien hidráulicamente durante la lluvia, pero el inconveniente de esta sección es la dificultad de la limpieza del mismo.

Para el modelamiento hidráulico de todo el proyecto, se realizó a través del programa Hec-Ras, donde se determinó las zonas críticas y las más vulnerables a ser inundadas. Además, pudimos comparar los resultados con el estudio de inundabilidad que habíamos realizado manualmente, comprobando así, que los dos resultados coincidían.

Los metrados se efectuaron teniendo en cuenta las partidas necesarias para la ejecución del Proyecto. Se hizo un exhaustivo análisis de las dimensiones de todos los elementos que componen el proyecto. Esto nos sirvió para determinar el presupuesto de nuestra obra.

El presupuesto se hizo considerando los metrados calculados anteriormente. Además, se tomó en cuenta los precios de los insumos en la zona y puestos en obra. Para los que son necesarios traer de otra ciudad, se han tomado las medidas respectivas para su análisis de costo. Se recomienda buscar varios proveedores para la elección de los precios de los insumos, con la finalidad de economizar el presupuesto del proyecto.

Se pudo determinar que el impacto negativo más considerable se debe a las excavaciones de Zanjas para Tuberías, alterando así el recurso suelo. Por otro lado, el impacto positivo de esta obra, radica en la generación de empleo.

Tenemos conocimiento que un correcto mantenimiento de un proyecto garantiza y extiende la vida útil de éste, en consecuencia, se realizó un manual de operación y mantenimiento para determinar la frecuencia con la que se inspeccionará el sistema de drenaje pluvial. Así mismo, se ha visto conveniente realizar una revisión una vez al año, para limpiar las cajas de registro y desatorar en el caso que sea necesario. También se han establecido las cuadrillas que se necesitarán para realizar tal trabajo. Por otro lado, se han determinado procedimientos para los diferentes problemas que se puedan presentar.

Se hizo uso de la metodología Costo – Efectividad para la evaluación social del proyecto. Se eligió tal metodología debido a que los beneficios no son cuantificables. Es decir, que es difícil expresar los beneficios del proyecto en términos monetarios.

V. Conclusiones

El control topográfico de campo fue llevado a cabo utilizando: Una Estación Total TopCon Modelo GTS 246 NW, con certificado de calibración vigente, un GPS navegador Garmin GPS Modelo 60 CSX, 03 equipos de radio comunicación Kenwood, el Software Geodimeter Software Tools 2.0, para transmitir toda la información tomada en el campo a un Colector de Datos, el software AutoCad Civil 3D 2018, para el procesamiento de los datos tomados en campo, el Software AutoCAD, para la presentación en planos topográficos a escalas convenientes.

Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas de proyección UTM con datum horizontal y vertical (Elevación Geoidal): WGS-84.

Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:1,000 con equidistancia de curvas de nivel a 0.50 m.

La distribución que más se ajusta a los datos obtenidos de la estación meteorológica del distrito de Lambayeque es la distribución de Gumbel, la misma que sirvió para hacer el diseño de la tormenta con un tiempo de concentración para las 13 cuencas.

Las muestras conseguidas de los sondeos de campo fueron ensayadas en el Laboratorio A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R., dio a conocer la geología del área investigada para la sustentación de la tesis.

La exploración se ha efectuado con apertura de catorce (14) calicatas a cielo abierto hasta la profundidad de 1.50 m donde se proyecta el pavimento y tres (03) calicatas a lo largo del Dren 2210 a 5.00 m de profundidad, donde descargarán las aguas y dos (02) calicatas en el terreno donde se proyecta la laguna de retención a 2.00 m de profundidad.

Los suelos que conforman el terreno natural se encuentran identificados en el sistema SUCS como suelos CL arcillas inorgánicas de consistencia semi dura de mediana plasticidad, SM – SC arenas limosas y arcillosas de consistencia semi suelta de mediana a baja plasticidad y ML – CL arcillas limosas de consistencia semi dura de baja plasticidad; de color beige, beige oscuro, marrón.

Durante las excavaciones se encontró nivel freático a una profundidad de 3.00 y 2.80 m.

Se realizaron los ensayos de C.B.R. en seis calicatas al 95% del Próctor Modificado AASHTO T – 180 D. Se consideró el menor valor (7.00%) con el cual se ha diseñado la estructura del pavimento por el método AASHTO.

El estudio de tráfico determinó un IMDAa sin proyecto de 6351 vehículos y un con proyecto (20 años) de 9298 vehículos. El ESAL de diseño es: 342934 EE

La estructura el pavimento es la siguiente: Capa asfáltica de 3”, Base de 6” con un C.B.R de 80% y Sub-base de 6” con un C.B.R de 40%. Además, el área a pavimentar es de 255,460.46 m².

El estudio de inundabilidad realizado manualmente y a través del programa Hec-Ras, nos sirvió para determinar las zonas críticas del proyecto, donde habrá mayor posibilidad de inundación.

El diseño hidráulico del sistema de drenaje urbano se calculó a través del programa SewerGems. Este determinó los diámetros de las tuberías, la profundidad a donde deben colocarse y los caudales que cada una transporta. Teniendo así una tubería máxima de diámetro 2.40 m que transporta una caudal de 2.97 m³/seg.

La estructura que garantizará el no ingreso de partículas sólidas al sistema de drenaje pluvial será el tipo de sumidero a utilizar, pues posee en el fondo un contrapendiente hacia la evacuación a la tubería principal, permitiendo sedimentar las partículas sólidas correctamente. Además, se ha diseñado un tipo de rejilla que evitará el pasó de partículas sólidas mayores e iguales a 2.50 cm hacia el interior del sumidero.

El material de las tuberías a emplear será de PVC (policloruro de vinilo) para tuberías menores a 1.00 m de diámetro; y de PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) para tuberías de mayor diámetro.

Con respecto a las excavaciones, se optó por elegir la manera tradicional (Excavadora y forma manual), ya que el presupuesto se elevaría considerablemente si se realizara mediante tuneladoras TBM, debido al no contar en nuestro país el alquiler de dicha maquinaria. Así mismo se necesitaría varias tuneladoras puesto que no tenemos un solo diámetro de tuberías a excavar.

Para la disposición final de las aguas, se ha diseñado una laguna de retención. Esto se hizo debido a que la tubería final del sistema de drenaje pluvial llegaba a una cota muy baja, descartando la alternativa de llevarlo al Dren 2210.

La laguna de retención tiene la capacidad para almacenar 14,447.88 m³ de agua pluvial. Cuando esta llegue a su máxima capacidad, el agua restante será transportada, a través de un aliviadero, al Dren 22.10.

El presupuesto final de la obra es de S/. 157,850,844.53, siendo el costo directo S/. 111,343,900.63; los gastos generales S/. 11,293,611.45; la utilidad 11,134,390.06 y el impuesto (IGV) 24,078,942.39.

El objetivo del Estudio de Impacto Ambiental es proporcionar una base de información sobre los factores ambientales existentes que podrían resultar afectados por los impactos del proyecto, con el fin de sugerir adoptar medidas necesarias para aplacar los impactos ambientales perjudiciales que se presenten.

Las actividades más relevantes del proyecto, desde el punto de vista de los impactos perjudiciales son: El movimiento de tierras, la construcción del pavimento y la construcción de los drenes de la vía.

Los factores ambientales más perjudicados son la calidad del paisaje y el suelo. Para el factor suelo, durante la ejecución de los componentes del proyecto se producirán niveles altos de movimiento de tierras y compactación de suelos.

La realización del proyecto también aportará una sucesión de impactos ambientales positivos, especialmente en el factor social, donde se subrayan la mayor cobertura de servicios fundamentales (impacto directo), que se convertirá en un uso más eficiente del recurso hídrico, y en una menor ocurrencia de enfermedades (impacto indirecto), por lo tanto, una mejor calidad de vida de los usuarios.

Los beneficiarios directos del proyecto son 59 614 pobladores cuyo horizonte de evaluación es de 20 años.

Los costos a precio de mercado sin proyecto son de S/. 0.00. Mientras que los costos a precio de mercado con proyecto son de S/. 282,017,484.05 para la Inversión y de S/. 22,824.24 para la Operación y Mantenimiento anual.

Los costos a precios sociales con proyecto son de S/. 199,934,555.16 para la Inversión y de S/. 17,118.18 para la Operación y Mantenimiento anual

Se hizo uso de la metodología Costo – Efectividad para la evaluación social del proyecto. Se eligió tal metodología debido a que los beneficios no son cuantificables. Sin embargo, consta de múltiples beneficios que pueden describirse cualitativamente.

Se obtuvo un costo-efectividad de S/. 3,942.80 por cada beneficiario, en cuanto a los costos fen/per-cápita es de S/. 1,270.59. Por lo tanto, para que el costo de ejecución de este proyecto sea viable se requeriría la ocurrencia de 4 eventos FEN. Se recomienda buscar una alternativa de solución más económica.

VI. Recomendaciones

Todos los procedimientos de construcción deberán cumplir a cabalidad, con las exigencias establecidas en la Norma de Pavimentos Urbanos CE.010. Se recomienda establecer dentro de su Sistema de Gestión de Calidad, procedimientos de liberación de Ítems de pavimento, a partir del cumplimiento de las especificaciones.

Se deberá diseñar las dimensiones de las tuberías de buzones de drenaje teniendo en cuenta la profundidad, pendientes y diámetros mínimos.

Una vez al año, se realizará el mantenimiento al sistema de drenaje pluvial. Se considerarán tres cuadrillas de tres personas, estas deben estar debidamente capacitadas y contarán con los equipos de seguridad personal normados.

Se tiene que realizar un mantenimiento periódico a la laguna de retención, eliminando los restos y residuos, manteniendo el en buen estado la vegetación, limpiando las entradas y salidas de agua y controlando el nivel de sedimentos.

Se recomienda realizar un sistema de drenaje pluvial de manera superficial, ya que es más viable por la menor excavación que se tendrá, en consecuencia, no se considerará realizar algunas partidas provocadas por dichas excavaciones.

VII. Lista de referencias

- [1] N° 044-2017-INDECI, «El Decreto Supremo N° 011-2017-PCM declara el Estado de Emergencia en los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, por desastre a consecuencia de intensas lluvias,» *El Peruano*, 3 febrero 2017.
- [2] Soluciones Hidropluviales, «Soluciones Hidropluviales,» 2017. [En línea]. Available: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo>.
- [3] INDECI, «Boletín informativo del Perú: Inundaciones,» 2017.
- [4] Ley N° 28611, *Ley General del Ambiente*.
- [5] Ley N° 29338, *Ley de Recursos Hídricos*.
- [6] MTC/14, *Manual de Carreteras "Hidrología, Hidráulica y Drenaje"*, RD N°034, 2008.
- [7] Reglamento Nacional de Edificaciones, *Pavimentos Urbanos*, Perú: Norma CE.010, 2017.
- [8] Reglamento Nacional de Edificaciones, *Drenaje Pluvial Urbano*, Perú: Norma OS-060, 2017.
- [9] Senamhi, «Fenómeno del niño en el Perú,» Lima-Perú, 2da edición, 2015.
- [10] Publímetro, «¿Por qué hay tantas lluvias? Se inundan las principales ciudades del mundo,» *Publímetro, sección Medio Ambiente*, 11 Julio 2017.
- [11] MVCS, *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*, 2006.
- [12] «EUROPA PRESS,» 9 Junio 2017. [En línea]. Available: <http://www.europapress.es/ciencia/habitat-y-clima/noticia-futuro-puede-ser-mas-lluvioso-esperado-regiones-tropicales-20170609172626.html>.
- [13] S. M. Miranda Naranjo y J. F. Pachar, *Diseño del drenaje superficial de calles, en el proyecto vial sector 3, de la parroquia pascuales, ubicado entre el km 18 y km 22 de la vía perimetral (Av. 56 N-O), utilizando el software SWMM de la Environmental Protection Agency*, Ecuador, 2013.
- [14] C. Martínez Cuellar, *Sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS: Infraestructura hidráulica urbana para el control y aprovechamiento del agua de lluvia*, México: Tesis de Grado, 2013.
- [15] Comisión Nacional del Agua, *Manual de Agua potable, Alcantarillado y Saneamiento*, México, 2009.
- [16] L. M. León Romero, «Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en

zonas residenciales,» Tesis Profesional Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2016.

- [17] J. Muños Rodriguez, *Sistemas de Drenaje Sostenible como alternativa de regulación y control de inundaciones en Nechí un municipio de la Monjana*, Univesidad Católica de Colombia: Tesis de grado, 2015.
- [18] J. Molina Rivadeneira, *Diseño del Sistema de alcantarillado pluvial del barrio La Campiña del Inca Canton Quito, provincia de Pichincha*, Ecuador: Tesis Profesional Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.
- [19] J. C. Quispe Ccente y E. Rojas Poma, *Diseño del sistema de drenaje pluvial de la comunidad 3 de mayo Pucarumi del distrito de Ascención*, Huancavelica, 2015.
- [20] S. I. Martínez Martínez, «Diseño Hidrológico e Hidráulico del Drenaje Pluvial de Cubiertas de Edificaciones,» *Investigación y Ciencia*, n° 26, pp. 25-35, 2002.

VIII. Anexos

8.1 ANEXO N° 01: DOCUMENTOS

DOCUMENTO N° 8.1.1: SOLICITUD DEL PERMISO PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS NECESARIOS (ESTUDIO DE SUELOS, HIDROLOGICOS, TOPOGRAFICOS, ENTRE OTROS) PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

"AÑO DE BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



Lambayeque, 31 de Octubre del 2017

Sra. Ing. S. Janis Hidalgo Rodrigo
 Jefe de Área de Formulación de Asistencia Técnica de Proyectos de la Municipalidad Provincial de Lambayeque.

Asunto: Solicitamos permiso para realizar los estudios requeridos (estudio de suelos, estudio hidrológico, topografía, entre otros) de nuestro proyecto.

De nuestra especial consideración.


Nosotros:

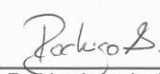
Jorge Junior Pacherras Sánchez, identificada con el N° DNI 73200661; **Rodrigo Leandro Barroso Alfaro**, identificado con el N° DNI 71423631, del Ciclo Académico: VIII, estudiante de la Carrera profesional de **Ingeniería Civil Ambiental**, en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con domicilio en: Calle San José N°1225, Teléfono: 930903335.

Nos presentamos ante usted para expresarle los motivos de nuestra solicitud:

Con motivo de encontrarnos cursando la asignatura de **Proyecto de Tesis** en el ciclo académico 2017 – I, y presentando como propuesta de proyecto para Tesis: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR A DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017.", solicitamos que se nos brinde el acceso necesario al terreno donde se tiene planeado la ejecución del proyecto para poder realizar los estudios tanto de mecánica de suelos y estudios topográficos, para recolectar los datos necesarios para desarrollar el proyecto.

Por lo expuesto, pido a Ud. Acceder a nuestra petición.


 Jorge Junior Pacherras Sánchez
 Estudiante de Ing. Civil Ambiental


 Rodrigo Leandro Barroso Alfaro
 Estudiante de Ing. Civil Ambiental

**DOCUMENTO N° 8.1.2: SOLICITUD DE CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA DEL
PROYECTO A LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE**

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Lambayeque, 31 de Octubre del 2017

Sra. Ing. S. Janis Hidalgo Rodrigo

Jefe de Área de Formulación de Asistencia Técnica de Proyectos de la Municipalidad
Provincial de Lambayeque.

Asunto: Solicitamos documento de Inexistencia del Proyecto.

De nuestra especial consideración.


Nosotros:

Jorge Junior Pacherras Sánchez, identificada con el N° DNI **73200661**; **Rodrigo Leandro Barroso Alfaro**, identificado con el N° DNI **71423631**, del Ciclo Académico: **VIII**, estudiante de la Carrera profesional de **Ingeniería Civil Ambiental**, en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con domicilio en: Calle San José N°1225, Teléfono: 930903335.

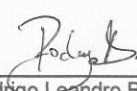
Nos presentamos ante usted para expresarle los motivos de nuestra solicitud:

Con motivo de encontrarnos cursando la asignatura de **Proyecto de Tesis** en el ciclo académico 2017 – I, y presentando como propuesta de proyecto para Tesis: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR A DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017.", Solicitamos que se nos brinde la documentación necesaria que acredite la inexistencia del proyecto en la cual la municipalidad señale que aún no cuenta con el desarrollo del expediente técnico de dicho proyecto.

Por lo expuesto, pido a Ud. Acceder a nuestra petición.



Jorge Junior Pacherras Sánchez
Estudiante de Ing. Civil Ambiental



Rodrigo Leandro Barroso Alfaro
Estudiante de Ing. Civil Ambiental



**DOCUMENTO N° 8.1.3: SOLICITUD DE DOCUMENTO DE LA NECESIDAD DEL
PROYECTO DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE**

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Lambayeque, 31 de Octubre del 2017

Sra. Ing. S. Janis Hidalgo Rodrigo

Jefe de Área de Formulación de Asistencia Técnica de Proyectos de la Municipalidad Provincial de Lambayeque.

Asunto: Solicitamos documento de la necesidad del Proyecto.

De nuestra especial consideración.

Nosotros:

Jorge Junior Pacherras Sánchez, identificada con el N° DNI **73200661**; **Rodrigo Leandro Barroso Alfaro**, identificado con el N° DNI **71423631**, del Ciclo Académico: **VIII**, estudiante de la Carrera profesional de **Ingeniería Civil Ambiental**, en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con domicilio en: Calle San José N°1225, Teléfono: 930903335.



Nos presentamos ante usted para expresarle los motivos de nuestra solicitud:

Con motivo de encontrarnos cursando la asignatura de **Proyecto de Tesis** en el ciclo académico 2017 – I, y presentando como propuesta de proyecto para Tesis: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR A DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017.", Solicitamos que se nos brinde la documentación necesaria que acredite la necesidad del proyecto.

Por lo expuesto, pido a Ud. Acceder a nuestra petición.

Jorge Junior Pacherras Sánchez
Estudiante de Ing. Civil Ambiental

Rodrigo Leandro Barroso Alfaro
Estudiante de Ing. Civil Ambiental

DOCUMENTO N° 8.1.4: OTORGAMIENTO DE PERMISOS Y CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA DEL PROYECTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE

Av. Bolívar N° 400 - Teléfono: (074) 282092 - Telefax: (074) 282092 - Lambayeque
www.munilambayeque.gob.pe

LAMBAYEQUE
Gobierno Abierto
puertas abiertas para todos

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

OFICIO N 021 - MPL -2017- GIU/SGO/JF.

ING. ANIBAL DIAZ ORREGO.
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL DE LA USAT
PRESENTE.-

ASUNTO: OTORGAMIENTO DE PERMISOS Y APOYO CON INFORMACION REQUERIDA

De mi consideración:

Por el presente me dirijo a Ud. para expresarle mis sinceros saludos y a la vez darle de conocimiento que el Área de formulación de Proyectos de la Municipalidad Provincial de Lambayeque es quien formula los estudios de Pre inversión, esta a su vez le otorga a los estudiantes: Pacherras Sánchez Jorge Junior y Barroso Alfaro Rodrigo Leandro, de la escuela de ing. Civil, ambiental de la USAT, **LOS PERMISOS Y APOYO CON INFORMACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS NECESARIOS**, para el desarrollo del Proyecto de Tesis que vienen elaborando: "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del sector A de la zona urbana del Distrito, Provincia y Departamento de Lambayeque, 2017", así mismo se le hace de conocimiento que la Ciudad de Lambayeque no cuenta a la Fecha con ningún Proyecto de drenaje pluvial registrado en el Banco de Proyectos.

Atentamente.



Lambayeque 02 de Noviembre del 2017

CC.
Archivo

Lambayeque Ciudad Evocadora, Benemérita y Generosa Capital del Turismo

DOCUMENTO N° 8.1.5: OTORGAMIENTO DEL DOCUMENTO DE NECESIDAD DEL PROYECTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE

Av. Bolívar N° 400 - Teléfono: (074) 282092 - Telefax: (074) 282092 - Lambayeque
www.munilambayeque.gob.pe



“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

OFICIO N 024 - MPL -2017- GIU/SGO/JF.

ING. ANIBAL DIAZ ORREGO.
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL DE LA USAT
PRESENTE.-

ASUNTO: JUSTIFICACION DE LA NECESIDAD DEL DESARROLLO DE UN DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL PARAR LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE

De mi consideración:

Por el presente me dirijo a Ud. para expresarle mis sinceros saludos y a la vez darle de conocimiento que la Ciudad de Lambayeque, no cuenta con un diseño de drenaje pluvial, por lo que en épocas en que se produce el fenómeno del niño, la ciudad queda devastada a causa de las inundaciones por empozamiento de aguas de lluvia y colapso de desagües, por ello se brinda el presente documento con fines académicos afirmando la necesidad que se tiene por contar con un proyecto para dar solución al problema.

Atentamente.



Lambayeque 02 de Noviembre del 2017

CC.
Archivo

Lambayeque Ciudad Evocadora, Benemérita y Generosa Capital del Turismo

DOCUMENTO N° 8.1.6: DECLARACIÓN JURADA




“AÑO DE BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

DECLARACION JURADA

Nosotros, JORGE JUNIOR PACHERRES SANCHEZ, identificado con DNI N° 73200661, código universitario: 101AC19502, con domicilio en la Calle San José N° 1225 del distrito de Chiclayo; RODRIGO LEANDRO BARROSO ALFARO identificado con DNI N° 71423631, código universitario: 112AD30892, con domicilio en la Calle Los tulipanes Urb. Miraflores N° 136 del distrito de Lambayeque, alumnos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaramos bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR A DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017” no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, sometiéndose a las sanciones que tiene la Universidad, por lo que se firma el presente documento en señal de veracidad.

Chiclayo, 02 de Noviembre de 2017


 Jorge Junior Pacherras Sánchez
 DNI N° 73200661


 Rodrigo Leandro Barroso Alfaro
 DNI N° 71423631

CERTIFICACIÓN AL REVERSO

SE LEGALIZAN LAS FIRMAS
NO EL CONTENIDO

DOCUMENTO NO REACTADO
EN LA NOTARIA

NOTARÍA CÁRDENAS
JAI ME CÁRDENAS FONSECA
 NOTARIO - ABOGADO
 Reg. Colegio de Notarios de Lambayeque N°21
 Av. Sáenz Peña N° 2311 - Urb. Latina
 José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú
 Telef. : (074) 257319 - Telefax: (074) 257320

CERTIFICO: QUE LAS 02 FIRMAS QUE APARECEN AL ANTESO
 CORRESPONDEN A: Pedro Leonardo Barro
Alfaro, Jorge Lenin Pacheco Sanchez

QUIENES SUSCRIBIERON EL PRESENTE DOCUMENTO EN MI
 PRESENCIA IDENTIFICÁNDOSE CON: DNI. 71423631,
DNI. 73200661
 EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD POR EL CONTENIDO DEL DOCUMENTO
 CHICLAYO, 02 DE Noviembre DEL 2017


JAI ME CÁRDENAS FONSECA
 NOTARIO - ABOGADO

SOLO SE FIRMARÁ EN ESTE LUGAR

EN ESTE LUGAR SE DEBE FIRMAR EL DOCUMENTO

[Faint handwritten signatures]

CERTIFICACION AL REVERSO

DOCUMENTO N° 8.1.7: CARTA DE COMPROMISO







“AÑO DE BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

CARTA DE COMPROMISO

Nosotros, JORGE JUNIOR PACHERRES SANCHEZ, identificado con DNI N° 73200661, código universitario: 101AC19502, con domicilio en la Calle San José N° 1225 del distrito de Chiclayo; RODRIGO LEANDRO BARROSO ALFARO identificado con DNI N° 71423631, código universitario: 112AD30892, con domicilio en la Calle Los tulipanes Urb. Miraflores N° 136 del distrito de Lambayeque, alumnos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaramos bajo juramento compartir información de nuestra tesis denominada “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR A DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”, para los estudiantes JOSÉ MARTÍN CHAPOÑAN GARNIQUE, identificado con DNI N° 44976878, código universitario: 132GT46535; YENIFER KARINA BECERRA GUEVARA identificado con DNI N° 77171379, código universitario: 131CV42109, alumnos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, para el desarrollo de su proyecto de tesis denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL SECTOR B DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017”. Además, asumimos la responsabilidad de aceptar el resultado, ya sea favorable o desfavorable al intercambiar información entre los grupos antes mencionados durante el proceso del desarrollo de nuestro proyecto, por lo que se firma el presente documento en señal de veracidad.

Chiclayo, 02 de Noviembre de 2017



 Jorge Junior Pacherras Sánchez
 DNI N° 73200661



 Rodrigo Leandro Barroso Alfaro
 DNI N° 71423631

CERTIFICACIÓN AL REVERSO

SE LEGALIZAN LAS FIRMAS
NO EL CONTENIDO

DOCUMENTO NO REDACTADO
EN LA NOTARÍA

NOTARÍA CÁRDENAS
JAI ME CÁRDENAS FORSECA
 NOTARIO - ABOGADO
 Reg. Colegio de Notarios de Lambayeque N°21
 Av. Sáenz Peña N° 2311 - Urb. Latina
 José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú
 Telef. : (074) 257319 - Telefax: (074) 257320

CERTIFICO: QUE LAS ²⁰ ~~25~~ FIRMAS QUE APARECEN AL ANVERSO
 CORRESPONDEN A: Rodrigo Leandro Bamoro
Alfonso, Jorge Lemus Pacheco Sanza
 QUIENES SUSCRIBIERON EL PRESENTE DOCUMENTO EN MI
 PRESENCIA IDENTIFICÁNDOSE CON: DUI. 71423631
DNI. 73200661
 EL NOTARIO NO ASEGURA NI GARANTIZA EL CONTENIDO DEL DOCUMENTO
 CHICLAYO, 02 DE enero 2017


JAI ME CÁRDENAS FORSECA
 NOTARIO - ABOGADO

BO OFICINA
 SE EMITIA EN CHICLAYO

ENTRADA
 ANOTADO
 DOCUMENTO NO REGISTRADO

CERTIFICACION AL REVERSO

DOCUMENTO N° 8.1.8: CARTA DE COMPROMISO



A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R. Ltda.

-Mecánica de Suelos - Concreto - Asfalto - Rotura de testigos
-Cimentaciones - Laboratorio - Canteras - Proyectos de Carreteras

Chiclayo: Prolg. Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59" - Saúl Cantora! Teléf. 074 - 228446 Cel: 978175503
www.ayceexploraciongeotecnicasrl.com

CONSTANCIA DE USO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Por medio de este documento, dejamos constancia que los estudiantes JORGE JUNIOR PACHERRES SÁNCHEZ, identificado con DNI N° 73200661, código universitario: 101AC19502, y RODRIGO LEANDRO BARROSO ALFARO con DNI N° 71423631, código universitario: 112AD30892, realizaron sus ensayos de mecánica de suelos para la presente tesis denominada "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del sector "A" de la zona urbana del distrito, provincia y departamento de Lambayeque", desarrollando los siguientes ensayos:

Propiedades Físicas:

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)

Límite Líquido (NTP 339.129)

Límite Plástico (NTP 339.129)

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

Propiedades Químicas:

Sales Totales (NTP 339.152)

Cloruros

Sulfatos

Propiedades Mecánicas

Ensayo de Próctor Modificado (NTP 339.013)

California Bearing Ration – CBR (NTP 339.145)

Cuyos ensayos mencionados han sido asesorados por los técnicos encargados por el gerente del laboratorio de suelos llamado Cristian Miguel Arrunategui Brown.

Se expide la presente constancia para los fines que se considere conveniente.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA
Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Ing. Cristian Miguel Arrunategui Brown
GERENTE GENERAL

Ing. Cristian Miguel Arrunategui Brown

8.2 ANEXO N° 02: CUADROS

CUADROS 8.2.1: FECHA DE CONTEOS

N°	DÍA	FECHA		
1	Lunes	6	8	2018
2	Martes	7	8	2018
3	Miercoles	8	8	2018
4	Jueves	9	8	2018
5	Viernes	10	8	2018
6	Sábado	11	8	2018
7	Domingo	12	8	2018

Fuente: Propia

CUADROS 8.2.2: DATOS GENERALES DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE

Departamento	Lambayeque
Provincia	Lambayeque
Distrito	Lambayeque
Coordenadas geo. Lat. Sur	5° 28' 36" y 7° 14'37"
Coordenadas geo. Lat. Oeste	79°41'30" y 80°37'23"
Altura	18 m.s.n.m.
Extención Territorial	334.294 Has
Población	63,386 hab

Fuente: INEI – MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAMBAYEQUE

CUADROS 8.2.3: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL

VIDA Y SALUD	PERSONAS
DAMNIFICADAS	285,955
AFECTADAS	1,559,487
FALLECIDAS	162
HERIDAS	500
DESAPARECIDAS	19

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.4: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL

DAÑOS A VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS		
TIPOS	COLAPSADAS	AFECTADAS
VIVIENDAS	66,093	371,370
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	354	3,266
ESTABLECIEMTOS DE SALUD	64	1,044

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.5: DAÑOS EN TRANSPORTE POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A NIVEL NACIONAL

DAÑOS EN TRANSPORTES		
TIPO	DESTRUÍDO	AFECTADO
CAMINOS RURALES	3,956 Km	41,180 Km
CARRETERAS	4,391 Km	11,761 Km
PUNTES	489	881

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.6: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO A EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

VIDA Y SALUD	PERSONAS
DAMNIFICADAS	44,634
AFECTADAS	139,312
FALLECIDAS	9
HERIDAS	5
DESAPARECIDAS	2

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.7: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

DAÑOS A VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS		
TIPOS	DESTRUÍDAS E INAHABITABLES	AFECTADAS
VIVIENDAS	9,997	30,393
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	33	269
ESTABLECIEMTOS DE SALUD	10	83
ESTABLECIMIENTO COMERCIAL	-	-

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.8: DAÑOS EN TRANSPORTE POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

DAÑOS EN TRANSPORTES		
TIPO	DESTRUÍDOS	AFECTADOS
CAMINOS RURALES	346 Km	685 Km
CARRETERAS	98 Km	122 Km
PUENTES	61	85

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.9: DAÑOS A LA VIDA Y LA SALUD POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE

VIDA Y SALUD	PERSONAS
DAMNIFICADAS	4543
AFECTADAS	5002
FALLECIDAS	-
HERIDAS	-
DESAPARECIDAS	-

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.10: DAÑOS A LAS VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE

DAÑOS A VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS			
TIPOS	COLAPSADAS	INHABITABLES	AFECTADAS
VIVIENDAS	330	777	937
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	-	-	4
ESTABLECIEMTOS DE SALUD	-	-	2
ESTABLECIMIENTO COMERCIAL	-	-	-

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

CUADROS 8.2.11: ENFERMEDADES COMO CONSECUENCIA DE LAS AGUAS DE LLUVIAS ACUMULADAS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE

ENFERMEDADES	AFECTADOS
DENGUE CON SIGNOS DE ALARMA	1
ENFERMEDAD DE CARRIÓN AGUDA	1
LEPTOSPIROSIS	5
ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA	214
INFECCIÓN RESPIRATORIA AGUDA	501

Fuente: EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES (EDAN) - INDECI

8.3 ANEXO N° 03: TABLAS

TABLAS 8.3.1: PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.9	25.8	25.9	24.4	22.8	20.8	19.9	19.4	19.3	20.1	20.9	23.5
Temperatura mín. (°C)	19.9	20.7	20.6	19.3	18.2	16.5	15.5	15	15.3	15.5	16.1	17.7
Temperatura máx. (°C)	30	30.9	31.2	29.5	27.4	25.2	24.3	23.8	23.3	24.7	25.8	29.3
Temperatura media (°F)	76.8	78.4	78.6	75.9	73.0	69.4	67.8	66.9	66.7	68.2	69.6	74.3
Temperatura mín. (°F)	67.8	69.3	69.1	66.7	64.8	61.7	59.9	59.0	59.5	59.9	61.0	63.9
Temperatura máx. (°F)	86.0	87.6	88.2	85.1	81.3	77.4	75.7	74.8	73.9	76.5	78.4	84.7
Precipitación (mm)	2	2	11	3	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente: climate-data.org.

TABLAS 8.3.2: DATOS OBTENIDOS DE LA ESTACIÓN METERÓLOGICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

Estación : LAMBAYEQUE , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LAMBAYEQUE			Provincia : LAMBAYEQUE			Distrito : LAMBAYEQUE			Ir : 2017-02 ▾			
Latitud : 6° 43' 53.5"			Longitud : 79° 54' 8.8"			Altitud : 38						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2017	31.7	23.1	23.9	31.1	26.4	23	27	24.4		0	SW	2
02-Feb-2017	29.2	23	23.8	28.4	26	23.6	25.3	24.8	34.6	1.7	S	2
03-Feb-2017	30.6	22.7	23	29.5	26.6	22.6	26.5	25	29.4	0	C	
04-Feb-2017	30	21.6	24.3	29.3	25.8	23.6	26.1	24.9	1.8	.3	SW	4
05-Feb-2017	30.2	23.5	24.2	29.1	26.3	23.7	26.1	24.3	0	0	SW	4
06-Feb-2017	31	24.2	25	30.4	26.9	24.1	27	24.2	0	0	SSW	4
07-Feb-2017	30.6	24.3	24.9	29.6	26.2	23.7	25.6	24.2	0	0	SSE	4
08-Feb-2017	32.2	23.7	24.5	32.1	26	23.6	25.5	23.7	1.7	0	SW	4
09-Feb-2017	30.2	23.6	24.1	30.1	25.9	23.2	25.4	23.6	0	0	SSW	6
10-Feb-2017	30.1	20.4	23.9	29.7	26.6	22.9	25.9	23.8	0	0	SW	2
11-Feb-2017	31.3	21.7	24.2	30.7	26.2	22.9	25	24	0	0	SSE	4
12-Feb-2017	31	22.5	23.1	30.5	26	22.5	25.3	23.6	0	0	SSW	4
13-Feb-2017	31.7	21.7	22.5	31	26.6	22	25.1	24.1	0	0	SW	2
14-Feb-2017	32.5	19.8	23.6	32.1	27	23	26.4	24.5	0	0	S	6
15-Feb-2017	32.8	23.5	25.3	31.8	27.1	24.2	25.7	24.5	0	0	S	6
16-Feb-2017	31.7	23.5	23.8	31.6	26.7	22.7	26.4	24.4	0	0	SW	4
17-Feb-2017	32.3	23	23.9	31.3	27.3	23.3	26.7	24.5	0	0	SW	4
18-Feb-2017	31.2	23.4	24.7	30.7	27.2	23.5	26.4	24.2	0	0	S	6
19-Feb-2017	32.5	23.6	24.1	32.2	27.5	23.3	25.4	24.4	0	0	SW	4
20-Feb-2017	32.1	22.5	24.4	31.9	26.8	22.8	25.5	23.9	0	0	SW	6
21-Feb-2017	33.1	23.2	23.6	32.1	27	22.5	25.5	24.3	0	0	SW	6
22-Feb-2017	31.8	22.7	23.9	31.1	27.1	23.1	24.7	23.7	0	0	SSW	4
23-Feb-2017	32.1	22.8	24.1	31.3	26.8	22.7	24.9	24.2	0	0	SW	4
24-Feb-2017	32.2	23	24.4	31.3	27	23.1	25.6	24	0	0	SSW	4
25-Feb-2017	32.9	22.5	23.2	31.9	27.2	22.5	24.7	24.2	0	0	SW	6
26-Feb-2017	33.2	22.1	24.7	30.9	27.5	23.5	25.8	25.1	0	0	SSW	4
27-Feb-2017	33.4	23.5	24.9	32.7	27.8	23.1	26.2	24.4	0	0	SSW	6
28-Feb-2017	32.8	22.5	26.7	32.6	28	24.5	25.6	24.7	0	0	SSE	4

Fuente: SENAMHI, Febrero 2017– Oficina de Estadística

TABLAS 8.3.3: DATOS OBTENIDOS DE LA ESTACIÓN METERÓLOGICA DEL DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

Estación : LAMBAYEQUE , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : LAMBAYEQUE			Provincia : LAMBAYEQUE			Distrito : LAMBAYEQUE			Ir : 2017-03 ▼			
Latitud : 6° 43' 53.5"			Longitud : 79° 54' 8.8"			Altitud : 38						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2017	32.7	24.5	25.7	32.1	27.6	24.1	24.7	24.6	0	0	SSW	4
02-Mar-2017	32.9	24.2	25.4	32.5	27.7	23.7	25.6	24.6	0	0	SSW	6
03-Mar-2017	33.2	24.4	24.7	32.7	28.1	23.5	25.9	24.6	0	0	SSW	4
04-Mar-2017	32.3	24	24.5	31	26.8	23.5	26.5	25.2	0	0	SW	2
05-Mar-2017	32.2	21.8	24.9	30.9	27.8	24.3	27	25.2	4.8	0	C	
06-Mar-2017	32.4	23.9	24.5	31.3	27.8	24	26.1	24.6	7	0	C	
07-Mar-2017	33.2	23.2	25.1	32.3	27.3	23.3	27.8	25	0	0	SW	2
08-Mar-2017	31.6	23.3	24.7	29.5	27.2	23.9	25.7	22.3	0	0	SW	2
09-Mar-2017	31	23.6	24.1	29.4	26.6	22.7	25.6	24.5	0	0	SW	4
10-Mar-2017	32.3	21.8	24.2	32.1	27.5	23.6	26.7	24.6	.5	0	SSW	4
11-Mar-2017	32.5	21	25	32.1	27.2	23.6	26.1	24.8	0	0	S	4
12-Mar-2017	32.9	23.8	25.8	32.7	27.5	23.1	26.6	24.4	0	0	SSW	4
13-Mar-2017	30.7	23	23.3	30.7	27	23.1	26.3	25.3	22.1	0	SSW	4
14-Mar-2017	29.6	23	24	29	24	23.5	25.6	23.4	12	2.6	SSW	4
15-Mar-2017	30	22.3	24.3	29.2	25.6	23.8	26.4	24.6	7	.7	SW	4
16-Mar-2017	32.6	23.9	24.7	30.1	28	23.2	26.6	25.8	.3	0	S	4
17-Mar-2017	32.6	23.2	25.2	31.6	28.1	24.6	27	26	0	0	S	4
18-Mar-2017	31.7	22.3	25.6	27.4	27	24.8	25.3	25.5	0	0	C	
19-Mar-2017	31.6	23.4	24.2	30.8	27.8	24	26.6	25	60.7	0	S	4
20-Mar-2017	30.4	24.1	25.2	29	26.7	24.1	26	24.5	0	0	S	4
21-Mar-2017	32.2	24.2	26.1	31.9	27.9	24.6	27.7	25.6	0	0	SSW	2
22-Mar-2017	29.7	24.3	25.7	25.2	26.4	24.9	24.8	25.1	0	6.1	W	8
23-Mar-2017	32.9	24.2	25	30.1	27.2	24.3	26.7	25.4	0	0	SW	2
24-Mar-2017	32.2	25	25.8	30.7	27	24	26.3	24.9	0	0	SSW	2
25-Mar-2017	30.6	24.3	24.8	30	26	24.2	25.6	24.2	0	0	S	4
26-Mar-2017	31.5	24.1	24.3	30.3	26.8	23.5	27.5	25	0	0	SW	4
27-Mar-2017	31.6	24.3	24.5	29.5	26.2	23.9	26	24.4	0	0	SW	4
28-Mar-2017	30.7	24.7	25.2	30.5	26	23.7	26.3	24.6	0	0	S	6
29-Mar-2017	29.4	23.1	24.8	28.7	25.6	23.1	25.3	23.4	0	0	S	6
30-Mar-2017	29.7	23.1	23.6	29.1	24.7	21.6	25.2	22.5	0	0	C	
31-Mar-2017	30.2	23.4	23.7	29.4	24.7	23.2	26.9	22.8	.8	0	SW	4

Fuente: SENAMHI, Marzo 2017– Oficina de Estadística

TABLAS 8.3.5: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 1, EN EL SENTIDO “S”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	S	24	3	19		1														
01-02	S	17	6	13	1															
02-03	S	13	6	12																
03-04	S	9	4	10	1	1														
04-05	S	19	2	15																
05-06	S	57	2	27		25														
06-07	S	147	4	53	1	44	3		2											
07-08	S	159	3	58	1	39	2		3											
08-09	S	115	5	71		42			5											
09-10	S	100	6	80	2	32	2		7											
10-11	S	98	7	51	1	31			2											
11-12	S	103	11	43		34			1											
12-13	S	122	5	37	1	32	1		2											
13-14	S	137	9	42	1	28														
14-15	S	119	6	38		28														
15-16	S	103	5	36	4	27			1											
16-17	S	85	5	36	1	22														
17-18	S	80	2	34	2	20														
18-19	S	97	4	33	1	16			2											
19-20	S	101	2	31		15														
20-21	S	82	6	34		14														
21-22	S	58	3	32		14														
22-23	S	32	2	23	1	5			1											
23-24	S	28	5	20		2														
PARCIAL:		1897	113	898	19	490	8		26											

Calle: Huamachuco cuadra N°4

Día: 1

Fecha: 06/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.6: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 2, EN EL SENTIDO “E”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E	29	2	38															
01-02	E	24	2	24		1													
02-03	E	20	1	15	2														
03-04	E	17	2	10		2													
04-05	E	23	2	13	1														
05-06	E	49	4	18	1	19													
06-07	E	87	6	28	1	25													
07-08	E	92	9	28		36			1										
08-09	E	95	6	62		40													
09-10	E	99	13	53	1	35			1										
10-11	E	99	8	63	1	31	1												
11-12	E	101	6	53	1	30	1		1										
12-13	E	112	4	48	1	27													
13-14	E	131	4	40		32		1											
14-15	E	124	8	30	1	23			2										
15-16	E	90	8	28		20													
16-17	E	87	6	50	1	19	2		1										
17-18	E	98	4	92	2	23													
18-19	E	110	4	83	1	23													
19-20	E	114	3	66	2	20		1											
20-21	E	109	3	62		22	1		1										
21-22	E	88	3	42	1	18													
22-23	E	55	2	39	1	8													
23-24	E	38	2	32	1	4													
PARCIAL:		1897	112	1017	19	458	5	2	8										

Calle: Hmamachuco wadra N°4
 Día : 2
 Fecha : 07/08 /2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.7: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 2, EN EL SENTIDO “S”

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	S	22	3	21	2	2													
01-02	S	17	6	15															
02-03	S	13	6	13															
03-04	S	9	4	12															
04-05	S	19	2	13															
05-06	S	57	2	27		20													
06-07	S	147	4	53	2	38	2			1									
07-08	S	157	3	58		48	1			1									
08-09	S	115	5	71		31	1												
09-10	S	102	6	80	1	33	2			1									
10-11	S	98	7	51	1	33				2									
11-12	S	103	11	66	1	40				2									
12-13	S	122	5	37	1	39	1			2									
13-14	S	130	9	58		42													
14-15	S	118	6	62	1	30													
15-16	S	103	5	36	1	31				1									
16-17	S	85	5	36		27	1												
17-18	S	80	2	34	1	19				3									
18-19	S	97	4	33	3	18	1												
19-20	S	99	2	31	1	14				1									
20-21	S	82	6	34	1	14	1												
21-22	S	58	3	32		1				1									
22-23	S	32	2	23		9	1												
23-24	S	28	5	20		2				1									
PARCIAL:		1887	113	916	16	504	11			16									

Calle: Huamachuco wacha N° 4
 Día: 2
 Fecha: 07/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.8: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 3, EN EL SENTIDO “E”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E	31	3	25																	
01-02	E	22	4	15	1	1															
02-03	E	16	2	9																	
03-04	E	15	2	9		2															
04-05	E	15	3	9						1											
05-06	E	50	6	28	1	20															
06-07	E	80	8	30	2	32				1											
07-08	E	89	9	35		33															
08-09	E	120	5	52		32				1											
09-10	E	99	11	57	1	29	1			3											
10-11	E	102	6	52	1	31				1											
11-12	E	120	9	41		32				1											
12-13	E	143	8	38	1	30	1			1											
13-14	E	128	7	39		31				1											
14-15	E	113	7	25	1	28				1											
15-16	E	103	4	26		18															
16-17	E	105	8	45	1	22															
17-18	E	103	10	90	3	26	1			1											
18-19	E	112	9	84	1	25				1											
19-20	E	96	6	77	5	27															
20-21	E	92	7	64		24			1												
21-22	E	80	5	39	1	18	1														
22-23	E	64	4	36		10	1														
23-24	E	36	4	29	1	2															
PARCIAL:		1934	147	954	20	433	5		2	13											

Calle : Huamachuco wacha N°4
 Dia : 3
 Fecha : 08/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.10: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 4, EN EL SENTIDO “E”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E	35	3	24																
01-02	E	26	4	17	1	1														
02-03	E	18	2	12																
03-04	E	16	2	9		2														
04-05	E	20	3	9																
05-06	E	54	6	24	1	21														
06-07	E	102	8	30	2	32				1										
07-08	E	130	9	32		33				2										
08-09	E	118	5	48		32				2										
09-10	E	97	11	46	1	30	1			3										
10-11	E	99	6	47	1	31				1										
11-12	E	109	9	49		32	1			1										
12-13	E	125	8	55	1	31														
13-14	E	128	7	51		31														
14-15	E	114	7	39	1	31														
15-16	E	103	4	41		18														
16-17	E	102	8	42	1	25														
17-18	E	103	10	56	3	26	1													
18-19	E	102	9	65	1	25														
19-20	E	96	6	76	5	27	2		2											
20-21	E	92	7	64		24														
21-22	E	80	5	39	1	20														
22-23	E	64	4	36		11														
23-24	E	36	4	29	1	7														
PARCIAL:		1062	147	940	20	490	8		2	10										

Calle : Huamaduco wadra N°4
 Día : 4
 Fecha : 09/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.11: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 4, EN EL SENTIDO “S”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	>= 383	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	S	25	3	21		2														
01-02	S	18	6	15	1															
02-03	S	13	6	13																
03-04	S	9	4	10	1	1														
04-05	S	19	2	10																
05-06	S	57	2	27		25														
06-07	S	133	4	80	1	25	3			2										
07-08	S	132	6	58	1	39	2			3										
08-09	S	115	5	71		42				5										
09-10	S	100	6	53	2	32	2			7										
10-11	S	98	7	51	1	31				2										
11-12	S	103	9	43		34				1										
12-13	S	130	9	64	1	32	1			2										
13-14	S	129	9	42		32														
14-15	S	122	6	38		27														
15-16	S	103	5	36	2	27														
16-17	S	85	5	36		26														
17-18	S	82	2	34	4	22														
18-19	S	97	4	33	1	20														
19-20	S	105	2	31	2	16														
20-21	S	82	6	34	1	15														
21-22	S	58	3	32		13														
22-23	S	35	2	23	1	5														
23-24	S	28	5	20		2														
PARCIAL:		1878	118	875	19	488	8			22										

Calle: Huamachuco wadra N° 4
 Día: 4
 Fecha: 09/08/2018

TABLAS 8.3.14: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 6, EN EL SENTIDO “E”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	E	35	4	30																
01-02	E	19	2	17	1	1														
02-03	E	17	2	15																
03-04	E	16	3	9		2														
04-05	E	14	6	9																
05-06	E	40	8	25	1	25														
06-07	E	98	9	31	2	32				1										
07-08	E	128	5	32		33	1			1										
08-09	E	125	5	48		32				1										
09-10	E	99	11	46	1	30	1													
10-11	E	96	6	47	1	31				1										
11-12	E	105	7	49		32				1										
12-13	E	129	8	55	1	31	1		1											
13-14	E	128	7	51		31				1										
14-15	E	114	7	39	1	39														
15-16	E	103	7	41		25	1			1										
16-17	E	100	8	42	1	25			1											
17-18	E	105	10	56	3	26	1			1										
18-19	E	102	10	65	1	25														
19-20	E	98	6	76	3	27	1		1	1										
20-21	E	92	7	64		24														
21-22	E	79	5	39	1	20	1													
22-23	E	65	4	36		10														
23-24	E	36	4	29	1	7														
PARCIAL:		1343	150	951	18	493	7		3	9										

Calle: Huamachuco cuadra N°4

Día: 6

Fecha: 11/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.15: FORMATO DE CONTEO DE VEHÍCULOS EN EL DÍA 6, EN EL SENTIDO “S”

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
00-01	S	32	3	22		2														
01-02	S	17	6	15																
02-03	S	10	6	13	1															
03-04	S	8	4	10																
04-05	S	19	2	10	1	1														
06-06	S	59	2	27		29														
06-07	S	118	4	80	1	42	1				2									
07-08	S	122	6	59	1	24	2				1									
08-09	S	120	5	71	1	40	1				1									
09-10	S	105	6	53	1	30	2				7									
10-11	S	98	7	52	1	31	1				2									
11-12	S	105	9	44		31					1									
12-13	S	130	9	64	1	35	1				2									
13-14	S	129	9	42		41					1									
14-15	S	119	6	40		28					1									
15-16	S	107	5	37	2	27					1									
16-17	S	85	5	36		27					1									
17-18	S	80	2	34	4	22					1									
18-19	S	97	4	33	1	20														
19-20	S	105	2	31	2	15					1									
20-21	S	82	6	34	1	15														
21-22	S	60	3	32		11														
22-23	S	36	2	23	1	5														
23-24	S	28	5	20		2														
PARCIAL:		1871	118	882	19	478	8				22									

Calle: Huamachuco cuadra N° 4

Día: 6

Fecha: 11/08/2018

Fuente: Propia

TABLAS 8.3.18: INVENTARIO DE DRENES COLECTORES

Cuadro N° 05

N°	Nombre de la fuente de agua a donde vierte	Ubicación		Coordenadas				Margen	Estado	Características del dren					Observaciones
		Nombre de dren colector	Progresiva (Km)	Inicio		Final				Q (m³/s)	b (m)	H (m)	z	Longitud (m)	
				Este	Norte	Este	Norte								
D-1000	D-1200	74890	619555	9272693	615674	9261425	D	R	12.00	1.50	3.00	1.50	12,440		
D-1000	D-1400	11+620	640177	9261867	619304	9262138	I	R	18.00				23,825		
		0+000-11+000					I	R		1.50	2.50	1.50	11,000		
		11+000-13+000					I	R		3.00	2.50	1.50	2,000		
		13+000-23+825					I	R		4.00	2.50	1.50	10,825		
D-1000	D-1500	1+434	627514	9276467	622008	9263113	D	R	2.20				15,166		
		0+000-12+000					D	R		2.00	3.50	1.50	12,000		
		12+000-15+166					D	R		2.00	2.50	1.50	3,166		
D-1000	D-1600	12+640	632727	9266090	627344	9265936	I	R	6.00	2.50	2.50	1.50	5,905		
D-1000	D-1700	27+271	639318	9268690	633992	9268366	I	R	2.50	1.00	2.20	1.50	6,200		
D-2000	D-2100	4+018	621120	9253628	616648	9255411	D	R	1.70	1.00	3.00	1.50	5,000		
D-2210	D-2200	0+580	617433	9258214	618325	9256729	I	R	1.80	1.00	2.80	1.50	1,840		
D-3000	D-3100	10+920	631167	9253953	617464	9245121	D	R	2.00				10,920		
		0+000-10+920					D	R		1.50	3.00	1.50	10,920		
D-3000	D-3200	3+250	621707	9249267	618700	9248432	D	R	1.80	1.00	2.50	1.50	3,250		
D-3000	D-3400	3+750	623764	9252340	620312	9251625	D	R	1.00	1.00	2.50	1.50	3,750		
D-3000	D-3700	1+810	626842	9255568	625263	9254682	I	R	1.20	1.00	3.00	1.50	1,810		
D-4000	D-4000-FAP	7+528	631814	9253824	629874	9247039	I	R	4.40				7,528		
		0+000-2+100					I	R		1.00	2.50	1.50	2,100		
		2+100-2+500					I	R		1.50	2.50	1.50	400		
		2+500-7+528					I	R		2.00	2.50	1.50	5,028		
D-4000	D-4090	1+400	623837	9243326	622476	9243466	D	R	1.20	2.00	3.00	0.50	1,400		
D-4000	D-4100	2+760	624003	9246247	622969	9243848	I	R	0.80	1.00	2.40	1.50	2,760		
D-4000	D-4200	1+050	624340	9244052	623290	9244083	D	R	2.50	1.00	2.50	1.50	1,050		
D-4000	D-4300	4+416	629529	9245244	625585	9246598	I	R		1.50	2.00	1.50	4,170		
D-4000	D-4400	1+200	627237	9248232	626971	9247061	I	R	1.00	0.45	1.45	1.50	1,200		
D-4000	D-4500	1+660	631461	9246640	629874	9247039	D	R	0.70	0.51	0.55	1.51	1,660		
D-5000	D-5050	2576	622529	9241509	621972	9239599	I	R	0.30	0.50	1.80	2.00	2,200		
D-5000	D-5100	3448	624221	9242208	622656	9240100	I	R	0.90	1.00	3.00	1.50	3,000		
D-5000	D-5200	6+570	626212	9244155	625543	9241261	I	R	0.60	1.00	3.00	1.50	2,970		
D-6000	D-6100	2+230	624314	9239133	623032	9238967	I	R	0.40	1.00	2.00	1.50	1,305		
D-7000	D-7100	3+536	626330	9238228	626719	9241686	I	R	0.50	3.00	1.00	1.50	3,600	Desemboca en el río requ que es el D-7000	

Fuente: ANA

TABLAS 8.3.19: INVENTARIO DE DRENES COLECTORES

N°	Nombre de la fuente de agua a donde vierte	Ubicación		Coordenadas				Margen	Estado	Características del dren					Observaciones
		Nombre de dren colector	Progresiva (Km)	Inicio		Final				Q (m³/s)	b (m)	H (m)	z	Longitud (m)	
				Este	Norte	Este	Norte								
	D-1000	D-1200	74890	619555	9272693	615674	9261425	D	R	12.00	1.50	3.00	1.50	12,440	
	D-1000	D-1400	11+620	640177	9261867	619304	9262138	I	R	18.00				23,825	
			0+000-11+000					I	R		1.50	2.50	1.50	11,000	
			11+000-13+000					I	R		3.00	2.50	1.50	2,000	
			13+000-23+825					I	R		4.00	2.50	1.50	10,825	
	D-1000	D-1500	1+434	627514	9276467	622008	9263113	D	R	2.20				15,166	
			0+000-12+000					D	R		2.00	3.50	1.50	12,000	
			12+000-15+166					D	R		2.00	2.50	1.50	3,166	
	D-1000	D-1600	12+640	632727	9266030	627344	9265936	I	R	6.00	2.50	2.50	1.50	5,905	
	D-1000	D-1700	27+271	639318	9268690	633392	9268366	I	R	2.50	1.00	2.20	1.50	6,200	
	D-2000	D-2100	4+018	621120	9253628	616648	9255411	D	R	1.70	1.00	3.00	1.50	5,000	
	D-2210	D-2200	0+580	617433	9258214	618325	9256729	I	R	1.80	1.00	2.80	1.50	1,840	
	D-3000	D-3100	10+920	631167	9253953	617464	9245121	D	R	2.00				10,920	
			0+000-10+920					D	R		1.50	3.00	1.50	10,920	
	D-3000	D-3200	3+250	621707	9249267	618700	9248432	D	R	1.80	1.00	2.50	1.50	3,250	
	D-3000	D-3400	3+750	623764	9252340	620312	9251625	D	R	1.00	1.00	2.50	1.50	3,750	
	D-3000	D-3700	1+810	626842	9255568	625263	9254682	I	R	1.20	1.00	3.00	1.50	1,810	
	D-4000	D-4000-FAP	7+528	631814	9253824	629874	9247039	I	R	4.40				7,528	
			0+000-2+100					I	R		1.00	2.50	1.50	2,100	
			2+100-2+500					I	R		1.50	2.50	1.50	400	
			2+500-7+528					I	R		2.00	2.50	1.50	5,028	
	D-4000	D-4090	1+400	623837	9243326	622476	9243466	D	R	1.20	2.00	3.00	0.50	1,400	
	D-4000	D-4100	2+760	624003	9246247	622969	9243848	I	R	0.80	1.00	2.40	1.50	2,760	
	D-4000	D-4200	1+050	624340	9244052	623290	9244083	D	R	2.50	1.00	2.50	1.50	1,050	
	D-4000	D-4300	4+416	629529	9245244	625585	9246598	I	R		1.50	2.00	1.50	4,170	
	D-4000	D-4400	1+200	627237	9248232	626971	9247061	I	R	1.00	0.45	1.45	1.50	1,200	
	D-4000	D-4500	1+660	631461	9246640	629874	9247039	D	R	0.70	0.51	0.55	1.51	1,660	
	D-5000	D-5050	2576	622529	9241509	621972	9239599	I	R	0.30	0.50	1.80	2.00	2,200	
	D-5000	D-5100	3448	624221	9242208	622656	9240100	I	R	0.90	1.00	3.00	1.50	3,000	
	D-5000	D-5200	6+570	626212	9244155	625543	9241261	I	R	0.60	1.00	3.00	1.50	2,970	
	D-6000	D-6100	2+230	624314	9239133	623032	9238967	I	R	0.40	1.00	2.00	1.50	1,305	
	D-7000	D-7100	3+536	626530	9238228	626719	9241686	I	R	0.50	3.00	1.00	1.50	3,600	Desemboca en el río require que es el D-7000

Fuente: ANA

TABLAS 8.3.21: ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN: INVENTARIO DE BOCATOMAS

Nombre de la Fuente de Agua	Nº	Bocatoma								Nombre del Canal de Derivación	Ventana de Captación						Sistema de Regulación						Barraje fijo		Observaciones											
		Nombre	Localización			Fecha de Construcción	Margen	Tipo	Estado		Material	Caudal [m³/s]		Nº Ventana de Captación	Ancho (m)	Alto (m)	Compuertas	Operación	Estado	Nº de Ventanas	Material	Ancho (m)	Alto (m)	Operación		Estado	Material	Estado	Longitud (m)							
			Progresiva Km.	Coordenadas								Diseño	Operación																	(3)	(4)	(2)	(3)	(4)	(2)	(4)
			Este	Norte																																
Qbd. Ojo de Agua		Conchano	0+000	758875	9275624	1973	I	Pe	R	C	13	13	02	5.00	3.00	01		R	01	C	3.65	3.00	Manual	R	C	R	10.05	Canal: 48.20 m (3.65x3.00 m) túnel: d: 2.50 m, L: 4212m.								
Río Chotano		Chotano	0+000	745840	9275722	1949/ 1956. Reparado 1980/81.	D	Pe	R	C	31	31	02	9.80	3.25			R	04	C	4.43	1.60	Grupo electrogeno	R	C	R	23.86	Túnel 1: d:3.65 m, L: 397 m; canal 1: 310 m, (4.43x 1.60m); túnel 2: d: 3.65, L: 350 m; canal 2: 374 m; túnel principal: d: 3.37 m, L: 4.766								
Río Chancay		Raca Rumi	88+250	687596.2	9267643.9	1966/68	I	Pe	R	C	75	70	01	25.00	6.00	03		R	02	C	10.50	4.30	Grupo electrogeno	R	C	R	148.17	Progresiva medida desde su confluencia con el mar (0+000)								
Río Chancay		La Puntilla	61+000	666100	9254680	1972/73	I	Pe	R	C	95	75	02	13.40	2.00			R	07	C	2.64	1.83	Grupo electrogeno	R	C	R	114.00	61 Km, medidas desde el mar (punto de inicio).								
Río Taymi		Partidor Desaguadero	59+750	664135	9255024	remodelado 01/06/1942, 1972 / 73.	I	Pe	R	C	65	65 a 25	02					R	02	C	5.5	2.80	Manual	R				Del Partidor derivan 3 canales: 1) Canal Taymi; 2) Canal Derivación Lambayeque; 3) Canal Patapo.								
Río Reque		Monsefu Reque	19+150	636031	9245691	1950		Pe	R	C	4	4	01					R	02	C	1.32		Manual	R				*Presenta a ambos lados tomas: derecha (Canal Monsefu, Q: 4 m³) izquierda (Canal Reque, Q: 2 m³)								
Canal Derivación Lambayeque		Partidor Chescope	30+600	636810	9255210	1973	D	Pe	R	C	12	12						R	02	C	1.30		Manual	R				Del Partidor derivan 3 canales: 1) Canal Lambayeque; 2) Canal Chiclayo; 3) Canal Vista Alegre								

- (1) Tipo: Pe (permanente), Sr (Semi - Rustico) y R (Rustico), según corresponda
- (2) Material: C (concreto); M (mampostería) y O (Otros)
- (3) Operación: Manual, Mecánico, Mixtos u otros
- (4) Estado: B (bueno), R (regular) y M (malo)



0007

Fuente: ANA

TABLAS 8.3.22: INVENTARIO DE DRENES PRINCIPALES

Cuadro N° 05

Nombre de la fuente de agua a donde vierte	Ubicación		Coordenadas				Margen	Estado	Características del dren					Observaciones
	Nombre de dren Principal	Progresiva (Km)	Inicio		Final				Q (m3/s)	b (m)	H (m)	z	Longitud (m)	
			Este	Norte	Este	Norte								
Al mar	D-1000	33+230	638501	9271257	610940	9255517		R	71.50				33,230	Vierte al Oceano Pacifico
		0+000 - 0+500						R		1.50	2.00	1.50	500	
		0+500 - 3+100						R		2.00	3.00	1.50	2,600	
		3+100 - 8+800						R		2.50	4.20	2.00	5,700	
		8+800 - 10+600						R		3.00	5.00	2.00	1,800	
		10+600 - 16+700						R		4.00	5.30	1.50	6,100	
		16+700 - 19+700						R		5.00	3.10	1.50	3,000	
		19+700 - 30+000						R		7.00	2.00	2.00	10,300	
		30+000 - 33+230						R		10.00	1.80	1.50	3,230	
Al mar	D-2000	11+189	623422	9257011	613133	9253465	D	R	7.00	2.50	3.00	1.50	11,189	Vierte al Oceano Pacifico
		0+000 - 1+700						R		1.50	2.80	1.50	1700	
		1+700 - 3+200						R		2.00	3.50	1.50	1,500	
		3+200 - 5+400						R		2.50	3.00	1.50	2,200	
		5+400 - 9+177						R		3.50	3.00	2.00	3,777	
		9+177 - 10+000						R		3.00	2.00	2.00	823	
		10+000 - 11+189						R		3.50	2.00	2.00	1,189	
Al mar	D-3000	19+590	631167	9253953	617464	9245121	I	R	9.00				19,590	Vierte al Oceano Pacifico
		0+000-15+500						R		1.50	2.80	1.50	15,500	
		15+500-19+590						R		2.00	2.50	1.50	4,090	
Al mar	D-4000	14+130	629874	9247039	618623	9240131	I	R	11.00				14,130	Vierte al Oceano Pacifico
		0+000 - 2+100						R		1.00	2.00	1.50	2,100	
		2+100 - 2+600						R		1.50	2.50	1.50	500	
		2+600 - 14+130						R		2.00	2.50	1.50	11,530	
Al mar	D-5000	6+570	625543	9241261	621652	9237109	I	R	2.90				6,570	Caudal maximo de diseño
		0+000 - 2+200						R		2.00	2.50	1.50	2,200	
		2+200 - 6+570						R		1.50	2.50	1.50	4370	
Al mar	D-6000	3+650	623829	9240140	622630	9237011	I	R	0.50	1.00	2.50	1.50	3,650	Vierte al Oceano Pacifico
Al mar	D-7000	0+000 - 3+536	627416	9238484	623543	9235868	I	R	100.00	*	*	1.00	3536	*Es el Rio reque

Fuente: ANA

8.4 ANEXO N° 04: FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS 8.4.1: VISITA AL DISTRITO DE LAMBAYEQUE



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS 8.4.2: VIVIENDA AFECTADA POR EL FENÓMENO DEL NIÑO COSTERO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE



Fuente: Propia

**FOTOGRAFÍAS 8.4.3: CALLES INUNDADAS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO
COSTERO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE**



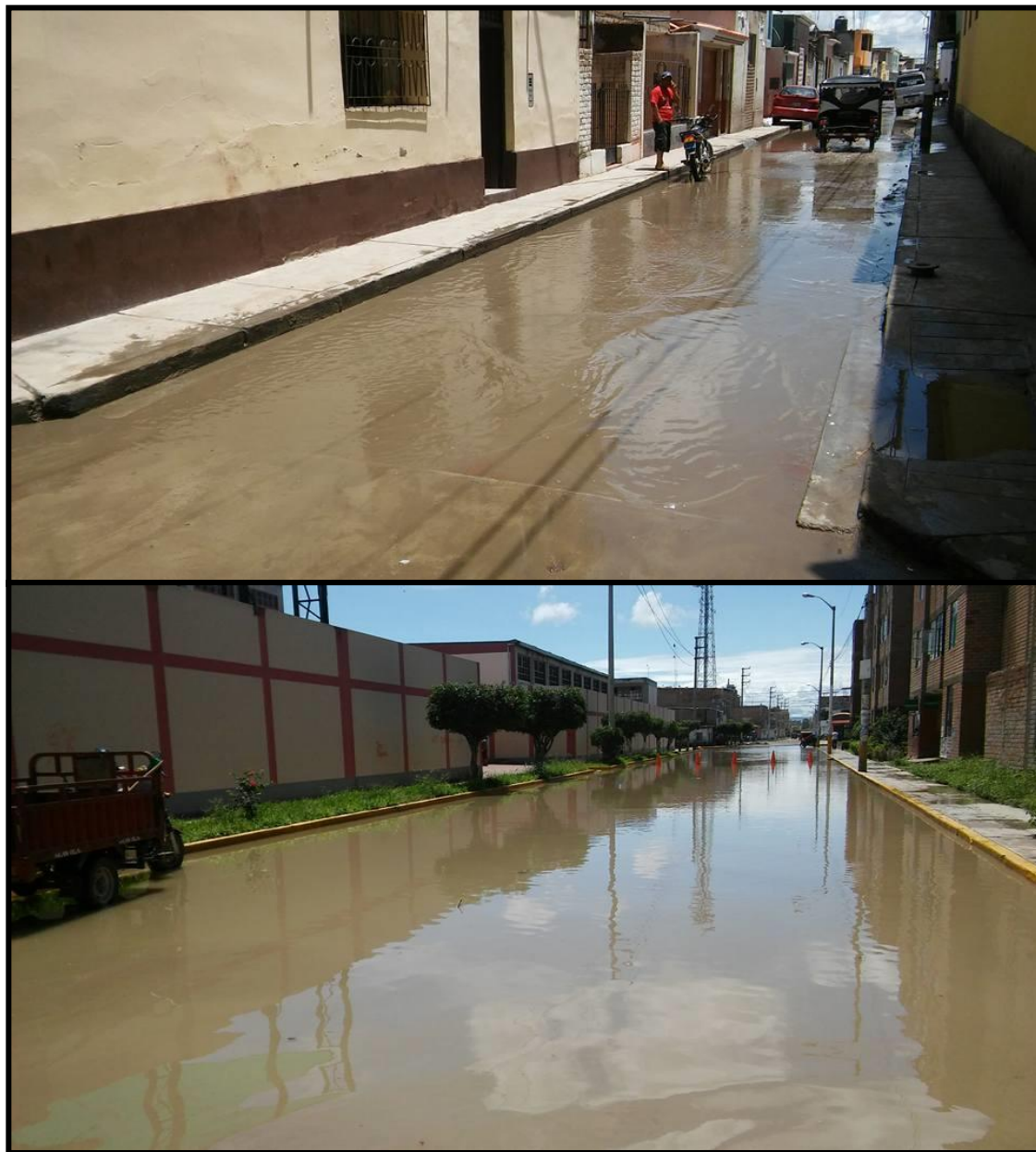
Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS 8.4.4: FUMIGACIÓN DE LAS I.E. ANTONIA ZAPATA JORDAN Y JUAN MANUEL ITURREGUI, TRABAJO REALIZADO POR EL PERSONAL DEL ÁREA DE SALUD E HIGIENE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE.



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS 8.4.5: AGUAS PLUVIALES EN LA CALLE 28 DE JULIO Y LA CALLE LA LIBERTAD - LAMBAYEQUE.



Fuente: Propia.

**FOTOGRAFÍAS 8.4.6: CALICATAS REALIZADAS EN EL DISTRITO DE
LAMBAYEQUE**



Fuente: Propia

**FOTOGRAFÍAS 8.4.7: UBICACIÓN MONUMENTADA DEL BM AC12 – AV.
RAMÓN CASTILLA CUADRA 12**



Fuente: Propia

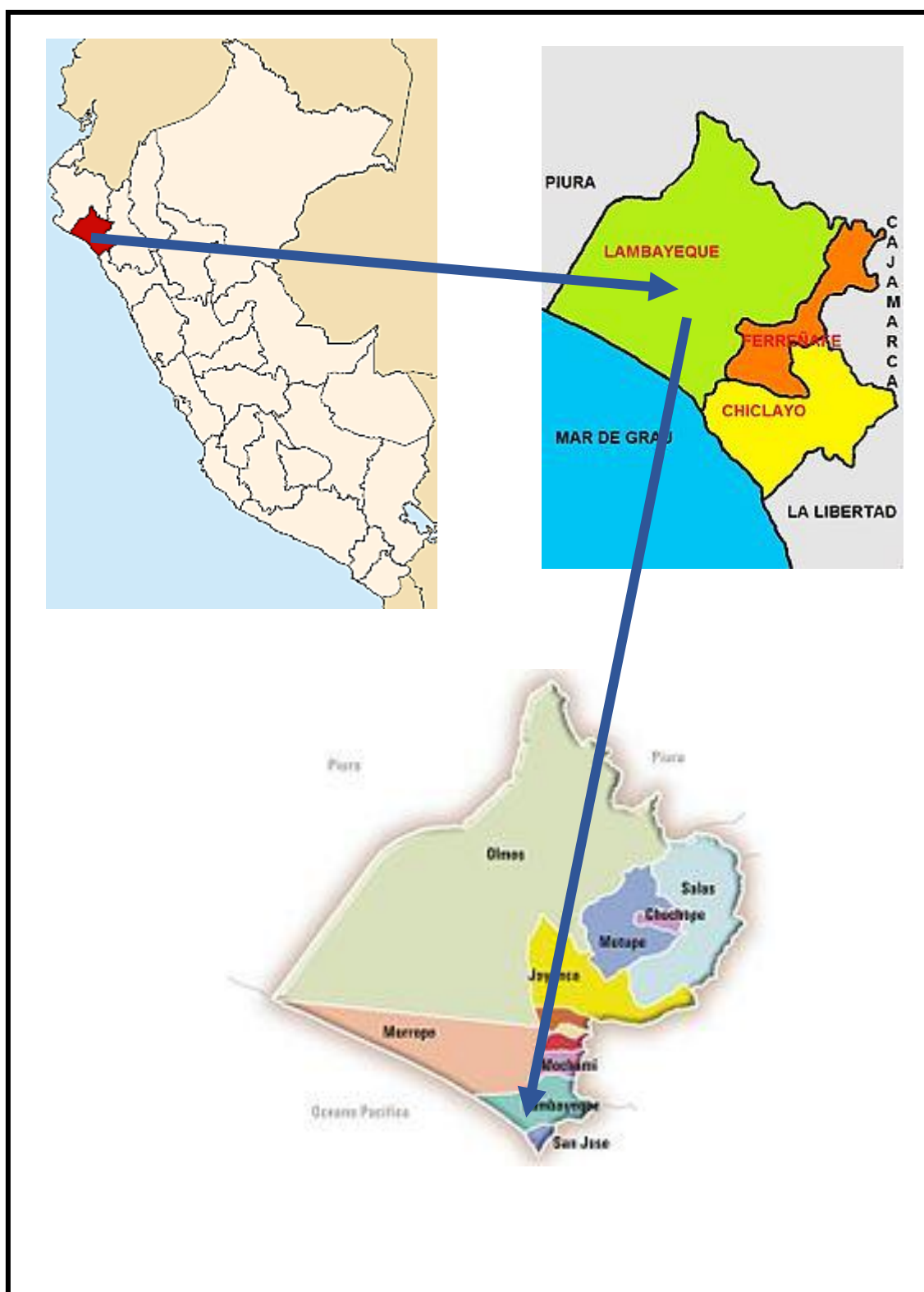
FOTOGRAFÍAS 8.4.8: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE



Fuente: Propia

8.5 ANEXO N° 05: IMAGENES

IMAGEN N° 8.5.1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO



Fuente: Google Imágenes

IMAGEN N° 8.5.2: MAPA LOCAL DE LOS BLOQUES DEL PROYECTO

Fuente: Municipalidad Provincial de Lambayeque

IMAGEN N° 8.5.3: ÁREA TOTAL DE LOS SECTORES DEL PROYECTO

Fuente: Municipalidad Provincial de Lambayeque

IMAGEN N° 8.5.4: COORDENADAS UTM DEL BM AC12

Fuente: Google Earth