



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de pavimento con tecnología U-TCP a partir del ASTM D6433-  
20 en Calle Santa Rosa, Villa María del Triunfo 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero civil

**AUTORES:**

Huere Cruzado, Marelyn Katherine (ORCID: 0000-0001-7123-2202)

Rosselló Charaja, Luis Renato (ORCID: 0000-0003-2371-0462)

**ASESOR:**

Mgtr. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA –PERÚ

2020

## DEDICATORIA

Huere.M

Dedico la presente investigación con todo mi corazón a mi abuela Santos, padres y hermanas por estar siempre conmigo en todo momento, por su paciencia y apoyo permanente.

Rosselló. L

La presente investigación se la dedico a mí familia por su apoyo y comprensión, por ser el motor que me impulsa a conseguir mis metas.

## AGRADECIMIENTO

Huere.M

Agradezco a mi abuela Santos, padres y hermanas  
por guiarme siempre en el camino que voy,  
por estar siempre cuidándome,  
apoyándome incondicionalmente  
y ayudarme a cumplir mis metas.

Rosselló, L.

A mi familia por su apoyo incondicional,  
Al Ing. Jorge A. Carrillo Rodríguez gerente de la  
empresa CARMOS S.A.C. por las facilidades y  
apoyo brindado,  
A los docentes de la universidad por su apoyo en el  
desarrollo de la presente investigación.

# Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización .....	15
3.3 Población, muestra y muestreo .....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5 Procedimientos.....	17
3.6 Método de análisis de datos.....	19
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES .....	37
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS	



## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Resumen de los resultados de índices de condición (PCI) de las muestras según normativa ASTM D6433-20.....	22
Tabla 2 Resumen de resultado de muestras según normativa ASTM D6433-20.....	24
Tabla 3 Porcentaje de condición del pavimento de las 17 de la calle santa Rosa .....	25
Tabla 4 Clasificación de suelos según calicatas con respecto a la Calle Santa Rosa. ....	27
Tabla 5 Resumen de resultados de CBR en Suelos de las calicatas más representativas según a la zona de estudio. ....	27
Tabla 6 Resumen anual de temperatura en el distrito de Villa María del Triunfo.....	28
Tabla 7 Resultado del Transito proyectado al año 2024.....	30
Tabla 8 Resultado del IMD 2024 Ajustado .....	30
Tabla 9 Resultado del ESAL (Ejes Equivalentes) .....	31
Tabla 10 Rango y clasificación del PCI en la escala 0 a 100.....	70
Tabla 11 Tipos de fallas o daños actualizados según la normativa ASTM D 6433-20 (PCI). ....	70
Tabla 12 Rango de longitud según el ancho de la calzada .....	71
Tabla 13 Tabla de las severidades de la falla de hueco.....	71
Tabla 14 Resumen de los resultados de índices de condición (PCI) de las muestras según normativa ASTM D6433-20 .....	124
Tabla 15 Resumen de resultado de muestras según normativa ASTM D6433-20.....	126
Tabla 16 Porcentaje de condición del pavimento de las 17 de la calle santa Rosa .....	127
Tabla 17 Resumen anual de temperatura en el distrito de Villa María del Triunfo.....	129
Tabla 18 Ensayos realizados al material de las calicatas.....	137
Tabla 19 Clasificación de suelos de las calicatas con respecto a la Calle Santa Rosa .....	139
Tabla 20 : Resumen del conteo diario.....	159
Tabla 21 : Tasa de Crecimiento al 2024.....	159
Tabla 22 : Unificación de vehículos livianos.....	160
Tabla 23 : Relación de cargas por eje equivalente EE según tipo de vehículo.....	161
Tabla 24 : Cálculo de ejes equivalentes .....	162
Tabla 25 : Parámetros de diseño con el software Opti-pave2 .....	163

## Índice de figuras

Figura 1 Perfil de PCI en la Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17) .....	23
Figura 2 Porcentaje de la Condición del pavimento Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17).....	25
Figura 3 Toma de referencia de las calicatas en la Calle Santa Rosa .....	26
Figura 4 Resumen de los resultados de estudio de tráfico diario .....	29
Figura 5 Resultado del diseño de pavimento rígido con la tecnología U-TCP a través del software OptiPave 2 .....	32
Figura 6 Resultado del Presupuesto a base del diseño de pavimento rígido con la tecnología U-TCP.....	33
Figura 7 Calle Santa Rosa .....	49
Figura 8 Calle Santa Rosa .....	49
Figura 9 Calle Santa Rosa .....	49
Figura 10 : Sección típica transversal de los pavimentos flexible y rígido .....	50
Figura 11 : Piel de cocodrilo de baja severidad.....	50
Figura 12 : Piel de cocodrilo de media severidad.....	50
Figura 13 : Piel de cocodrilo de alta severidad.....	51
Figura 14 : Exudación de baja severidad .....	51
Figura 15: Exudación de media severidad.....	51
Figura 16 : Exudación de alta severidad.....	52
Figura 17 : Agrietamiento en bloque de baja severidad .....	52
Figura 18 : Agrietamiento en bloque de media severidad .....	52
Figura 19 : Agrietamiento en bloque de alta severidad .....	53
Figura 20 : Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de baja severidad .....	53
Figura 21 : Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de media severidad .....	53
Figura 22 : Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de alta severidad .....	54
Figura 23 : Corrugación de baja severidad .....	54
Figura 24 : Corrugación de media severidad.....	54
Figura 25 : corrugación de alta severidad. ....	55
Figura 26 : Depresión de baja severidad .....	55
Figura 27 : Depresión de medio severidad.....	55
Figura 28 : Agrietamiento del borde de baja severidad.....	56
Figura 29 : Depresión de alta severidad.....	56
Figura 30 : Agrietamiento del borde de media severidad.....	56
Figura 31 : Agrietamiento por reflexión de junta de baja severidad .....	57
Figura 32 : Agrietamiento del borde de alta severidad.....	57
Figura 33 : Agrietamiento por reflexión de junta de media severidad .....	57
Figura 34 : Agrietamiento por reflexión de junta de alta severidad .....	58
Figura 35 : Desnivel de carril / berma de baja severidad .....	58
Figura 36 : Desnivel de carril / berma de media severidad.....	58
Figura 37 : Desnivel de carril / berma de alta severidad.....	59
Figura 38 : Grietas longitudinales y transversales de baja severidad .....	59
Figura 39 : Grietas longitudinales y transversales de media severidad .....	59
Figura 40 : Grietas longitudinales y transversales de alta severidad .....	60
Figura 41 : Parcheo y acometidas de servicio públicos de baja severidad .....	60
Figura 42 : Parcheo y acometidas de servicio públicos de media severidad .....	60

Figura 43 : Parcheo y acometidas de servicio públicos de alta severidad .....	61
Figura 44 : Pulimiento de agregados de baja severidad .....	61
Figura 45 : Hueco de baja severidad .....	61
Figura 46 : Hueco de media severidad .....	62
Figura 47 : Hueco de alta severidad .....	62
Figura 48 : Cruce de vía férrea de baja severidad .....	62
Figura 49 : Cruce de vía férrea de media severidad.....	63
Figura 50 : Cruce de vía férrea de alta severidad.....	63
Figura 51: Ahuellamiento de baja severidad.....	63
Figura 52 : Ahuellamiento de media severidad.....	64
Figura 53 : Ahuellamiento de alta severidad.....	64
Figura 54 : Desplazamiento de baja severidad.....	64
Figura 55 : Desplazamiento de media severidad .....	65
Figura 56 : Desplazamiento de alta severidad .....	65
Figura 57 : Grietas parabólicas (slippage) de baja severidad .....	65
Figura 58 : Grietas parabólicas (slippage) de media severidad.....	66
Figura 59 : Grietas parabólicas (slippage) de alta severidad.....	66
Figura 60 : Ejemplo de hinchamiento.....	66
Figura 61 : Desprendimiento de agregados- Asfalto denso de media severidad .....	67
Figura 62: Desprendimiento de agregados- Asfalto denso de alta severid .....	67
Figura 63 : Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de baja severidad ....	67
Figura 64 : Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de media severidad .	68
Figura 65 : Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de alta severidad .....	68
Figura 66 : Diseño de investigación.....	69
Figura 67 : Número de unidades de muestra a inspeccionar.....	69
Figura 68 : Número de muestras.....	72
Figura 69 : Calle Santa Rosa, distrito de Villa Maria del Triunfo .....	73
Figura 70 : Plano de unidades de muestras, Calle Santa Rosa distrito de Villa Maria del Triunfo..	73
Figura 71 : Foto de la zona de estudio tomada con dron.....	74
Figura 72 : Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio .....	75
Figura 73 : Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio .....	76
Figura 74 : Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio .....	77
Figura 75 : Medición de la uniad de muestra.....	78
Figura 76 : Anotación de la progresiva de la muestra final (UM-17) .....	79
Figura 77 : Anotación de la progresiva de la muestra final (UM-16) .....	80
Figura 78 : Imagen de anotación de la progresiva de la muestra final (UM-15).....	81
Figura 79 : Daño o falla llamada Piel de cocodrilo con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito de Villa Maria del Triunfo.....	82
Figura 80 : Daño o falla 3 de la escala de PCI llamada Agrietamiento en bloque con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa distrito de Villa Maria del Triunfo.....	83
Figura 81 : Daño o falla 7 de la escala de PCI llamada Grietas de borde con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa. distrito de Villa Maria del Truinfo .....	84
Figura 82 : Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad media en la Calle Santa Rosa, distrito de Villa Maria del Triunfo.....	84
Figura 83 : Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito Villa Maria del Triunfo.....	85

Figura 84 : Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito Villa Maria del Triunfo.....	86
Figura 85 : Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito de Villa Maria del Triunfo .....	87
Figura 86 : Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo .....	87
Figura 87: Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo .....	88
Figura 88 : Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta 6cm de profundidad en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo.....	88
Figura 89 : Daño o falla 19 de la escala de PCI llamada desprendimiento de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, Distrito Villa María del Triunfo .....	89
Figura 90 : Medida de 230.51 m2 de área del número 19 de daño o falla de la escala de PCI llamada Desprendimiento con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San Gabriel del distrito V.M.T-2020 .....	89
Figura 91: Muestra UM-01 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	90
Figura 92 :Clasificación de la Muestra UM-01 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	91
Figura 93 : Muestra UM-02 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	92
Figura 94 : Clasificación de la Muestra UM-02 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	93
Figura 95: Muestra UM-03 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	94
Figura 96: Clasificación de la Muestra UM-03 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	95
Figura 97: Muestra UM-04 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	96
Figura 98 : Clasificación de la Muestra UM-04 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	97
Figura 99: Muestra UM-05 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	98
Figura 100: Clasificación de la Muestra UM-05 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	99
Figura 101: Muestra UM-06 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	100
Figura 102: Clasificación de la Muestra UM-06 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	101
Figura 103 : Muestra UM-07 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	102
Figura 104: Clasificación de la Muestra UM-07 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	103
Figura 105 : Muestra UM-08 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	104
Figura 106 : Clasificación de la Muestra UM-08 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	105

Figura 107 : Muestra UM-09 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	106
Figura 108 : Clasificación de la Muestra UM-09 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	107
Figura 109 : Muestra UM-10 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	108
Figura 110 : Clasificación de la Muestra UM-10 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	109
Figura 111 : Muestra UM-11 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	110
Figura 112 : Clasificación de la Muestra UM-11 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	111
Figura 113 : Muestra UM-12 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	112
Figura 114 : Clasificación de la Muestra UM-12 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	113
Figura 115 : Muestra UM-13 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	114
Figura 116 : Clasificación de la Muestra UM-13 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	115
Figura 117 : Muestra UM-14 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	116
Figura 118 : Clasificación de la Muestra UM-14 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	117
Figura 119 : Muestra UM-15 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	118
Figura 120: Clasificación de la Muestra UM-15 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	119
Figura 121 : Muestra UM-16 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	120
Figura 122 : Clasificación de la Muestra UM-16 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	121
Figura 123 : Muestra UM-17 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.....	122
Figura 124 : Clasificación de la Muestra UM-17 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI. ....	123
Figura 125 : Perfil de PCI en la Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17).....	125
Figura 126 : Porcentaje de condición del pavimento flexible de la calle Santa Rosa distrito de Villa María del Triunfo.....	127
Figura 127 : Mapa climático del Perú.....	128
Figura 128 : Toma de referencia de las calicatas en la Calle Santa Rosa .....	130
Figura 129 : Toma de la calicata C-8.....	131
Figura 130 : Toma de la calicata C-13.....	132
Figura 131 : Toma de la calicata C-14.....	133
Figura 132 : Hoja N°7 del estudio de suelos del expediente técnico .....	134
Figura 133 : Estudio de suelos del expediente técnico .....	135
Figura 134 : Estudio de suelos del expediente técnico .....	136

Figura 135 : Resumen de resultados de clasificación de suelos de todas las calicatas.....	138
Figura 136 : Hoja de ensayos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación. ....	140
Figura 137 : Hoja de resumen de resultados de CBR en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación. ....	141
Figura 138 : Hoja de resumen de resultados de ensayos químicos en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación. ....	143
Figura 139 : Hoja de resumen de resultados de CBR en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación. ....	144
Figura 140 : Perfil Estratigráfico de la calicata C-8.....	145
Figura 142 : Perfil Estratigráfico de la calicata C-13.....	146
Figura 143 : Perfil Estratigráfico de la calicata C-14.....	147
Figura 144 : Ensayo de Clasificación de suelos.....	148
Figura 145 : Resultado del ensayo químico del suelo.....	149
Figura 146 : Ficha de estudio de clasificación vehicular .....	150
Figura 147 : Formato de resumen del día domingo (25-10-20) .....	151
Figura 148 : Formato de resumen del día domingo (25-10-20) .....	152
Figura 149 : Formato de resumen del día martes (27-10-20) .....	153
Figura 150 : Figura 140: Formato de resumen del día miércoles (28-10-20).....	154
Figura 151 : Formato de resumen del día jueves (29-10-20) .....	155
Figura 152 : Formato de resumen del día viernes (30-10-20).....	156
Figura 153 : Formato de resumen del día sábado (31-10-20).....	157
Figura 154 : Formato de resumen vehicular en la calle Santa Rosa.....	158
Figura 155 : Fórmula y parámetros de crecimiento y proyección del tráfico .....	159
Figura 156 : Ventana de Diseño del software OptiPave2.....	165
Figura 157 : Ventana de Diseño del software OptiPave2.....	166
Figura 158 : Ventana de Tráfico del software OptiPave2.....	167
Figura 159 : Ventana de Hormigón del software OptiPave2.....	168
Figura 160 : Ventana de Tráfico del software OptiPave2.....	169
Figura 161 : Ventana de Clima del software OptiPave2.....	169
Figura 161 : Ventana de Resultados del software OptiPave2 .....	170

## Resumen

En esta presente investigación titulada “Diseño de pavimento con tecnología U-TCP a partir del ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, Villa María del Triunfo 2020”, tuvo el objetivo principal determinar el diseño del pavimento rígido empleando la tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, con el software Opti pave2, en el cual al momento de hacer la aplicación de ASTM D6433-20 (versión actualizada del año 2020) del pavimento flexible de la zona de estudio nos resultó, que la condición del pavimento se encontraba en el rango de 0 a 10 y 10 a 25 según la normativa que los clasifíco como pavimento fallado y muy malo , ante ello la propuesta de rehabilitación es una reconstrucción , es por ello que hicimos un diseño del pavimento rígido aplicando la tecnología U-TCP , que además esta tecnología interviene de manera significativa en la solución de la problemática de la presente investigación; por lo que tiene muchos beneficios ya sea en la parte económica, de vida útil, en el ahorro de disminución de mantenimiento y entre otros factores. En lo cual el diseño de investigación es no experimental de tipo aplicada, por lo que tomamos procesos de la normativa ASTM D6433-20 y U-TCP, ya que a medida de estudiarlo y describirlo no se alteró el contorno natural de la zona de estudio; también es de alcance descriptivo transversal, ya que se describió el estado actual del pavimento flexible de la zona de estudio y ante ello se realizó la recolección de datos o mediciones en una sola intervención sin alterar y ante ello fue analizado. Teniendo la conclusión de que efectivamente al momento de realizar la evaluación del pavimento con la normativa actualizada ASTM D6433-20 del presente año pudimos ver las modificaciones e implementación de una nueva falla en lo que esta se obtuvo en todo el pavimento de estudio y ante ello pudimos saber de manera satisfactoria la condición del pavimento que nos resultó fallado y muy malo como antes mencionado, en lo cual al aplicar la tecnología U-TCP siendo esta la extensión de la TCP pudimos concluir que esta tecnología es muy beneficiosa ya que se emplea la adicción de fibras para prevenir fallas y así el pavimento pueda culminar su tiempo de vida estimado.

**Palabras clave:** Fallas, evaluación, pavimento, flexible, ASTM D6433-20, Opti pave2, U-TCP.

## Abstract

In this present investigation entitled "Design of pavement with U-TCP technology from the ASTM D6433-20 application in Calle Santa Rosa, Villa Maria del triunfo 2020", the main objective was to determine the design of the rigid pavement using the U-TCP technology to from the ASTM D6433-20 application in Calle Santa Rosa, with the Opti pave2 software, in which when applying ASTM D6433-20 (updated version of the year 2020) of the flexible pavement of the study area , that the condition of the pavement is in the range of 0 to 10 and 10 to 25 according to the regulations that classify them as failed and very bad pavement, in light of this the rehabilitation proposal is a reconstruction, that is why we made a design of the rigid pavement applying U-TCP technology, which also significantly intervenes in the solution of the problem of the present investigation; Therefore, it has many benefits, either in the economic part, in the useful life, in the saving of maintenance reduction and among other factors. In which the research design is non-experimental of the applied type, so we take processes from the ASTM D6433-20 and U-TCP standards, since as it is studied and described, the natural contour of the study area was not altered. ; It is also of cross-sectional descriptive scope, since the current state of the flexible pavement of the study area is described and, in view of this, data collection or measurements were carried out in a single intervention without altering it and analyzed accordingly. Having the conclusion that effectively at the time of conducting the evaluation of the pavement with the updated ASTM D6433-20 standard of this year we could see the modifications and implementation of a new fault in what was obtained in the entire study pavement and before it We were able to satisfactorily know the condition of the pavement that was failed and very bad as mentioned above, in which when applying the U-TCP technology, this being the extension of the TCP, we could conclude that this technology is very beneficial since the fiber addition to prevent failure so the pavement can reach its estimated life time.

**Keywords:** Failures, evaluation, pavement, flexible, ASTM D6433-20, Opti pave2, U-TCP.



# **I. INTRODUCCIÓN**

Los pavimentos a nivel mundial tienen un determinado tiempo de vida útil, es decir, que son diseñados para una duración estimada; esto se cumple siempre y cuando se lleve una adecuada evaluación superficial para poder percibir la aparición de las posibles fallas para proponer la intervención del pavimento que requiere ya sea mantenimiento y rehabilitación, y ante ello solucionarlo de manera inmediata, para que finalmente cumpla el tiempo estimado. Es muy importante la evaluación superficial que determina el estado del pavimento, es decir, permite la determinación de variedades de fallas que puede presentar un pavimento en este caso de tipo flexible con evaluaciones superficiales, de manera sostenible y aceptable para determinar la propuesta de mejoramiento.

Según Vergara (2015) explico:

El pavimento es diseñado para un determinado periodo de vida útil, para que durante la vida útil puedan resistir adecuadamente las repetidas cargas de tránsito en lo cual se basó su diseño, pero para ellos es muy importante que se realicen constantes evaluaciones superficiales, para poder saber el estado del pavimento y ante ello poder hacer los respectivos mejoramientos que necesite (p.14)

En la actualidad nuestro país, la mayoría de pavimentos de tipo flexible se encuentra en un estado muy crítico por lo que no logran culminar su tiempo de vida útil, esto se debe a la ausencia de un apropiado monitoreo de las fallas que conlleva a que estas fallas vayan aumentando de manera progresiva y el pavimento se deteriore en un corto tiempo. Es por ello que la problemática de esta investigación se enfoca en la evaluación de fallas de pavimento flexible para detallar el estado superficial de condición de la pavimentación con el respectivo método de PCI actualizado del año 2020, ya que permite la evaluación de la condición del pavimento de una manera metodológica normada que brinda de manera detallada la condición real del pavimento ya que en esta problemática las personas que transitan y transporte vehicular son las más afectadas. Según los investigadores del ASTM-D6433-20 (2020) explicaron:

El método de por su sigla en inglés Pavement Condition Index – PCI es la evaluación del pavimento para cuantificar su condición, en el cual obtiene el índice de integridad y condición del pavimento en la superficie donde se

encuentre, con el fin de hallar el mantenimiento y reparación que necesite con respecto a su condición real que se encuentre dicho pavimento. (p.1)

Según Rodríguez & Tacza (2018) dijeron:

El estado crítico de los pavimentos de las vías se debe a la ausencia de un monitoreo adecuado por los gobiernos, ya que se debe a la ausencia de ejecución de planes de conservación por lo que genera un costo elevado antes los daños o fallas que se encuentre en dichos pavimentos, por lo que afecta al usuario que tienen vehículo y peatones que transitan por la vía. (p.13)

Es por ello que nuestra investigación se enfoca en estudio del tramo de la calle Santa Rosa de San Gabriel que le pertenece al distrito de Villa María del Triunfo en la ciudad de Lima. La calle en estudio tiene una longitud total de 686.56 metros y un ancho de carril de 5.70 metros en lo cual fue habilitada a fines del año 2005 a partir de una gestión de transporte impulsado por la municipalidad de dicho distrito para mejorar el tránsito de los vehículos en general en ambos sentidos, la gestión consistió en realizar la habilitación de pavimentación de dos carriles de aquella calle. Por lo que debido a muchos factores como el uso de circulación alterno cuando se estaban construyendo las avenidas principales o por el mismo clima de la zona y entre otros, generaron que se observe grandes deterioros (Ver Figura 01,02 y 03), ya que en aquella calle de estudio presenta la mayoría de las fallas que tiene el método PCI, en lo cual genera un gran problema para la transpirabilidad, comodidad y seguridad para los usuarios que circulan diariamente por esa calle.

Nuestra justificación de la presente investigación tiene la importancia de evaluar superficialmente los daños o fallas del pavimento (flexible) para poder saber el estado superficial en que se encuentra actualmente la zona de estudio, que es en la calle Santa Rosa de San Gabriel de V.M.T con el método de PCI (índice de condición del pavimento), donde se plantea la propuesta de diseñar un pavimento rígido con la tecnología U-TCP para dar solución con respecto a la problemática, por lo que tiene un aspecto económico positivo ya que con la tecnología aplicada podemos detallar un ahorro económico en lo cual al

mantenimiento y durabilidad de la zona de estudio con el fin de poder beneficiar a dicha población de dicha zona de estudio.

Según Hiliquín (2016) explicó:

Al evaluar la condición de estado del pavimento de tipo flexible, se hace con los respectivos procedimientos estándar normados según la metodología de PCI, ya que es únicamente el método de evaluación completo y con calificación objetiva para los pavimentos de caminos y estacionamientos, el ASTM D6433-16 (Método PCI) determina la clase, severidad y magnitud del daño encontrado. (p.6)

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue: ¿Cuál es el diseño del pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes

PE1: ¿Cómo la aplicación del ASTM D6344-20(Método PCI) influye en los parámetros de Diseño en la Calle Santa Rosa, VMT 2020?

PE2: ¿Cómo influye la determinación de las fallas estructurales ante el diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP en Calle Santa Rosa, VMT 2020?

PE3: ¿Cuál es presupuesto al hacer el Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020?

El objetivo general fue: Determinar el diseño del pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020

OE1: Establecer como la aplicación del ASTM D6344-20(Método PCI) influye en los parámetros de Diseño en la Calle Santa Rosa, VMT 2020

OE2: Analizar cómo influye la determinación de las fallas para diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP en Calle Santa Rosa, VMT 2020

OE3: Determinar el presupuesto al hacer el Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020

## **II. MARCO TEÓRICO**

A continuación, se da a conocer los Antecedentes Nacionales investigados que son: Pari (2019), aplico la metodología de losa con geometría optimizada (TCP) para diseñar un pavimento rígido en Puno y a la vez diferenciarlo de la metodología ASSHTO 93. Su estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Le resultado con la metodología primera mencionada un espesor de losa de 12 cm y una dimensión de losa de 1.5m de largo y 1.85 de ancho y con el segundo método le resultado un espesor de 15cm y dimensión de losa de 3 m de largo y 3.70 m de ancho; por los que diferencio de manera concluyente al utilizar la metodología TCP es técnicamente segura, comfortable y económica.

Mori (2018), hizo la evaluación de las fallas del pavimento flexible con PCI y su respectiva mantenimiento o conservación con el manual de MTC. Su investigación fue de diseño no experimental y enfoque descriptivo aplicado. Con el objetivo general de usar el método PCI e investigar los tipos mantenimiento o conservación según el MTC con el fin de elaborar un plan de mantenimiento o conservación según lo que el pavimento requiera ante la evaluación. Su PCI de la zona de estudio resulto estar en una estado Malo y Muy Malo lo cual requieren una intervención inmediata para la conservación del pavimento.

Lavado (2018), investigo sobre la innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con losas cortas más conocido como TCP. Con el diseño de investigación experimental, enfoque cuantitativo, nivel explicativa y tipo aplicada. Su objetivo principal fue evaluar la influencia de la innovación tecnológica con losas cortas en la zona de estudio del investigador, en lo cual concluyo que el método de losas cortas o TCP influye importantemente en la construcción de pavimentos rígidos ya que en la zona de estudio es una zona con vías de mal estado en ese tiempo y en lo que al aplicar diseño TCP resulta ser una ventaja en el ámbito económico , estructural , de vida útil y lo más importante en la disminución de mantenimiento.

Leguía y Pacheco (2016), tuvo como objetivo primordial evaluar la superficie de manera superficial del pavimento flexible en la zona de estudio elegida con la metodología PCI. Su investigación fue de diseño no experimental (realizo los procesos según el ASTM-03) – descriptiva (se hizo la evaluación de forma visual) y enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Su condición de su pavimento en

evaluación según la metodología antes mencionada resulto en un estado regular con un PCI 51.84 y bueno de 59.29.

González (2015), investigo las fallas o daños del pavimento flexible con el objetivo particular de evaluar y analizar el estado de pavimento que se encuentra, ya que tuvo que ser inspeccionado para saber los daños y de esa manera poder clasificarlos según el estado de severidad según los formatos de la metodología de PCI que indica para poder determinar las posibles propuestas de mantenimiento. También tuvo la metodología de manera descriptiva-no experimental y de enfoque cuantitativa y cualitativa ya que el proceso fue de manera numérica y con el fin que los resultados se describen, y concluyo que el pavimento se encontraba en un porcentaje de 2.66% de fallas en lo que indica que esta bueno.

Medina & De la Cruz (2015); superficialmente evaluó el pavimento con el método de PCI, tuvo como objetivo la determinación de la condición del pavimento con el fin de decir si la zona intervenida es apta para brindar los servicios respectivos en lo cual fue diseñado para el beneficio de los usuarios que transitan por dicha zona, tuvo como metodología cuantitativa ya que se enfocó en desarrollar el procedimiento del PCI y determinar la condición del pavimento, y tuvo como conclusión que la vía cumple con los requisitos de brindar calidad de vida útil del servicio según la metodología normada que usó.

Mendoza (2015), hizo la evaluación del diseño de losas cortas (TCP) con el objetivo principal de determinar las tensiones en el pavimento utilizando la tecnología TCP y método AASHTO 93 en la zona de estudio elegida por el autor, en lo cual concluyo que al utilizar la tecnología TCP para el diseño es una alternativa potencial ya que tiene ventajas económicas y rendimiento de resistencia ante las tensiones vehiculares, y en lo que es la utilización del método AASHTO 93 les resulto tener un espesor de losa de 20 cm que le resulto ser mayor según a lo que le salió al TCP un espesor de 10 cm.

Además, los Antecedentes Internacionales investigados fueron: Romero (2017) investigo la cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible, y tuvo como objetivo primordial es caracterizar los tipos de incidencia de las anomalías dadas pavimento flexible. La metodología fue de un texto retrospectivo, también se realizó la inspección y medición de las patologías. y concluyó que la inspección visual se reportó datos de patologías encontradas

tanto por factores de desecación como por el clima y entre ellas tenemos las más conocidas como fisuras de bloque y piel de cocodrilo, también se vio 18 que en la zona se presenta un tránsito de vehículos con carga de productos cultivados en dicha zona y que transitan muy frecuente.

Hurtado (2016). Realizo la evaluación funcional y estructural para hallar el desgaste en la vía; tuvo como objetivo general fue: Examinar el estado del pavimento vial de manera superficial, empleando un estudio eficaz y estructural que hallen las fallas y el estado del pavimento; la conclusión fue que la examinación de la vía tiene de todas las propiedades y cumplimientos para poder incorporar una recuperación y reparación de carreteras de iguales características y cercanas, mencionando los parecidos en los principales parámetros que se requieran. El pavimento de la sección analizado se halló en estados regulares y pobres por lo que se requiere reparaciones que aumenten la serviciabilidad.

A continuación, las teorías relacionadas con nuestras variables: Variable independiente: Aplicación de ASTM D6433-20 (Método PCI con la actualización del año 2020) y Variable dependiente: Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP y lo que se investigó fueron:

De acuerdo a los creadores del MTC (2018) definen pavimento flexible como: (a) superficie de rodadura es la parte superficial del pavimento que tiene el fin de soportar la circulación de vehículos; (b) La base es la capa de apoyo inferior a la capa de rodadura, construido de material granular en la cual obtiene la mayor carga de esfuerzos generados por el tránsito; (c) la Sub-base es la capa que soporta las capas de base y de rodadura, de material granular grueso que tiene resistencia a la erosión permite que se drene libremente y funcione de manera adecuada; (d) la Sub-Rasante es la capa de suelo compactado que se encuentra debajo de la Sub-base por la cual constituye la cimentación de la estructura del pavimento. (p.12)

Según los creadores del MTC (2018) definen pavimento flexible como:

El pavimento flexible conformado con material bituminosos como aglomerante, agregados y de ser el caso con aditivos, lo cual posibilita que se generen deformidades en las capas inferiores sin que se produzca un daño hacia la estructura. Está constituido por capa de rodadura, base, sub base y sub rasante (ver Figura 04). Este tipo de pavimento es económico ante el pavimento rígido (p.17)



Según los creadores del MTC (2018) definen pavimento rígido como:

El pavimento rígido está formado por concreto (cemento PORTLAND) en la cual se apoya en la sub base y en la sub rasante (ver Figura 04) por lo que su objetivo fundamental es transmitir directamente las cargas vehiculares al suelo. Este tipo de pavimento puede ser elaborado con aditivos con el fin de mejorar su resistencia (p.17)

Según los creadores del ASTM D6433-20 (2020) indicaron:

El índice de condición del pavimento (PCI: por su sigla en inglés Pavement Condition Index), Es la evaluación de pavimentos flexibles y rígidos de manera superficial por medio de la inspección visual del tramo del pavimento tomando en cuenta la clase, severidad y cantidad de daños que presente el pavimento, con el fin de desarrollar la metodología para obtener el índice de integridad del pavimento y la condición operacional de la superficie, que permite determinar las necesidades que requiere como: mantenimiento, reparación y reconstrucción en función a la condición real del pavimento. El PCI a través de su procedimiento nos brinda un índice numérico que puede variar de 0 a 100, de esta manera se podrá clasificar el pavimento flexible siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor (Ver tabla 01). (p.2).

Los materiales que se utilizan son los siguientes: Un flexómetro de 5 m, para realizar la medición y evaluar las fallas mínimas de 5 m; una regla de aluminio, para medir la distancia del desnivel o deformaciones del pavimento; una cámara de un teléfono móvil, para el uso de registro visual de las fallas que se han encontrado en el tramo de estudio; una hoja de registro de datos, un registro de la información que se consiguió durante la indagación visual como la ubicación, el nivel de severidad, etc.

De acuerdo a los creadores del ASTM D6433-20 (2020) indicaron, los tipos de daños (ver tabla 02) en pavimento flexible son: (1) Piel de cocodrilo es secuencia de grietas o fisuras relacionadas entre sí, que se producen debido a la fatiga de la capa exterior bajo el constante apoyo de las cargas generadas por los vehículos que transitan. (Ver Figura 05, 06 y 07); (2) La exudación consiste en la aparición del material graso, el cual se asemeja a una área brillante y reflectora y pegajosa (en tiempos cálidos), es producida por el uso de exageración del asfalto, exceso de sellante. Sucede cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en temperaturas altas es ahí cuando ocurre el extendimiento de la

superficie. (Ver gráfico 08, 09 y 10); (3) los agrietamientos en bloque se observan cuando existen grietas que dividen el pavimento en formas rectangulares, pueden variar sus dimensiones, se produce por la contracción del asfalto y los factores de temperatura externos. Estas se pueden producir en un área donde no se transiten. (Ver Figura 11, 12 y 13); (4) los abultamientos y hundimientos consisten en que la parte del hundimiento podemos obtener que son desplazamientos hacia la dirección de abajo, son pequeño y tipo abruptos, en la superficie del pavimento y en el desplazamiento hay distorsiones solamente ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando como daños grandes o largas depresiones en el mismo pavimento, llamándolo así "Ondulaciones". (Ver Figura 14, 15 y 16); (5) la corrugación consiste en una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a los intervalos bastantes regulares. Usualmente menor de 3.0 más cimas son mayormente perpendicular a la dirección de tránsito. (Ver gráfico 17, 18 y 19); (6) la depresión viene a ser la superficie del pavimento con cada uno de los niveles ligeramente más bajo que el pavimento a su alrededor. Los hundimientos a diferencia de las depresiones son las caídas bruscas del nivel (ver Figura 20,21 y 22); (7) Agrietamiento del borde se produce a las grietas en forma de media luna, vienen a ser paralelos y, se encuentra a una distancia relacionada entre 0.30 y 0.60m en los bordes exteriores del pavimento (ver Figura 23, 24 y 25); (8) Agrietamiento por reflexión de junta ocurre en pavimentos con superficies asfáltica, que se viene realizando sobre una losa de concreto de cemento Portland. Y estos daños no se viene produciendo con las cargas, ya que las cargas tránsito vehicular, ya viene produciendo por la rotura del concreto asfáltico muy cerca de las grietas. (Ver Figura 26, 27 y 28); (9) el desnivel carril/berma se produce por el desnivel de carril, se debe a que se produjo por erosión de la berma o también podría ser a la sobre carpetas en la calzada sin ajustar. (Ver Figura 29,30 y 31); (10) grietas longitudinal y transversal, con respecto a las grietas longitudinales se puede decir que son paralelos al eje del pavimento. Con respecto a las grietas transversales tiene una expansión a través del pavimento en un aproximado de un ángulo recto al eje de la misma dirección de construcción. (Ver Figura 32,33 y 34); (11) Parcheo y acometidas de servicio ocurre cuando una parte del área del pavimento, de la cual se va a reconstruir sobre el pavimento existente. (Ver Figura 35,36 y 37); (12) el pulimento de agregados se produce a la repetición

constante de las cargas de tránsito. El pulimento del agregado, debe ser considerado y contarse cuando un examen revela que el agregado ya existente se extiende sobre la superficie (ver Figura 38); (13) los huecos se le considera como depresiones pequeñas dentro de la superficie del pavimento. Con un tránsito frecuente, los huecos, se le considera como daños asociados a las condiciones de la estructura. (Ver Figura 39,40 y 41); (14) el cruce de vía férrea se asocia a las depresiones o abultamientos alrededor entre los rieles. (Ver Figura 42,43 y 44); (15) ahuellamiento viene a ser la depresión dentro de la superficie de las huellas que dejan marcando las ruedas del vehículo. Se deriva de una deformación permanente en cualquier parte de las capas dentro del pavimento. (Ver Figura 45,46 y 47); (16) desplazamiento es el corrimiento longitudinal de un área localizada dentro de la superficie del pavimento. También ocurre cuando tenemos el pavimento de tipo concreto asfáltico (Ver Figura 48,49 y 50) ;(17) Grieta parabólica son en forma media luna creciente. No tiene una relación con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada (Ver Figura 51,52 y 53); (18) hinchamiento tiene la característica en forma de pando hacia la dirección de arriba de la superficie del pavimento trabajad. Puede estar acompañado de agrietamientos superficiales (Ver Figura 54); (19) desprendimientos de agregados tienen la característica de que su pérdida dentro de la superficie del pavimento se debió a la pérdida del gigante asfáltico. La pérdida de los agregados se debió al derramamiento de aceite y también se le consideran como desprendimientos (Ver Figura 55,56 y 57) ;(20) Meteorización (Desgaste superficial) -Asfalto de mezcla denso de baja severidad trata del desgaste del aglutinante de asfalto y la matriz de agregado fino (Ver Figura 58 y 59).

Según los investigadores de la TCPavements (2016) indicó:

Los pavimentos U-TCP (Ultra Delgados de Hormigón) son una extensión de la tecnología de los pavimentos TCP, por lo que se diferencian por tener losas de menores dimensiones que las normales o tradicionales, por lo que se adjuntan a la fibra estructural con la mezcla convencional del hormigón o concreto y se diseñan con geometría optimizada solo en zonas de vías de bajo volumen de tránsito. En lo cual tiene una peculiaridad en su proceso constructivo de que se coloca de forma directa sobre el terreno natural, sin necesidad de la base, en caminos en que el suelo de sub-rasante se

encuentren en alto nivel de compactación debido al paso histórico tránsito vehicular de todo tipo después de un perfilado. (Pg. 5)

Una de las grandes ventajas al utilizar dicha tecnología es que se puede diseñar con el software Optipave2, y también que los espesores del pavimento de hormigón pueden variar entre 6 y 12 cm, por lo que las adiciones de las fibras estructurales en el hormigón ayudan a permitir mejorar su matriz cambiándolo al a un material muy dúctil, con figuración más controlada y que aumente la resistencia con respecto a la fatiga provocando aumento de durabilidad.

Según los investigadores de la TCPavements (2016) indicó:

Las ventajas ante la adición de fibras al hormigón ya sea de polipropileno o de acero provocan que se produzca la unión de las fisuras del hormigón convirtiéndolo en un entramado que evita su rotura frágil, mejora el comportamiento de las fatigas, aumenta la resistencia de la capacidad de la losa por punzonamiento, aumenta la resistencia de la tracción del hormigón y con dicho pavimento se puede disminuir los espesores cuando las tensiones principales se encuentren en la cara inferior, algo parecido a las losas tradicionales de TCP.(pg. 6)

Según los creadores de la Diseño Optipave 2 (2016) indicaron:

El software de Diseño Optipave 2, es la segunda versión del programa de diseño de losas con geometría optimizada, el cuál fue desarrollado en lenguaje java. En esta segunda versión el programa calcula las tensiones en el pavimento, utilizando el concepto de estructura equivalente y redes neuronales. (Pg.4)

De acuerdo a los creadores del software Optipave 2 (2016) indicaron, los parámetros que requiere dicho software para el diseño de pavimento: (1) Parámetros de Diseño del Tipo de Pavimento: (a) Vida de Diseño, (b) Largo de Losa, (c) Espesor de la Losa de Hormigón, (d) Espesor de la Losa de Hormigón, (e) Tipo de Borde, (f) Confiabilidad; (2) Tráfico: El programa permite ingresar el tráfico como parámetro de diseño; (3) Propiedades del Hormigón: Se basa en la resistencia del hormigón o concreto, donde se especificara la resistencia y característica de este; (4) Parámetros del Suelo: Es la información del CBR del suelo que se necesita para poder hacer el diseño; (5)Clima: El clima se ingresa a través de bases de datos de las diferentes localidades del país que se encuentre el pavimento.(p.4)

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, por lo que tomamos el proceso de la normativa ASTM D6433-20 para poder aplicarlo en el presente proyecto de investigación con el fin de obtener el estado del pavimento flexible para consiguiendo darle la propuesta de diseño de pavimento rígido con la tecnología U-TCP con el fin de hacer mejoramiento en la parte económica y de durabilidad y entre otros factores. (Ver figura 60).

El diseño de investigación es no experimental, por lo que, a la medida de estudiar y describir el problema del presente proyecto de investigación, se elabora sin alterar el contorno natural de la zona de estudio. Y de carácter de medida cuantitativo, por lo que se utilizará la evaluación superficial con la metodología de PCI y los resultados de datos se medirá mediante números y en la parte del diseño se elaborará con el pavimento rígido con tecnología U-TCP en lo que se diseñará de manera cuantitativa.

Y de alcance descriptivo, porque se describe el estado actual de la zona de estudio a través del análisis visual se describirá los daños recurrentes del pavimento flexible en la zona de estudio de manera superficialmente para posteriormente clasificarlos según la normativa ASTM D6433-20 o más conocido como el método PCI.

Por lo que también es de alcance transaccional o transversal ya que se realizará recolección y mediciones de datos en una sola intervención en la zona de estudio sin alterarlo y ante ello analizarlo.

Según Gonzales Chávez (2015) explico: "Las investigaciones de diseño no experimental se dan porque estudian y describen la causa el problema tal como está presente en el contexto natural, sin intervenir en la zona de estudio, si no de manera superficial". (p.60)

Según Gonzales Chávez (2015) explico: "las investigaciones de tipo descriptivo se llaman a causa de detallar la realidad tal cual se encuentre, interviniendo de manera superficial, es decir sin alterar su contexto original". (p.60)

Según Aucchahuaqui y Corahua (2016) explicaron: “La investigación no experimental es investigación se basa en que las variables no se manipulan.” (p.122)

Según Hernández & Fernández (2006) explican: “Las investigaciones transversales recopilan los datos necesarios en un tiempo único con el fin de detallar las variables.” (p.54)

### 3.2 Variables y operacionalización

Las Variables a continuación son:

Variable Independiente: Evaluación Superficial (El método PCI) que tiene como definición Según los investigadores del ASTM D6433-20 (2020) dijeron: “Registro de fallas, luego de haber realizado la observación del terreno de rodamiento, el cual se tendrá que realizar una inspección a fondo con el fin de hallar la clase, severidad y la clase de falla del área que fue dañada; consiste en una puntuación numérica que se le otorga al ser evaluado, la calificación puede variar de 0 a 100”.

Variable dependiente: Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP que tiene como definición según los creadores de la Tecnología U-TCP (2016). “Son pavimentos de rígidos o de hormigón ultra delgados (8-12 cm de espesor), los cuales se diseñan para caminos de bajo tránsito y pueden ser colocados sin construir una base granular, previamente nivelado, aprovechando la compactación del terreno por el tránsito histórico. Los U-TCP se diseñan con hormigón reforzado con fibra para extender su vida útil en el tiempo.”

Operacionalización de variables (Ver el anexo 1: Matriz de operacionalización de variables)

### 3.3 Población, muestra y muestreo

A continuación, se detalla la descripción de: población, muestra, muestreo y unidad de análisis.

Población: Se basa en la calle Santa Rosa de San Gabriel de V.M.T. que tiene una longitud 687.48 m. y un ancho de 5.70 m obteniendo un área total de 3918.636m<sup>2</sup> ver en la Figura N° 59 por la que comprende:

La población de estudio de la investigación comprende en el distrito de Villa María del Triunfo -San Gabriel en toda la calle de Santa Rosa

Ancho de Calzada: 5.70m por calzada

N° de Calzadas: 1 calzada sin Separadores

N° de Carril: 2 carriles en la calzada

Tipos de vehículos en la calle: Motos Lineales, Moto taxis, Combis, Camiones, Camionetas, Camiones, etc.

El tramo Investigado es de doble vía que tiene una afluencia de vehículos constante.

Muestra:

Se tomará todas las unidades de la población, ya que según los creadores de la normativa nos indica que:

Para la evaluación de un pavimento flexible se deben inspeccionar todas unidades del pavimento de muestreo; en consecuencia, de no poder tomar todas las unidades de muestras se podrá optar con ecuación (ver figura 60) y seguir con el procedimiento de la metodología.

Y es por ello que se tomara todas las unidades como muestras, ya que nos salió un resultado de 17 unidades con respecto a la población total para inspeccionar, es decir, la población tiene un total de 17 unidades de análisis (secciones del pavimento de estudio) que se hallaron según la normativa antes mencionada (ver anexo 6: Cálculo del número de muestras).

Muestreo:

El muestreo es probabilístico, porque se selecciona las muestras según la normativa del ASTM D6433-20 que emplea la metodología PCI.

Unidad de análisis:

Según los creadores del ASTM D6433-20 (versión actualizada del año 2020) indicaron: "Las unidades de análisis deben tener el rango de área de  $225 \pm 90 \text{ m}^2$  (Ver Tabla 03) y que el pavimento flexible debe tener un ancho no mayor a 7.30 metros." (p.3)

La población total es 3918.636m<sup>2</sup> de área, el cual nos dio como resultado 17 muestras que tienen un área de 225 m<sup>2</sup> de unidad de análisis (ver anexo 6).



### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica: Para el desarrollo de la investigación se utilizará la técnica de observación que nos permitirá identificar de manera visual los daños del pavimento flexible que se desarrollará en campo, para posteriormente usar la técnica de procesamiento para desarrollarlo con la evaluación superficial que nos brinda la normativa ASTM D6433-20.

Instrumentos de recolección: En esta investigación se usará la ficha de registro (Anexo 3) que brinda la metodología PCI, donde se podrá registrar todos los datos que se requieran mediante la inspección visual que consecutivamente se procederá a colocarlo en la ficha de registro que se encuentra dentro de la evaluación superficial de la carpeta asfáltica o pavimento de tipo flexible. En lo cual este instrumento ya se encuentra validado por la normativa ASTM D6433-20.

Validez:

La validez del presente proyecto de investigación es el Método del PCI, debido a que este instrumento ya se encuentra validada por MTC.

Confiabilidad:

Los resultados de este trabajo de investigación son de confiabilidad debido a que se elaboraron teniendo en cuenta los procedimientos de la norma ASTM D6433 -20 (año 2020).

### 3.5 Procedimientos

En nuestra investigación se dio uso al método del PCI, en el cual se puede verificar en el procedimiento de inspección de campo, determinación del PCI y la propuesta de intervención para solucionar el pavimento. Se puntualizará los detalles a continuación:

Procedimiento de inspección de campo:

Previamente se comenzará haciendo el plano de la zona de intervención.

Determinar con la metodología de PCI las unidades de muestreo según la longitud total del pavimento flexible.

Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada, teniendo en cuenta que en cada unidad de muestra poner los parámetros de seguridad.

Registrar el tramo con número de sección.

Realizar la inspección con la ficha técnica en campo, identificando los daños, cuantificando cada nivel de severidad y registrando la información obtenida.

Tomar fotografías de los daños encontrados en cada unidad de muestra.

Determinación del PCI:

Se utilizará el programa de MS Excel para el hallazgo de la determinación del PCI.

Se calculará los valores deducidos (VD) que forma parte de la ficha de recolección de datos que fue proyectada al programa antes mencionado.

Para el cálculo de "VD" se deberá totalizar cada tipo y nivel de severidad de daño y consecutivamente se deberá colocar en la columna total de la ficha de recolección de datos (Anexo 3: Ficha de recolección de datos). En lo cual el daño se mide en longitud, área según indique el tipo de daño que es.

Después se dividirá la cantidad de cada tipo de daño con sus cualidades de medidas según corresponda a su tipo.

Se determinará el VD según cada tipo de daño con su respectivo nivel de severidad que nos brinda

Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas "Valor Deducido del Daño" que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

Si ninguno o tan sólo uno de los "Valores Deducidos" es mayor que 2, se usa el "Valor Deducido Total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido", CDV. De lo contrario, deben seguirse los pasos a continuación mencionados.

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor

Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación (ver figura 61).

El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Reduzca a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2 y repita el proceso ya antes mencionado hasta que q sea igual a 1.

El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Ante la obtención del máximo CVD, se deberá restar a este resultado 100 y luego se procederá a identificarlo según el rango de calificación del PCI.

Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP:

Ante la obtención de la condición del pavimento con la metodología PCI se definirá que el pavimento necesita una rehabilitación en lo cual se diseñara el pavimento de tipo rígido con la aplicación de la tecnología U-TCP donde se planteara la propuesta de solución de esta problemática.

### 3.6 Método de análisis de datos

Los datos se recopilarán en un cuaderno de campo para después realizar el análisis según la metodología de PCI que para ello nos ayudaremos del programa de Microsoft Excel para realizar los respectivos cuadros, tablas y gráficos que corresponda según la metodología.

### 3.7 Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación asegura que la información documentada y los resultados que se obtendrá se desarrollará con la normativa ASTM D6433-16 también llamada metodología de PCI y las propuestas de solución se obtendrá realizando un diseño del pavimento rígido con la tecnología U-TCP. Con el fin de haber llegado a la meta de cumplir con los objetivos planteados, de esta forma garantizamos la autenticidad de la investigación y además cumpliendo con el código de ética de la ingeniería civil, mencionando a continuación algunos artículos más significativos de la presente investigación son:

Según los creadores del código de ética de la ingeniería civil nos dicen:

Que los profesionales de ingeniería tendrán que cumplir con el reglamento o normativa de ética profesional para poder respetar los principios y conocimientos de los rectores que manifiestan la profesión. Y comportarse de manera honesta en la acción como profesional, contribuyendo el apoyo siempre de manera correcta para poder brindar los objetivos que así lo justifiquen.

Al ser el profesional requerido se deberá ser honrado y seguir los compromisos de la actividad profesional con la finalidad de aportar y respetar el cumplimiento de las obligaciones que se requiere para poder manifestar una ética correcta.

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1 Información de la zona de estudio:

Distrito: Villa María del Triunfo (VMT)

Región: Lima

Provincia: Lima

Calle: Santa Rosa

Ancho de Calzada: 5.70 m de calzada

N° de Calzadas: una calzada sin separadores con dos carriles

Tipos de vehículos en la calle: Motos Lineales, Moto taxis, Combis, Camiones, Camionetas, Camiones, etc.

#### 4.2 Índice de condición (PCI)

Una vez obtenido el resultado (ver Anexo 9: Determinación de PCI) de las 17 muestras evaluadas por la normativa ASTM D6433-20 en la zona de estudio, se elaboró el resumen de todas las muestras para determinar el índice de condición del pavimento general.

**Tabla 1**

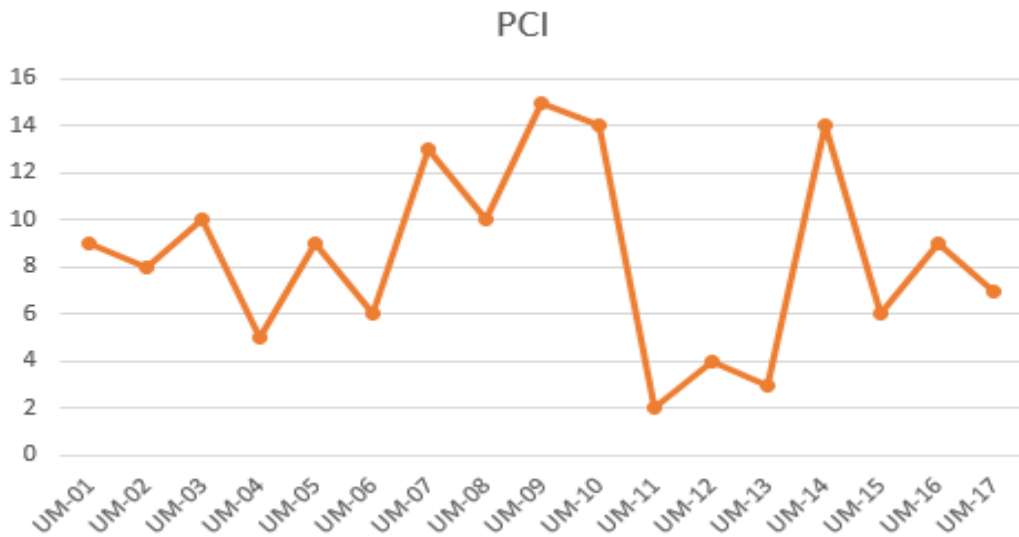
*Resumen de los resultados de índices de condición (PCI) de las muestras según normativa ASTM D6433-20.*

MUESTRA	SECCION	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	PCI
UM-01	Jr.La Luna - Psje Marte	0+000	0+040	9
UM-02	Psje Marte-Ca La Mar	0+040	0+080	8
UM-03	Ca La Mar	0+080	0+120	10
UM-04	Ca. 12 de Octubre /Ca. Jupiter	0+120	0+160	5
UM-05	Ca. 12 de octubre/Ca. Sauces	0+160	0+200	9
UM-06	Los Sauces/ Ca.Saturno	0+200	0+240	6
UM-07	Ca. Saturno / Ca. Los Planetas	0+240	0+280	13
UM-08	Ca. Los Planetas/ Ca. Los Jazmines	0+280	0+320	10
UM-09	Ca. Las Estrellas	0+320	0+360	15
UM-10	Ca. Los Astros	0+360	0+400	14
UM-11	Ca. Los Astros/Ca. Tupac Amaru	0+400	0+440	2
UM-12	Ca. Tupac Amaru /Psje S-N	0+440	0+480	4
UM-13	Psje S-N /Ca Talara	0+480	0+520	3
UM-14	Ca. Talara	0+520	0+560	14
UM-15	Ca. Tarapaca	0+560	0+600	6
UM-16	Ca. Tarapaca/ Ca. Dos de mayo	0+600	0+640	9
UM-17	Ca. Dos de mayo/Ca.La Libertad	0+640	0+680	7

Fuente: elaboración propia

El pavimento se encuentra en la clasificación del rango 0 – 10 y 10 – 25 según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología de PCI. Se presenta el perfil de los PCI obtenidos a lo largo de la calle Santa Rosa de la tabla 1 antes mencionada.

**Figura 1**  
*Perfil de PCI en la Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17)*



Fuente: elaboración propia

### 4.3 Condición del pavimento

Una vez obtenido el índice de condición del pavimento de las 17 muestras de la zona de estudio, se procedió a saber la condición del pavimento en que se encuentra. Por lo que a cada clasificación del rango de PCI de las muestras se le dio la calificación de la condición en que se encontraba.

**Tabla 2**

*Resumen de resultado de muestras según normativa ASTM D6433-20.*

MUESTRA	SECCION	PRO-GRESIV A INICIO	PRO-GRESIV A FINAL	PCI	CALIFICACION	PROPUESTA DE REHABILITACION
UM-01	Jr.La Luna - Psje Marte	0+000	0+040	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-02	Psje Marte-Ca La Mar	0+040	0+080	8	FALLADO	Reconstrucción
UM-03	Ca La Mar	0+080	0+120	10	FALLADO	Reconstrucción
UM-04	Ca. 12 de Octubre /Ca. Jupiter	0+120	0+160	5	FALLADO	Reconstrucción
UM-05	Ca. 12 de octubre/Ca. Sauces	0+160	0+200	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-06	Los Sauces/ Ca.Saturno	0+200	0+240	6	FALLADO	Reconstrucción
UM-07	Ca. Saturno / Ca. Los Planetas	0+240	0+280	13	MUY MALO	Reconstrucción
UM-08	Ca. Los Planetas/ Ca. Los Jazmines	0+280	0+320	10	FALLADO	Reconstrucción
UM-09	Ca. Las Estrellas	0+320	0+360	15	MUY MALO	Reconstrucción
UM-10	Ca. Los Astros	0+360	0+400	14	MUY MALO	Reconstrucción
UM-11	Ca. Los Astros/Ca. Tupac Amaru	0+400	0+440	2	FALLADO	Reconstrucción
UM-12	Ca. Tupac Amaru /Psje S-N	0+440	0+480	4	FALLADO	Reconstrucción
UM-13	Psje S-N /Ca Talara	0+480	0+520	3	FALLADO	Reconstrucción
UM-14	Ca. Talara	0+520	0+560	14	MUY MALO	Reconstrucción
UM-15	Ca. Tarapaca	0+560	0+600	6	FALLADO	Reconstrucción
UM-16	Ca. Tarapaca/ Ca. Dos de mayo	0+600	0+640	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-17	Ca. Dos de mayo/Ca.La Libertad	0+640	0+680	7	FALLADO	Reconstrucción

Fuente: elaboración propia

Ante la aplicación de la normativa ASTM 6433-20 en toda la zona de estudio del pavimento flexible nos determinó que se encuentra en una clasificación fallado y muy malo por lo que la opción más factible de solucionar esta problemática ante la obtención de este resultado es plantear un diseño con una tecnología que se adecue a las medidas de la problemática de dicha zona.



**Tabla 3**

*Porcentaje de condición del pavimento de las 17 de la calle santa Rosa*

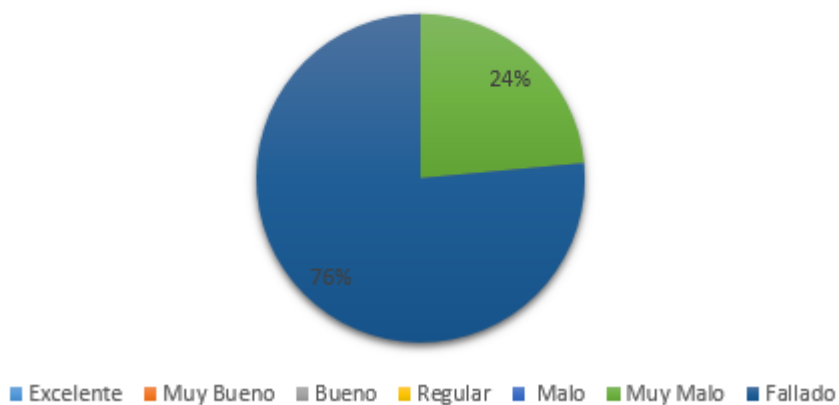
<b>Clasificación</b>	<b>UM</b>	<b>AREA</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Excelente	0	0	0.00%
Muy Bueno	0	0	0.00%
Bueno	0	0	0.00%
Regular	0	0	0.00%
Malo	0	0	0.00%
Muy Malo	4	1120	23.53%
Fallado	13	3,640.00	76.47%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>4,760</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia

**Figura 2**

*Porcentaje de la Condición del pavimento Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17)*

### PORCENTAJE DE LA CLASIFICACIÓN EN EL PAVIMENTO



Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra el resumen de la condición del pavimento, se observa que el 24% está en la clasificación "Muy malo" y el 76% en la clasificación de "Fallado".

#### 4.4 Resultados de los parámetros para el diseño del pavimento rígido.

Ver detalladamente el Anexo 10: Recopilación de datos de la zona de estudio para el diseño.

##### 4.4.1 Estudio de mecánica de suelo:

En la presente investigación se tomó los resultados de suelo del expediente llamado "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, PEATONAL Y HABILITACIÓN DE ÁREAS VERDES EN LAS AVENIDAS DEL P.J. JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI (SECTOR JCM 1 ETAPA, SECTOR 30 DE AGOSTO, SECTOR VALLECITO BAJO), ZONA 1 - JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - REGIÓN LIMA" aprobado por la municipalidad distrital de Villa María Del Triunfo y realizado con la normativa E-050 sobre suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones con las modificaciones vigentes.

Donde nos referenciamos de las calicatas elaboradas de acuerdo a la norma ASTM D-2488 más cercanas a la zona de estudio como se ve en la figura inferior y entre ellas las más identificables con la zona de estudio son: C-8, C-13 y C14.

### Figura 3

*Toma de referencia de las calicatas en la Calle Santa Rosa*



**Tabla 4**

*Clasificación de suelos según calicatas con respecto a la Calle Santa Rosa.*

<b>Calicata</b>	<b>Muestra</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
C-8	M-01	0.30-1.50	GP	A1-a(0)
C-13	M-01	1.30-1.50	SP	A-2-4(0)
C-14	M-01	1.30-1.50	SP	A-2-4(0)

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Tabla 5**

*Resumen de resultados de CBR en Suelos de las calicatas más representativas según a la zona de estudio.*

<b>CALICATA</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>	<b>ENSAYO DE C.B.R</b>				
			<b>MDS (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>O.C.H (%)</b>	<b>HIN- CHAMIENTO (%)</b>	<b>CBR 100%MDS</b>	<b>CBR 95%MDS</b>
C-8	GP	A1-a(0)	2.01	5.1	NO PRESENTA	28.7	25.4
C-13	SP	A-2-4(0)	1.84	7.9	NO PRESENTA	23.4	21.1
C-14	SP	A-2-4(0)	1.67	6.3	NO PRESENTA	25.3	22.9

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**CBR DE DISEÑO** Se empleó el CBR de diseño de 21.1% al 95% MDS el cual es el menor hallado en la zona Estudio.

#### 4.1.1 Clima:

El clima en Villa María del Triunfo es normalmente húmedo, debido a los cerros, presenta una temperatura estable que no es ni muy calurosa, ni muy fría, en invierno, la cantidad de frío aumenta y en verano podemos observar que se hace presente un clima muy cálido y soleado. Tiene una temperatura media anual 19.6°C.

**Tabla 6**

*Resumen anual de temperatura.*

<b>Mes</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Enero	<b>25</b>	18
Febrero	<b>26</b>	19
Marzo	<b>26</b>	19
Abril	<b>23</b>	17
Mayo	<b>21</b>	25
Junio	19	25
Julio	18	<b>14</b>
Agosto	18	<b>14</b>
Setiembre	18	<b>14</b>
Octubre	19	<b>14</b>
Noviembre	21	<b>15</b>
Diciembre	<b>23</b>	<b>17</b>
<b>Promedio</b>	24	14.7
<b>Promedio</b>	19.6	

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2 Estudio de Trafico:

**Figura 4**

Resumen de los resultados de estudio de tráfico diario



### FORMATO DE RESUMEN - SEMANA ESTUDIO DE TRAFICO

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 30-10-2020  
 Sentido: : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrallers			Trailers				TOTAL	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2		>=C3R3
Grafico																			
DOMINGO	1,104	455	17	212	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1,798
LUNES	1,403	662	49	203	4	0	0	6	14	0	9	0	0	0	0	0	0	0	2,350
MARTES	1,474	709	27	214	1	0	0	6	23	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2,460
MIERCOLES	1,555	650	58	210	2	0	0	6	30	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2,518
JUEVES	1,513	742	56	234	5	0	0	9	32	0	8	0	0	0	0	0	0	0	2,599
VIERNES	1,546	726	46	216	1	0	0	13	27	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2,582
SABADO	1,502	750	33	219	1	0	0	0	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2,525
<b>Total</b>	<b>10,097</b>	<b>4,694</b>	<b>286</b>	<b>1,508</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>149</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16,832</b>
IMD	1,443	671	41	216	3	0	0	6	22	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2,408
IMD 2024	1,628	757	47	244	4	0	0	7	25	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2,719

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7***Resultado del Transito proyectado al año 2024*

<b>CALCULO TASA DE CRECIMIENTO</b>	
To : Transito Proyectado al año en veh/día	2,405
n : Número de años del periodo de Diseño	4
r : Tasa anual de crecimiento de tránsito	4.1%
<b>Tn :Transito proyectado al año 2024</b>	<b>2,714</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8***Resultado del IMD 2024 Ajustado*

<b>TIPOS DE VEHICULOS</b>	<b>IMD 2024</b>	<b>IMD 2024 AJUSTADO</b>
Moto	1,628	543
Taxi		
Automovil	757	757
Camioneta		
Pick Up	47	47
Camioneta Rural	244	244
Microbus	4	4
<b>TOTAL</b>		<b>1,595</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9***Resultado del ESAL (Ejes Equivalentes)*

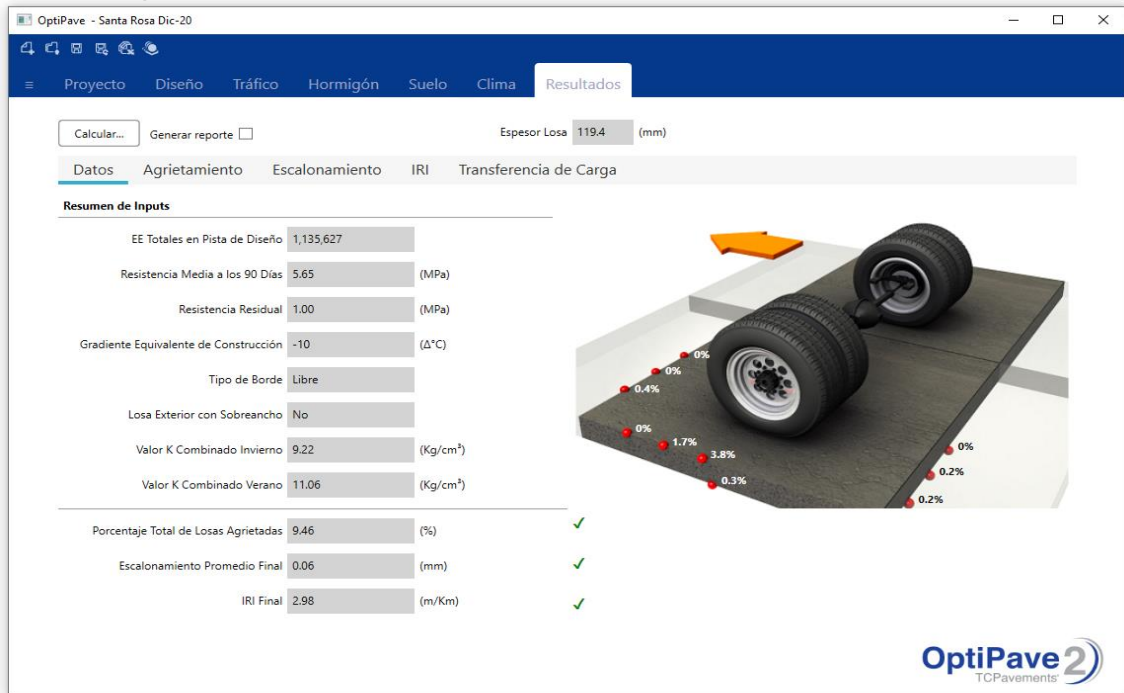
TIPOS DE VEHICULOS	IMD 2024	VEH/AÑO	VEH/CARRIL	FACTOR CAMION	ESAL CARRIL	FACTOR CRECIMIENTO	ESAL
Mototaxi, Automoviles, Camioneta	1,595	582,175	291,088	0.0004	116.4352	30.0890	3,504.00
B2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
B3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
C2	7	2,555	1,278	4.6077	5,888.6406	30.0890	177,184.00
C3	25	9,125	4,563	4.7308	21,586.6404	30.0890	649,520.00
C4	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
T2S1 / T2S2	7	2,555	1,278	7.9425	10,150.5150	30.0890	305,419.00
T2S3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
T3S1 / T3S2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
T3S3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
C2R2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
C2R3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
C3R2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00
<b>TOTAL ESAL (EJES EQUIVALENTES)</b>							<b>1,135,627.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 4.5 Resultado del diseño del pavimento rígido utilizando la tecnología U-TCP

**Figura 5**

*Resultado del diseño de pavimento rígido con la tecnología U-TCP a través del software OptiPave 2*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: A base del resultado del diseño de pavimento rígido aplicando la tecnología U-TCP nos dio el espesor de losa de 119.4 (mm) que por temas constructivos se redondea a 12 cm donde las dimensiones de la losa son 1.75 m de largo y de ancho 1.50 m, donde estos resultados se encuentran en el rango de dimensiones de losas cortas con geometría optimizada de la tecnología U-TCP.



## 4.2 Presupuesto:

**Figura 6**

*Resultado del Presupuesto a base del diseño de pavimento rígido con la tecnología U-TCP*

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>11,886.77</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.4 X 3.6 m INCL. COLOCACIÓN	u	1.00	1,146.21	1,146.21
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	est	1.00	6,300.00	6,300.00
01.03	ALQUILER DE OFICINA,ALMACEN	mes	1.00	2,000.00	2,000.00
01.04	TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR	u	8.00	147.57	1,180.56
01.05	SERVICIO DE ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS	mes	1.00	1,260.00	1,260.00
02	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>17,594.19</b>
02.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	5,831.42	5,831.42
02.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	est	1.00	3,761.46	3,761.46
02.03	CUMPLIMIENTO PROTOCOLO COVID-19	est	1.00	8,001.31	8,001.31
03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>36,890.23</b>
03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4,064.82	1.22	4,959.08
03.02	TRAZO,NIVEL Y REPLANTEO CON EQUIPO	m2	4,064.82	1.23	4,999.73
03.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	m2	4,064.82	4.59	18,657.52
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	304.86	27.14	8,273.90
04	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>29,429.12</b>
04.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	284.54	9.86	2,805.56
04.02	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACION DE BASE EXISTENTE e=0.20m	m2	4,064.82	4.08	16,584.47
04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	369.90	27.14	10,039.09
05	<b>PAVIMENTO</b>				<b>264,694.52</b>
05.01	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>264,694.52</b>
05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m2	163.26	48.97	7,994.84
05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO F'c =350 KG/CM2	m2	4,064.82	50.35	204,663.69
05.01.03	PLANCHADO, ACABADO BARRIDO	m2	4,064.82	1.96	7,967.05
05.01.04	CURADO QUIMICO PARA SUPERFICIE DE LOSA	m2	4,064.82	2.52	10,243.35
05.01.05	CORTE EN JUNTAS 3mm	m	4,344.10	2.87	12,467.57
05.01.06	CONEXION ENTRE LOSAS RIGIDAS (PAVIMENTO) CON DOWELLS 1/2"	u	76.00	10.93	830.68
05.01.07	ROYATLI TPC	m2	4,064.82	5.05	20,527.34
06	<b>OTROS</b>				<b>5,867.30</b>
06.01	NIVELACION DE BUZONES EN GENERAL	u	15.00	305.82	4,587.30
06.02	ENSAYOS EN CAMPO - LABORATORIO	glb	1.00	1,280.00	1,280.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>366,362.13</b>
	GASTOS GENERALES	12%			43,963.46
	UTILIDAD	8%			29,308.97
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>439,634.56</b>
	IGV	18%			79,134.22
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>518,768.78</b>

Fuente: Elaboración Propia

## **V. DISCUSIÓN**

En concordancia con Gonzáles (2015), Fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de evitamiento sur, Cajamarca, 2015. Donde evaluó fallas del pavimento flexible con la metodología PCI para saber el estado o condición de pavimento, y de esa manera poder clasificarlos según el estado de severidad según los formatos de la metodología de PCI que indica para poder determinar las posibles propuestas de mantenimiento. Por lo que el procedimiento que efectuaron lo realizo con la metodología PCI de manera correcta por lo que al momento de realizarlo tuvimos la semejanza de afirmar que los pavimentos construidos deben tener siempre una evaluación para poder de esa manera saber la condición del pavimento en ese entonces y poder asignarle de manera inmediata el tipo de rehabilitación que necesite con el fin de concluya su tiempo de vida útil.

En concordancia con Mori,G (2018). Estudio comparativo de las fallas del pavimento asfaltico con los manuales del PCI y de mantenimiento o conservación vial del MTC en la av. Pedro Beltran – Ventanilla. Concluyo que su evaluación superficial a su pavimento se encuentra en estado Malo y Muy malo lo cual requiere intervención inmediata y en el caso de nosotros se encuentra en estado Muy malo - Fallado por lo que requiere una intervención inmediata también, es por ello que elaboramos la alternativa de solución muy eficiente que se adapta o en caja ante la obtención de este resultado, que fue elaborando un nuevo diseño de pavimento de tipo rígido aplicando la tecnología U-TCP.

En concordancia con Lavado, R (2018). Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018. El autor evaluó la innovación tecnológica con losas cortas en la zona de estudio asignado por él mismo, en lo que quiso saber si el método de losas cortas o TCP influye importantemente en la construcción de pavimentos rígidos, ya que en la zona evaluada tenía un pavimento en mal estado y en lo que al aplicar diseño TCP le resultó ser una ventaja en el ámbito económico, estructural, de vida útil y lo más importante en la disminución de mantenimiento; en el cual le resulto losas de dimensiones de 1.70 m y 1.80 m y el espesor de 0.10 cm con una resistencia a compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> en lo cual al momento de diseñar nosotros en la calle Santa Rosa nos resultó las losas de dimensiones de 1.75 m y 1.50 m con un espesor a 12 cm en lo que al

momento de tener los resultados deducimos que efectivamente tiene ventajas económicas y de durabilidad, es decir que en el aspecto de durabilidad el pavimento durante su tiempo de vida útil presentara fallas pero estas no alterara la distribución de tránsito en la zona, es decir no perjudicara que los vehículos sientan estas fallas conocidas como agrietamiento.

## **VI. CONCLUSIONES**

Ante la evaluación superficial del pavimento flexible mediante la aplicación de la normativa ASTM D6433-20 o más conocido como la metodología PCI, se determinó que el pavimento se encuentra en estado crítico ya que su condición resultó ser 24% de la clasificación “Muy malo” y 76% en la clasificación de “Fallado” por lo que este resultado influyo en determinar la alternativa de solución del pavimento, que fue elaborar un diseño nuevo con pavimento rígido empleando la tecnología U.TCP para la zona de estudio, teniendo en cuenta los parámetros muy analizados para dicho diseño.

Ante la determinación de las fallas o daños encontrados en el pavimento flexible de la zona de estudio, se analizó que estas no se controlaron, ya que la mayoría de las fallas tenían la severidad alta por lo que efectivamente no se realizaron mantenimientos en la calle Santa Rosa, es por ello que nosotros hemos optado en utilizar la tecnología U-TCP en la zona de estudio, ya que nos resultó un pavimento de 12 cm de espesor con dimensiones de losas de 1.75 m de largo y 1.50 de ancho y con ello nos dio ventajas no solo en el ámbito económico, sino en el ámbito de mantenimiento, ya que disminuye el mantenimiento.

La utilización para diseñar pavimento rígido con losas cortas o más conocido como TCP es un aporte muy significativo en la parte de construcción de pavimentos rígidos, ya que en el distrito donde estamos investigando se observaron muchas calles en mal estado por lo que esto ha generado congestiones vehiculares e inseguridad ciudadana, y al momento de utilizar esta tecnología U-TCP que es la extensión del TCP nos da la garantía a que el pavimento construido con esta tecnología cumpla el tiempo de vida útil, así sea que este pavimento presente fallas de agrietamientos en el tiempo de vida que se estime , en lo cual estas fallas no dificultaran el tránsito de vehículos en la calle en lo que nos beneficiara en el ámbito transito fluido de vehículos y además de reducción de mantenimiento y en el ámbito de costos , este compite directamente con construcciones de pavimentos rígidos convencionales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendamos que a las futuras investigaciones que apliquen esta metodología de ASTM 6433-20 o más conocido como PCI, lo realicen con la versión actualizada, ya que cada actualización tiene siempre algo novedoso y significativo al evaluar el pavimento para determinar su condición. Es por ello que nosotros al momento de realizar la evaluación lo determinamos con los 20 tipos de fallas o daños que nos brinda la actualización del año 2020 que en el caso de nosotros pudimos notar el aumento de número de tipos de fallas de dicha metodología.

Recomendamos que al evaluar un pavimento en mal estado como en el caso de nosotros, lo hagamos de manera detallada y analizar más a profundidad el motivo del deterioro de este con fin de saber por qué ha sido provocado y ante ello poder definir o implementar a futuros diseños parámetros que nos ayuden a extender la vida útil del pavimento.

Recomendamos utilizar la tecnología U-TCP en zonas de bajo tránsito y en lugares que tienen ausencia de mantenimiento ya que esta tecnología nos garantiza que el pavimento al culminar su tiempo de vida útil, sus fallas que se presente no dificultaran el tránsito vehicular en la zona donde lo ejecuten.



## **REFERENCIAS**

Macedo (2017). Estudio del asfalto flexible en el pavimento de la av. José Carlos Mariátegui empleando el método PCI, Distrito de El Agustino, Lima, 2017. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, lima, Perú).

Medina & De la cruz (2015) Estudio del asfalto del Jr. José Gálvez del distrito de Lince usando la metodología del PCI. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, lima, Perú)

Leguía, P. & Pacheco, H. (2016) Estudio superficial con el procedimiento Pavement Condition Index (PCI) en las avenidas: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). (Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú)

Mori, D. (2018) Comparación de las fisuras en el asfalto utilizando manuales del PCI y de mantenimiento vial del MTC en la Av. Pedro Beltrán – Ventanilla. (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú)

Tacza, E., & Rodríguez, B. (2016) Estudio de fallas utilizando el método PCI y propuestas de soluciones para el control del desarrollo la condición operacional del asfalto flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú)

American Society of Testing and Materials (ASTM), ASTM D6433-2020, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA; Available: <http://www.astm.org> [Accessed 20 September 2020]

Giuseppe Loprencipe and Antonio Pantuso, (2017), “A Specified Procedure for Distress Identification and Assessment for Urban Road Surfaces Based on PCI” Available: Recuperado de <http://www.mdpi.com/journal/coatings>

Pari, J (2019),” Aplicación de la metodología de losa con geometría optimizada en diseño de pavimento rígido en el centro poblado de Jayllihuaya – puno.” (Tesis de pregrado, Universidad nacional del altiplano, puno, Perú)

Lavado, R (2018), “Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018”. (tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú)

Mendoza,H (2015), “Evaluación del diseño de losas cortas(TCP) en pavimentos según tensiones” (tesis de pregrado, Universidad nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Perú)

MTC. Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción EG-2015": MTC, enero, 2015.

MTC. Manual de Carreteras “Glosario de términos MTC-2018”: MTC, enero, 2018.

AASHTO (1993). "Guide for Design of Pavement Structures." American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC.

Covarrubias, J. P. T., and Covarrubias, J. P. (2008) "TC" Design for Thin Concrete Pavements." Proc., 9th International Conference on Concrete Pavements: The Golden Gate to Tomorrow's Concrete Pavements, 905-917.

Gonzalez, C (2015), “Fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de evitamiento sur, cajamarca, 2015” (tesis de pregrado, Universidad privada del norte, Cajamarca, Perú)

Tacza, E., & Rodríguez, B. (2019) Estudio de fallas utilizando el método PCI y propuestas de soluciones para el control del desarrollo la condición operacional del asfalto flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento en su Sección de Suelos y Pavimentos. Perú: MTC, 2013.106 pp.

COVARRUBIAS, Juan. Pavimentos de Concreto Delgado,2005[Fecha de Consulta:28 junio 2018] disponible < [http://www.ich.cl/pavimentos\\_delgados](http://www.ich.cl/pavimentos_delgados)> pp 1-33

COVARRUBIAS, Juan. Diseño de Losas de hormigón con geometría optimizada. [en línea] vol. 27 Nro 3 ,2012 [Fecha de Consulta:20 del Abril 2018].disponibl;:[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732012000300005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000300005).

Covarrubias, J. (2012). Diseño de losas de hormigón con geometría optimizada. Chile

MINISTERIO Obras Públicas (Chile). Método de Diseño de pavimentos de hormigón con Losas de Espesor Optimizadas. Santiago Chile: MOP, 2012. 22-24 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018.Perú: MTC, 2018. 19pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento en su Sección de Suelos y Pavimentos. Perú: MTC, 2013.106 pp.

Hernández, R; Fernández, C. (2006). Metodología de la investigación. (Cuarta edición). México. McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2014). Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. Lima.

Ministerio de transportes y comunicaciones (2016). Manual de ensayos de materiales

TCPavements (2013). Manual de diseño de TCP - Optipave2. Chile

CAPECO (2003). Costos y presupuestos edificación. Lima: Edit. Macro

Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Perú

Expediente técnico: Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA.

## ANEXOS

### Anexo 1: Operacionalización de variables

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
<p><b>Variable Independiente (X)</b> ASTM D6433-20 (El método PCI)</p>	<p>Según los investigadores del ASTM D6433-20 (2020) dijeron : “ Registro de fallas, luego de haber realizado la observación del terreno de rodamiento, el cual se tendrá que realizar una inspección a fondo con el fin de hallar la clase, severidad y la clase de falla del área que fue dañada; consiste en una puntuación numérica que se le otorga al ser evaluado, la calificación puede variar de 0 a 100”.</p> <p>Según los creadores de la tecnología U-TCP (2016). “Son pavimentos de rígidos o de hormigón ultra delgados (8-12 cm de espesor), los cuales se diseñan para caminos de bajo tránsito y pueden ser colocados sin construir una base granular, previamente nivelado, aprovechando la compactación del terreno por el tránsito histórico. Los U-TCP se diseñan con hormigón reforzado con fibra para extender su vida útil en el tiempo.</p>	<p>Según los investigadores del ASTM D6433-20 (2020) dijeron : “ realiza la observación del terreno de rodamiento, el cual se tendrá que realizar una inspección visual a fondo con el fin de hallar la condición del pavimento ya sea rígido o flexible ”.</p> <p>Según Ricardo J, (2015). “El comportamiento estructural de un pavimento rígido se determina en base a los esfuerzos a flexo tracción, esfuerzos a corte, deformación por carga y alabeo. ”.</p>	<p><b>Fallas superficiales</b></p> <p><b>Fallas estructurales</b></p> <p><b>Parámetros Estudio del suelo</b></p> <p><b>Costos Y Presupuesto</b></p>	<p>• Exudación. • Desprendimiento de agregados • Agrietamientos</p> <p>• Piel de Cocodrilo. • Depresión. • Hundimientos. • Huecos.</p> <p>• Análisis de tránsito • Propiedades del pavimento • Clasificación de Suelos • CBR (%)</p> <p>• Metrados • Análisis de Costo Unitario • Presupuesto</p>

## Anexo 2: Matriz de consistencia

### Diseño de pavimento con tecnología U-TCP a partir del ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, Villa María del Triunfo 2020

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es el diseño del pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> <b>PE.1</b> ¿Cómo la aplicación del ASTM D6344-20 (Método PCI) influye en los parámetros de Diseño en la Calle Santa Rosa, VMT 2020? <b>PE.2</b> ¿Cómo influye la determinación de las fallas para diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP en Calle Santa Rosa, VMT 2020? <b>PE.3</b> ¿Cuál es el presupuesto al hacer el Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el diseño del pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> <b>OE.1</b> Establecer como la aplicación del ASTM D6344-20(Método PCI) influye en los parámetros de Diseño en la Calle Santa Rosa, VMT 2020 <b>OE.2</b> Analizar cómo influye la determinación de las fallas para diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP en Calle Santa Rosa, VMT 2020 <b>OE.3</b> Determinar el presupuesto al hacer el Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El diseño del pavimento rígido con tecnología U-TCP se determina a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020</p> <p><b>Hipótesis Específicos:</b> <b>HE.1</b> La aplicación del ASTM D6344-20(Método PCI) influye en los parámetros de Diseño en la Calle Santa Rosa, VMT 2020 <b>HE.2</b> Influencia de la determinación de las fallas para diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP en Calle Santa Rosa, VMT 2020 <b>HE.3</b> El presupuesto se determina al hacer el Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP a partir de la aplicación ASTM D6433-20 en Calle Santa Rosa, VMT 2020</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> ASTM D6344-20 (Método PCI)</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Diseño de pavimento rígido con tecnología U-TCP</p>	<p><b>Fallas superficiales</b></p> <p><b>Fallas estructurales</b></p> <p><b>Parámetros</b></p> <p><b>Estudio del suelo</b></p> <p><b>Costos Y Presupuesto</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exudación.</li> <li>desprendimiento o de agregados</li> <li>Agrietamientos</li> <li>Piel de Cocrilolo.</li> <li>Depresión.</li> <li>Hundimientos.</li> <li>Huecos.</li> <li>Análisis de tránsito</li> <li>Propiedades del pavimento</li> <li>Clasificación de Suelos</li> <li>CBR (%)</li> <li>Metrados</li> <li>Análisis de Costo Unitario</li> <li>Presupuesto</li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b> Es de enfoque cuantitativo</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Es descriptiva Aplicada ya que el objetivo fundamental es ver estado actual de la zona de estudio, por lo que se toma el método descriptivo para poder detallar los hechos.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> No experimental, dado que se interviene en la zona de estudio de manera superficial</p> <p><b>Población de Estudio:</b> La calle Santa Rosa, Villa María del Triunfo que tiene longitud de 686.56 metros</p> <p><b>Muestra:</b> Longitud de 228m2</p>	<p>La técnica: técnica de observación y técnica de procesamiento.</p>	<p>Ficha de registro que brinda la metodología PCI, donde se podrá registrar todos los datos que se requieran mediante la inspección visual que consecutivamente se procederá a colocarlo en la ficha de registro que se encuentra dentro de la evaluación superficial de la carpeta asfáltica o pavimento de tipo flexible. En lo cual este instrumento ya se encuentra validado por la normativa ASTM D6433-20.</p>





## Anexo 4: Figuras

**Figura 7**  
*Calle Santa Rosa*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**  
*Calle Santa Rosa*



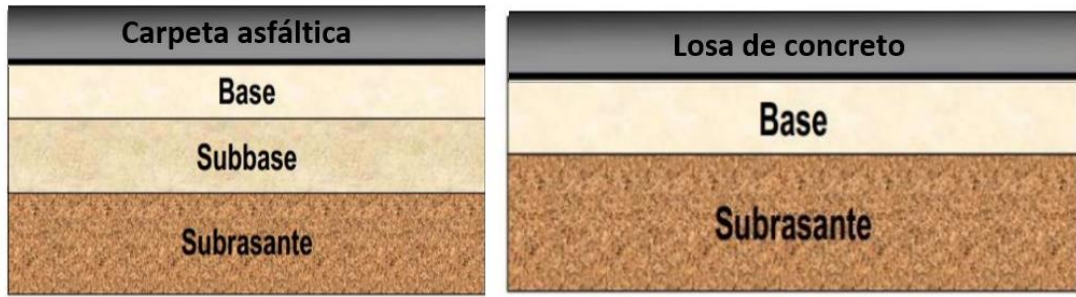
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 9**  
*Calle Santa Rosa*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 10 :**  
*Sección típica transversal de los pavimentos flexible y rígido*



Fuente: Armijos 2009

**Figura 11 :**  
*Piel de cocodrilo de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 12 :**  
*Piel de cocodrilo de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 14 :**  
*Piel de cocodrilo de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 13 :**  
*Exudación de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 15:**  
*Exudación de media severidad*



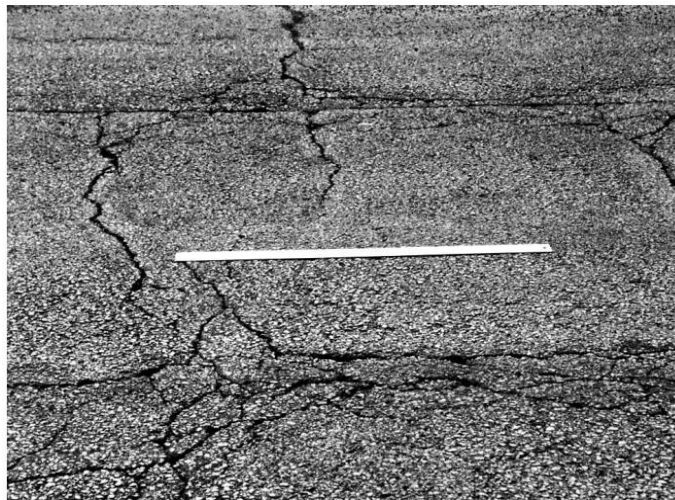
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 16 :**  
*Exudación de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 17 :**  
*Agrietamiento en bloque de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 18 :**  
*Agrietamiento en bloque de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)



**Figura 20 :**  
*Agrietamiento en bloque de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 19 :**  
*Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 21 :**  
*Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 23 :**  
*Abultamientos (Bumps) Y Hundimientos (Sags) de alta severidad*



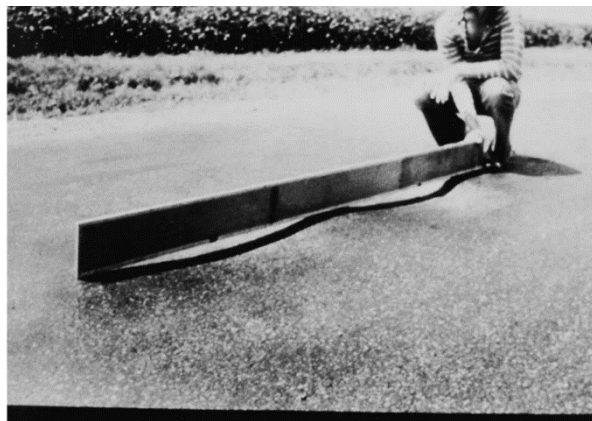
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 22 :**  
*Corrugación de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 24 :**  
*Corrugación de media severidad.*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 25 :**  
*corrugación de alta severidad.*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 26 :**  
*Depresión de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 27 :**  
*Depresión de medio severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 28 :**  
*Depresión de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 29 :**  
*Agrietamiento del borde de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 30 :**  
*Agrietamiento del borde de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)



**Figura 31 :**  
*Agrietamiento del borde de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 32 :**  
*Agrietamiento por reflexión de junta de baja severidad*



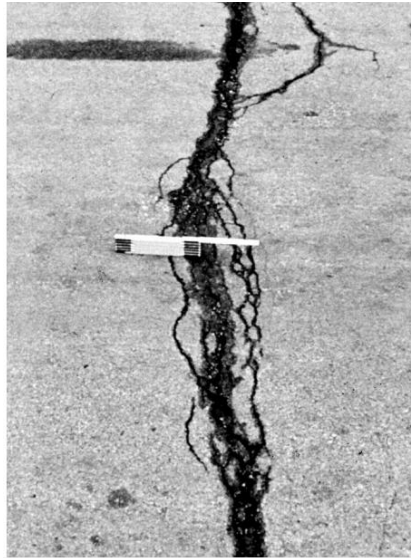
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 33 :**  
*Agrietamiento por reflexión de junta de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 34 :**  
*Agrietamiento por reflexión de junta de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 35 :**  
*Desnivel de carril / berma de baja severidad*



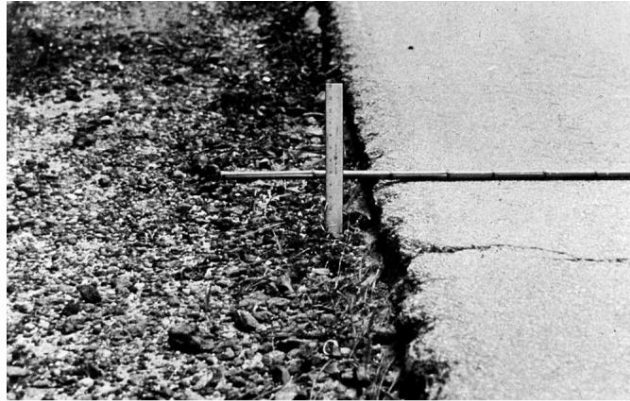
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 36 :**  
*Desnivel de carril / berma de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 37 :**  
*Desnivel de carril / berma de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 38 :**  
*Grietas longitudinales y transversales de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 39 :**  
*Grietas longitudinales y transversales de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 40 :**  
*Grietas longitudinales y transversales de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 41 :**  
*Parqueo y acometidas de servicio públicos de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 42 :**  
*Parqueo y acometidas de servicio públicos de media severidad*



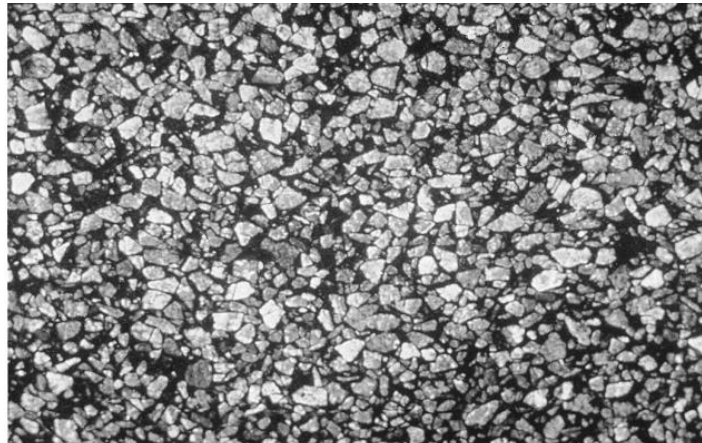
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 43 :**  
*Parqueo y acometidas de servicio públicos de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 44 :**  
*Pulimiento de agregados de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 45 :**  
*Hueco de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)



**Figura 46 :**  
*Hueco de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 47 :**  
*Hueco de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 48 :**  
*Cruce de vía férrea de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 49 :**  
*Cruce de vía férrea de media severidad*



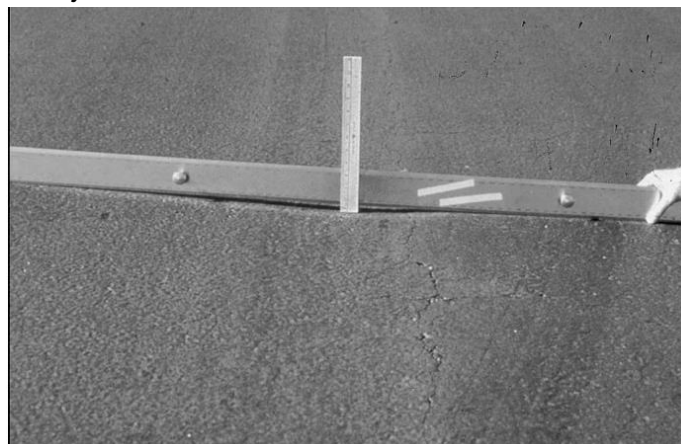
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 50 :**  
*Cruce de vía férrea de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 51:**  
*Ahuellamiento de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 52 :**  
*Ahuellamiento de media severidad*



Fuente: ASTM D633-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 53 :**  
*Ahuellamiento de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 54 :**  
*Desplazamiento de baja severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

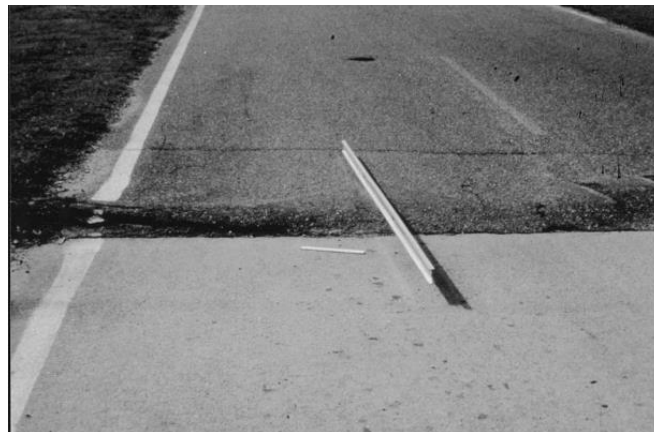


**Figura 55 :**  
*Desplazamiento de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 56 :**  
*Desplazamiento de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 57 :**  
*Grietas parabólicas (slippage) de baja severidad*



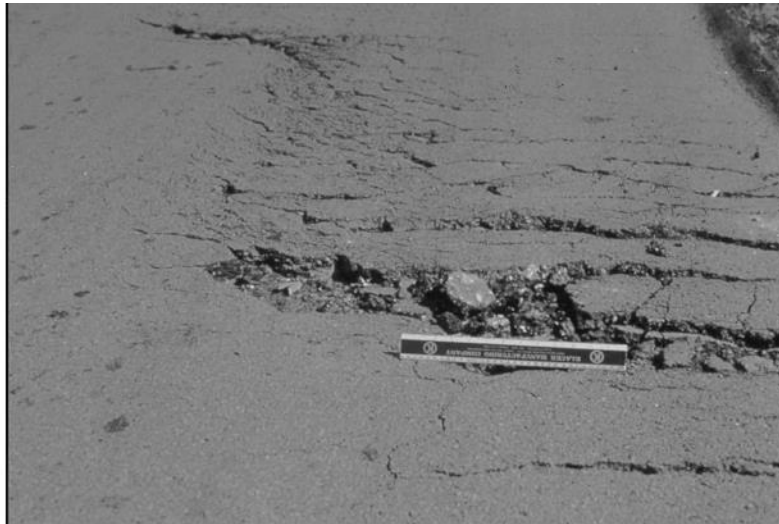
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 58 :**  
*Grietas parabólicas (slippage) de media severidad*



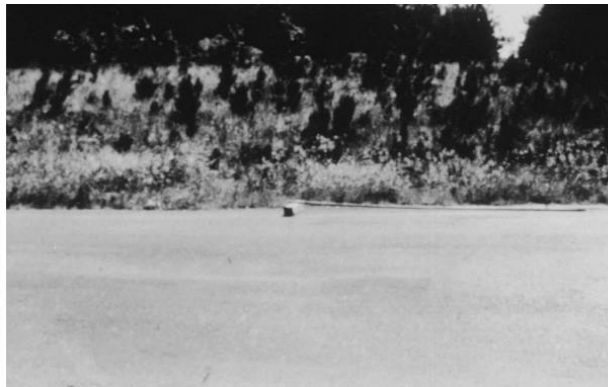
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 59 :**  
*Grietas parabólicas (slippage) de alta severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 60 :**  
*Ejemplo de hinchamiento*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 61 :**

*Desprendimiento de agregados- Asfalto denso de media severidad*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 62:**

*Desprendimiento de agregados- Asfalto denso de alta severid*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 63 :**

*Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de baja*

Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)



**Figura 64 :**  
*Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de media*



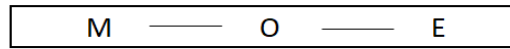
Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 65 :**  
*Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso de alta*



Fuente: ASTM D6433-20 (versión actualizada 2020)

**Figura 66 :**  
*Diseño de investigación*



M = muestreo

O = Observación

E = Evaluación

Fuente: Elaboración propia

**Figura 67 :**  
*Número de unidades de muestra a inspeccionar.*

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

$\sigma$  = desviación estándar del PCI entre unidades de muestra en la sección (pavimento flexible = 10, pavimento rígido = 15)

e = error admisible (= 5 puntos)

Fuente : Metodología del PCI:



## Anexo 5: Tablas

**Tabla 10**

*Rango y clasificación del PCI en la escala 0 a 100.*

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

Fuente: ASTM D6433-20 (2020)

**Tabla 11**

*Tipos de fallas o daños actualizados según la normativa ASTM D 6433-20 (PCI).*

<b>SUPERFICIE ASFÁLTICA</b>		
<b>1</b>	Alligator Cracking (fatigue)	Piel de Cocodrilo
<b>2</b>	Bleeding	Exudación
<b>3</b>	Block Cracking	Agrietamiento en Bloque
<b>4</b>	Bumps and Sags	Abultamientos y Hundimientos
<b>5</b>	Corrugation	Corrugación
<b>6</b>	Depression	Depresión
<b>7</b>	Edge Cracking	Grieta de Borde
<b>8</b>	Joint Reflection Cracking	Grieta de Reflexión De Junta
<b>9</b>	Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
<b>10</b>	Longitudinal & Transversal Cracking	Grietas Longitudinales y Transversales
<b>11</b>	Patching & Utility Cut Patching	Parcheo y acometidas de servicios
<b>12</b>	Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
<b>13</b>	Potholes	Huecos
<b>14</b>	Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea
<b>15</b>	Rutting	Ahuellamiento
<b>16</b>	Shoving	Desplazamiento
<b>17</b>	Slippage Cracking	Grietas Parabólicas o por deslizamiento
<b>18</b>	Swell	Hinchamiento
<b>19</b>	Raveling-Dense mix asphalt	Desprendimiento de agregados- Asfalto denso
<b>20</b>	Weathering (Surface Wear) – Dense Mix Asphalt	Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso

Fuente: ASTM D6433-20 (2020)

**Tabla 12***Rango de longitud según el ancho de la calzada*

Ancho de la calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46
5.50	41.80
6.00	38.40
6.50	32.50
7.30 (Maximo)	32.50

Fuente: elaboración propia

**Tabla 13***Tabla de las severidades de la falla de hueco*

PROFUNDIDAD MAXIMO DEL BACHE	DIAMETRO PROMEDIO DEL BACHE		
	10 a 20 cm	>20 a>=45 cm	>45 a>= 75 cm
1.3 a 2.5 cm	L	L	M
2.5 a 5.0 cm	L	M	H
>5.0 cm	M	M	H

Fuente: ASTM D6433-20 (2020)

## Anexo 6: Cálculo del número de muestras

Según normativa ASTM 6433-20 la unidad de muestreo debe ser de 225m<sup>2</sup> +/- 90m<sup>2</sup>, considerando que la vía de estudio tiene un ancho de 5.70m se determinó que nuestra unidad de muestreo será de 40m x 5.70m, teniendo la unidad de muestreo un área de 228m<sup>2</sup>, teniendo la longitud de nuestra unidad de muestreo se calculó el número de unidades de muestreo

N: Long. Proyecto ÷ Long. UM (unidad de muestra)

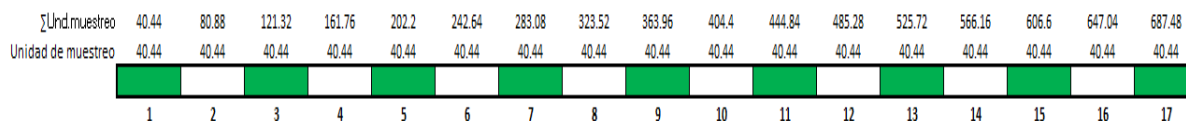
N: 675.00 ÷ 40.00 = 16.87 unid. = 17 unid.

Luego determinaremos "n" reemplazando los datos en la fórmula de la Figura N°67:

$$A.n = \frac{(17)(10)^2}{\frac{(0.05)^2}{4}(17-1)+(10)^2} = 17$$

**Figura 68 :**

*Número de muestras*



Fuente elaboración propia:



## Anexo 7: Procedimiento antes de la inspección de campo para la evaluación superficial

Previamente se comenzará haciendo el plano de la zona de intervención.

**Figura 69 :**

*Calle Santa Rosa, distrito de Villa Maria del Triunfo*

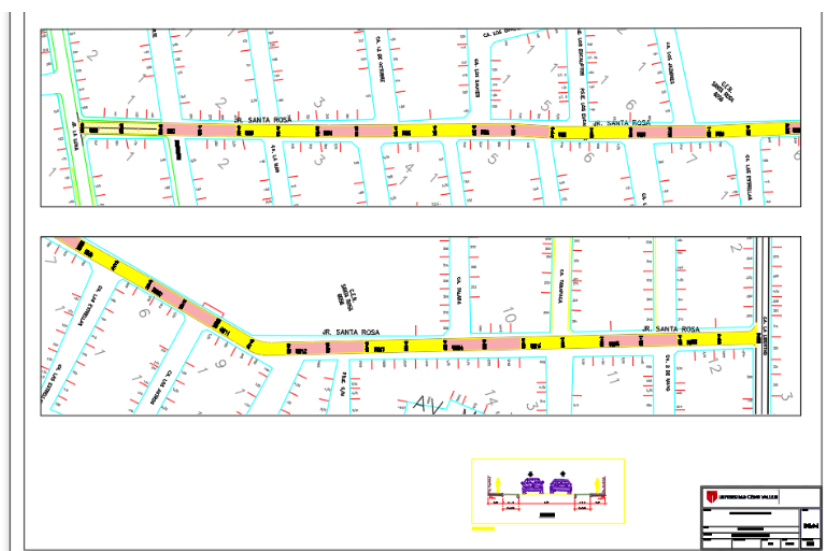


Fuente: elaboración propia

Determinación con la metodología de PCI las unidades de muestreo según la longitud total del pavimento flexible. (ANEXO 6: Cálculo del número de muestras)

**Figura 70 :**

*Plano de unidades de muestras, Calle Santa Rosa distrito de Villa Maria del Triunfo*



Fuente: elaboración propia

## Anexo 8 Imágenes de fallas encontradas en la calle de estudio

**Figura 71 :**

*Foto de la zona de estudio tomada con dron*



Fuente: elaboración propia

**Figura 72 :**

*Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 73 :**

*Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio*



Fuente: Elaboración propia



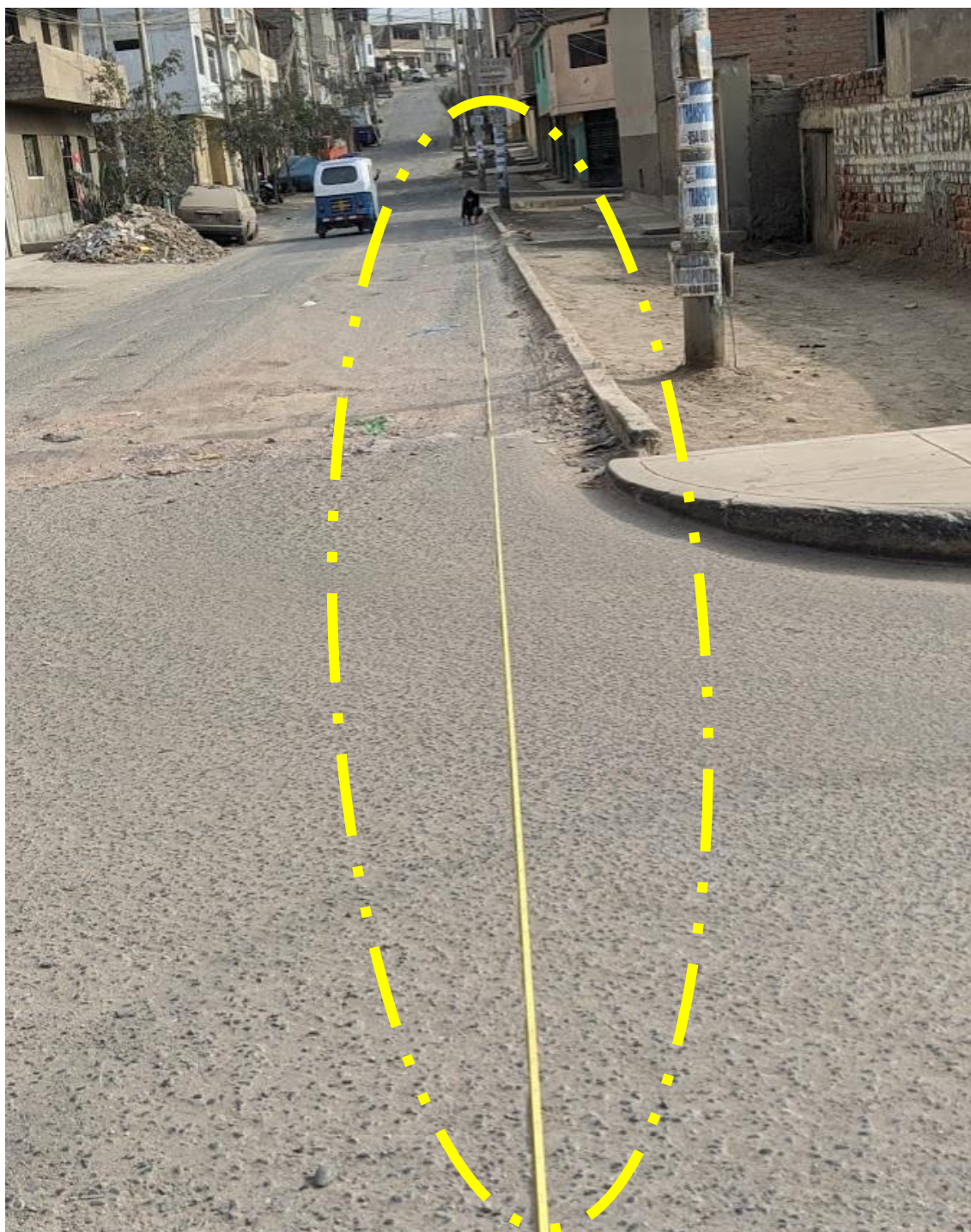
**Figura 74 :**

*Dron con el que se realizó la fotografía de la zona de estudio*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 75 :**  
*Medición de la unidad de muestra*



Fuente: Elaboración propia



**Figura 76 :**  
*Anotación de la progresiva de la muestra final (UM-17)*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 77 :**  
*Anotación de la progresiva de la muestra final (UM-16)*



Fuente: Elaboración propia



**Figura 78 :**  
*Imagen de anotación de la progresiva de la muestra final (UM-15)*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 79 :**

*Daño o falla llamada Piel de cocodrilo con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito de Villa Maria del Triunfo*



Fuente: elaboración propia



**Figura 80 :**

*Daño o falla 3 de la escala de PCI llamada Agrietamiento en bloque con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa distrito de Villa Maria del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 81 :**

*Daño o falla 7 de la escala de PCI llamada Grietas de borde con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa. distrito de Villa Maria del Truinfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 82 :**

*Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad media en la Calle Santa Rosa. distrito de Villa Maria del Truinfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 83 :**

*Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito Villa Maria del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia



**Figura 84 :**

*Daño o falla 11 de la escala de PCI llamada Parcheo de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, distrito Villa Maria del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 85 :**

*Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito de Villa María del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 86 :**

*Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 87:**

*Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 88 :**

*Daño o falla 13 de la escala de PCI llamada Hueco con un nivel de severidad alta 6cm de profundidad en la Calle Santa Rosa de San, distrito Villa María del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia



**Figura 89 :**

*Daño o falla 19 de la escala de PCI llamada desprendimiento de agregados con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa, Distrito Villa María del Triunfo*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 90 :**

*Medida de 230.51 m<sup>2</sup> de área del número 19 de daño o falla de la escala de PCI llamada Desprendimiento con un nivel de severidad alta en la Calle Santa Rosa de San Gabriel del distrito V.M.T-2020*



Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-01” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 92 :**

*Clasificación de la Muestra UM-01 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>Fallado</b>

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-02" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 94 :**

*Clasificación de la Muestra UM-02 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM*

<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>Fallado</b>

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-03” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 96:**

*Clasificación de la Muestra UM-03 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia





Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-04" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 98 :**

*Clasificación de la Muestra UM-04 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-05” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 100:**

*Clasificación de la Muestra UM-05 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-06” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 102:**

*Clasificación de la Muestra UM-06 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-07” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 104:**

*Clasificación de la Muestra UM-07 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Fuente: Elaboración propia





Ante el cálculo del PCI de la muestra “UM-08” lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 106 :**

*Clasificación de la Muestra UM-08 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>Fallado</b>

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-09" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 108 :**

*Clasificación de la Muestra UM-09 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-10" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 110 :**

*Clasificación de la Muestra UM-10 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más co*

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-11" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 112 :**

*Clasificación de la Muestra UM-11 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia





Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-12" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 114 :**

*Clasificación de la Muestra UM-12 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-13" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 116 :**

*Clasificación de la Muestra UM-13 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia

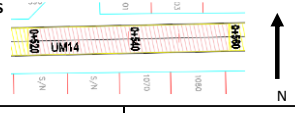
**Figura 117 :**

*Muestra UM-14 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.*



**METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)  
CARRETERAS Y ESTACIONAMIENTO CON SUPERFICIE ASFALTADA - ASTM D6433-20**

**HOJA DE REGISTRO**

<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		Calle Santa Rosa		<b>CROQUIS</b> 					
<b>UBICACIÓN</b>		Calle Santa Rosa perteneciente al distrito de Villa María del Triunfo							
<b>SECCION</b>	Ca. Talara	<b>UNIDAD MUESTREO</b>	UM-14						
<b>FECHA</b>	24/09/2020	<b>AREA MUESTREO</b>	228 m2						
<b>PROGRESIVA INICIO</b>	0+520	<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+560						
<b>TIPO DE FALLA/DAÑO</b>									
1. Piel de Cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde			8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril / berna 10. Grieta longitudinal / transversal 11. Parcheo 12. Pulimiento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea			15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados- Asfalto denso 20. Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso			
<b>SEVERIDAD</b>									
L (Low) : Bajo									
M (Medium) : Medio									
H (High) : Alto									
<b>FALLA/DAÑO SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES</b>						<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
1H	1.2	0.6	4				5.8	2.54	43
13L	0.115	0.15					0.265	0.12	3
13M	1.42	0.056					1.476	0.65	24
13H	0.75	0.03	0.9				1.68	0.74	48
11M	11.2						11.2	4.91	22
20H	228						228	100.00	38
<b>TOTAL VD =</b>								178	
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>						<b>TOTAL</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1H	48	43	38	24	22	3	178	6	84
13L	48	43	38	24	22	2	177	5	86
13M	48	43	38	24	2	2	157	4	85
13H	48	43	38	2	2	2	135	3	82
11M	48	43	2	2	2	2	99	2	71
20H	48	2	2	2	2	2	58	1	58
<b>Evaluadores</b> : Huere Cruzado, Marelyn Katherine / Rosselló Charaja, Luis Renato								<b>MAX. CDV</b>	86
<b>Observaciones</b>								<b>PCI (100-Max. CDV)</b>	14
								<b>TOTAL VD =</b>	178

Fuente: Elaboración propia

Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-14" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 118 :**

*Clasificación de la Muestra UM-14 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Fuente: Elaboración propia

**Figura 119 :**

Muestra UM-15 de la Calle Santa Rosa según la metodología PCI con la normativa ASTM D6433.



**METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)  
CARRETERAS Y ESTACIONAMIENTO CON SUPERFICIE ASFALTADA - ASTM D6433-20**

**HOJA DE REGISTRO**

<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		Calle Santa Rosa				<b>CROQUIS</b> 				
<b>UBICACIÓN</b>		Calle Santa Rosa perteneciente al distrito de Villa María del Triunfo								
<b>SECCION</b>	Ca. Tarapaca	<b>UNIDAD MUESTREO</b>	UM-15							
<b>FECHA</b>	24/09/2020	<b>AREA MUESTREO</b>	228 m <sup>2</sup>							
<b>PROGRESIVA INICIO</b>	0+560	<b>PROGRESIVA FINAL</b>	0+600							
<b>TIPO DE FALLA/DAÑO</b>								<b>SEVERIDAD</b>		
1. Piel de Cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		15. Ahuellamiento		L (Low n)		: Bajo		
2. Exudación		9. Desnivel carril / berna		16. Desplazamiento		M (Medium)		: Medio		
3. Agrietamiento en bloque		10. Grieta longitudinal / transversal		17. Grieta parabólica		H (High)		: Alto		
4. Abultamiento y hundimiento		11. Parqueo		18. Hinchamiento						
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		19. Desprendimiento de agregados- Asfalto denso						
6. Depresión		13. Huecos		20. Meteorización (Desgaste superficial) - Asfalto de mezcla denso						
7. Grieta de borde		14. Cruce de vía férrea								
<b>FALLA/DAÑO SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES</b>							<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
1H	1	1.65						2.65	1.16	34
11M	1	0.35						1.35	0.59	8
11H	9.6	12						21.6	9.47	50
13M	0.15	0.1025						0.2525	0.11	7
13H	0.08							0.08	0.04	38
20H	228							228	100.00	38
								<b>TOTAL VD =</b>		175
<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>							<b>TOTAL</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1H	50	38	38	34	8	7		175	6	78
11M	50	38	38	34	8	2		170	5	82
11H	50	38	38	34	2	2		164	4	94
13M	50	38	38	2	2	2		132	3	88
13H	50	38	2	2	2	2		96	2	68
20H	50	2	2	2	2	2		60	1	60
								<b>MAX. CDV</b>		94
<b>Observaciones</b>								<b>PCI (100-Max. CDV)</b>		6
								<b>TOTAL VD =</b>		175

Fuente: Elaboración propia

Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-15" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 120:**

*Clasificación de la Muestra UM-15 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

<b>CLASIFICACIÓN</b>
<b>Fallado</b>

Fuente: Elaboración propia





Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-16" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 122 :**

*Clasificación de la Muestra UM-16 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia



Ante el cálculo del PCI de la muestra "UM-17" lo clasificamos según el rango que nos brinda la normativa ASTM D6433-20 (ver figura):

**Figura 124 :**

*Clasificación de la Muestra UM-17 de la Calle Santa Rosa según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología PCI.*

CLASIFICACIÓN
Fallado

Fuente: Elaboración propia

## Índice de condición (PCI)

Una vez obtenido el resultado de las 17 muestras evaluadas por la normativa ASTM D6433-20 en la zona de estudio, se elaboró el resumen de todas las muestras para determinar el índice de condición del pavimento general.

**Tabla 13**

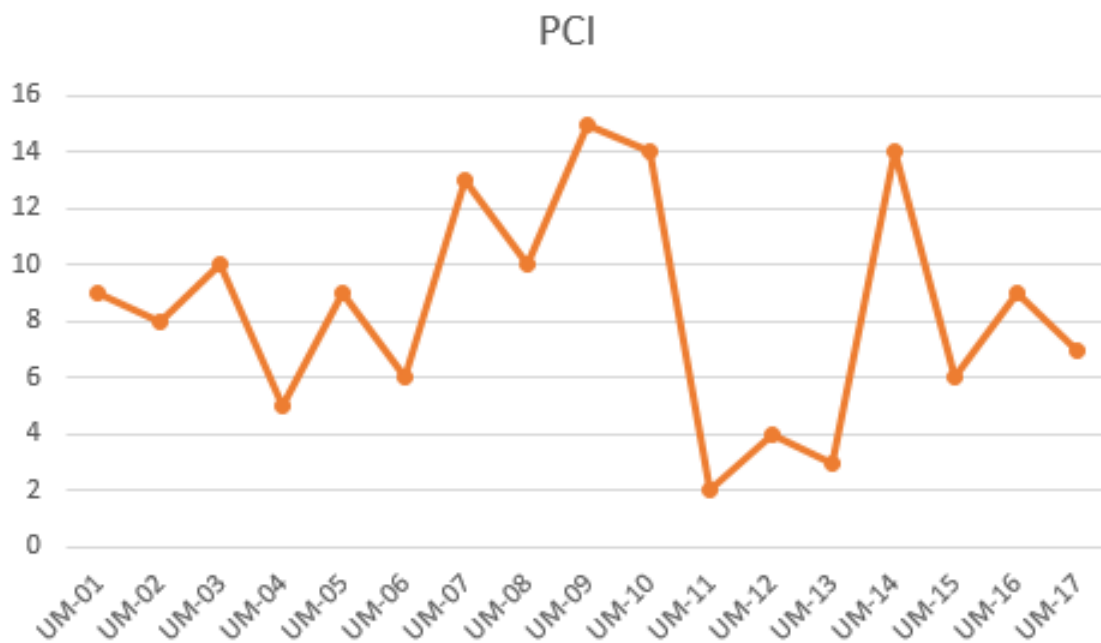
*Resumen de los resultados de índices de condición (PCI) de las muestras según normativa ASTM D6433-20*

MUESTRA	SECCION	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	PCI
UM-01	Jr.La Luna - Psje Marte	0+000	0+040	9
UM-02	Psje Marte-Ca La Mar	0+040	0+080	8
UM-03	Ca La Mar	0+080	0+120	10
UM-04	Ca. 12 de Octubre /Ca. Jupiter	0+120	0+160	5
UM-05	Ca. 12 de octubre/Ca. Sauces	0+160	0+200	9
UM-06	Los Sauces/ Ca.Saturno	0+200	0+240	6
UM-07	Ca. Saturno / Ca. Los Planetas	0+240	0+280	13
UM-08	Ca. Los Planetas/ Ca. Los Jazmines	0+280	0+320	10
UM-09	Ca. Las Estrellas	0+320	0+360	15
UM-10	Ca. Los Astros	0+360	0+400	14
UM-11	Ca. Los Astros/Ca. Tupac Amaru	0+400	0+440	2
UM-12	Ca. Tupac Amaru /Psje S-N	0+440	0+480	4
UM-13	Psje S-N /Ca Talara	0+480	0+520	3
UM-14	Ca. Talara	0+520	0+560	14
UM-15	Ca. Tarapaca	0+560	0+600	6
UM-16	Ca. Tarapaca/ Ca. Dos de mayo	0+600	0+640	9
UM-17	Ca. Dos de mayo/Ca.La Libertad	0+640	0+680	7

Fuente: Elaboración propia

El pavimento se encuentra en la clasificación del rango 0 – 10 y 10 – 25 según la normativa ASTM D6433-20 o más conocida como metodología de PCI. Se presenta el perfil de los PCI obtenidos a lo largo de la calle Santa Rosa de la tabla 14 antes mencionada.

**Figura 125 :**  
*Perfil de PCI en la Calle Santa Rosa (UM-01 a UM-17)*



Fuente: elaboración propia

## Condición del pavimento

Una vez obtenido el índice de condición del pavimento de las 17 muestras de la zona de estudio, se procedió a saber la condición del pavimento en que se encuentra. Por lo que a cada clasificación del rango de PCI de las muestras se le dio la calificación de la condición en que se encontraba.

**Tabla 14**

*Resumen de resultado de muestras según normativa ASTM D6433-20.*

MUESTRA	SECCION	PRO-GRESIV A INICIO	PRO-GRESIV A FINAL	PCI	CALIFICACION	PROPUESTA DE REHABILITACION
UM-01	Jr.La Luna - Psje Marte	0+000	0+040	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-02	Psje Marte-Ca La Mar	0+040	0+080	8	FALLADO	Reconstrucción
UM-03	Ca La Mar	0+080	0+120	10	FALLADO	Reconstrucción
UM-04	Ca. 12 de Octubre /Ca. Jupiter	0+120	0+160	5	FALLADO	Reconstrucción
UM-05	Ca. 12 de octubre/Ca. Sauces	0+160	0+200	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-06	Los Sauces/ Ca.Saturno	0+200	0+240	6	FALLADO	Reconstrucción
UM-07	Ca. Saturno / Ca. Los Planetas	0+240	0+280	13	MUY MALO	Reconstrucción
UM-08	Ca. Los Planetas/ Ca. Los Jazmines	0+280	0+320	10	FALLADO	Reconstrucción
UM-09	Ca. Las Estrellas	0+320	0+360	15	MUY MALO	Reconstrucción
UM-10	Ca. Los Astros	0+360	0+400	14	MUY MALO	Reconstrucción
UM-11	Ca. Los Astros/Ca. Tupac Amaru	0+400	0+440	2	FALLADO	Reconstrucción
UM-12	Ca. Tupac Amaru /Psje S-N	0+440	0+480	4	FALLADO	Reconstrucción
UM-13	Psje S-N /Ca Talara	0+480	0+520	3	FALLADO	Reconstrucción
UM-14	Ca. Talara	0+520	0+560	14	MUY MALO	Reconstrucción
UM-15	Ca. Tarapaca	0+560	0+600	6	FALLADO	Reconstrucción
UM-16	Ca. Tarapaca/ Ca. Dos de mayo	0+600	0+640	9	FALLADO	Reconstrucción
UM-17	Ca. Dos de mayo/Ca.La Libertad	0+640	0+680	7	FALLADO	Reconstrucción

Fuente: elaboración propia

Ante la aplicación de la normativa ASTM 6433-20 en toda la zona de estudio del pavimento flexible nos determinó que se encuentra en una clasificación fallado y muy malo por lo que la opción más factible de solucionar esta problemática ante la obtención de este resultado es plantear un diseño con una tecnología que se adecue a las medidas de la problemática de dicha zona.

**Tabla 15**

*Porcentaje de condición del pavimento de las 17 de la calle santa Rosa*

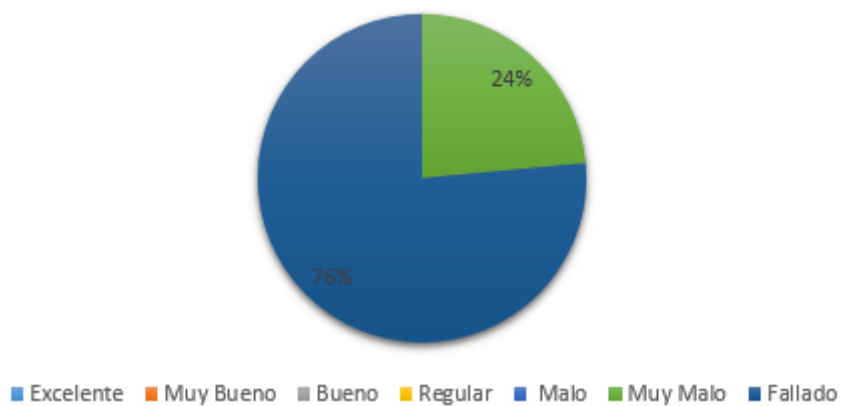
<b>Clasificación</b>	<b>UM</b>	<b>AREA</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Excelente	0	0	0.00%
Muy Bueno	0	0	0.00%
Bueno	0	0	0.00%
Regular	0	0	0.00%
Malo	0	0	0.00%
Muy Malo	4	1120	23.53%
Fallado	13	3,640.00	76.47%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>4,760</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia

**Figura 126 :**

*Porcentaje de condición del pavimento flexible de la calle Santa Rosa distrito de Villa María del Triunfo*

### **PORCENTAJE DE LA CLASIFICACIÓN EN EL PAVIMENTO**



Fuente: elaboración propia

En la figura se muestra el resumen de la condición del pavimento, se observa que el 24% está en la clasificación "Muy malo" y el 76% en la clasificación de "Fallado".

### **Anexo 10: Recopilación de datos de la zona de estudio para el diseño.**

Ante la obtención de la condición del pavimento con la metodología PCI se definió que el pavimento necesita una reconstrucción en lo cual se diseñara el pavimento de tipo rígido con la aplicación de la tecnología U-TCP donde se planteara la propuesta de solución de esta problemática.

Pero para ello debemos recolectar los datos de la zona de estudio, a continuación, la toma de datos:

Clima de la zona de estudio:

El clima en Villa María del Triunfo es normalmente semi cálido, presenta una temperatura estable que no es ni muy calurosa, ni muy fría, en invierno, la cantidad de frío aumenta y en verano podemos observar que se hace presente un clima muy cálido y soleado.

**Figura 127 :**

*Mapa climático del Perú*



Fuente: Senamhi



**Tabla 16**

*Resumen anual de temperatura en el distrito de Villa María del Triunfo.*

<b>Mes</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Enero	<b>25</b>	18
Febrero	<b>26</b>	19
Marzo	<b>26</b>	19
Abril	<b>23</b>	17
Mayo	<b>21</b>	25
Junio	19	25
Julio	18	<b>14</b>
Agosto	18	<b>14</b>
Setiembre	18	<b>14</b>
Octubre	19	<b>14</b>
Noviembre	21	<b>15</b>
Diciembre	<b>23</b>	<b>17</b>
<b>Promedio</b>	24	14.7
<b>Promedio</b>	<b>19.6</b>	

Nota: Promedio de los 6 meses con máximos valores en temperatura resultando 24° y promedio de los 6 meses mínimo de temperatura que nos resultó 14.7° según lo establecido por TCP.

Fuente: Elaboración Propia



**CALICATAS:**

**Calicata C-8:**

**Figura 129 :**

*Toma de la calicata C-8.*

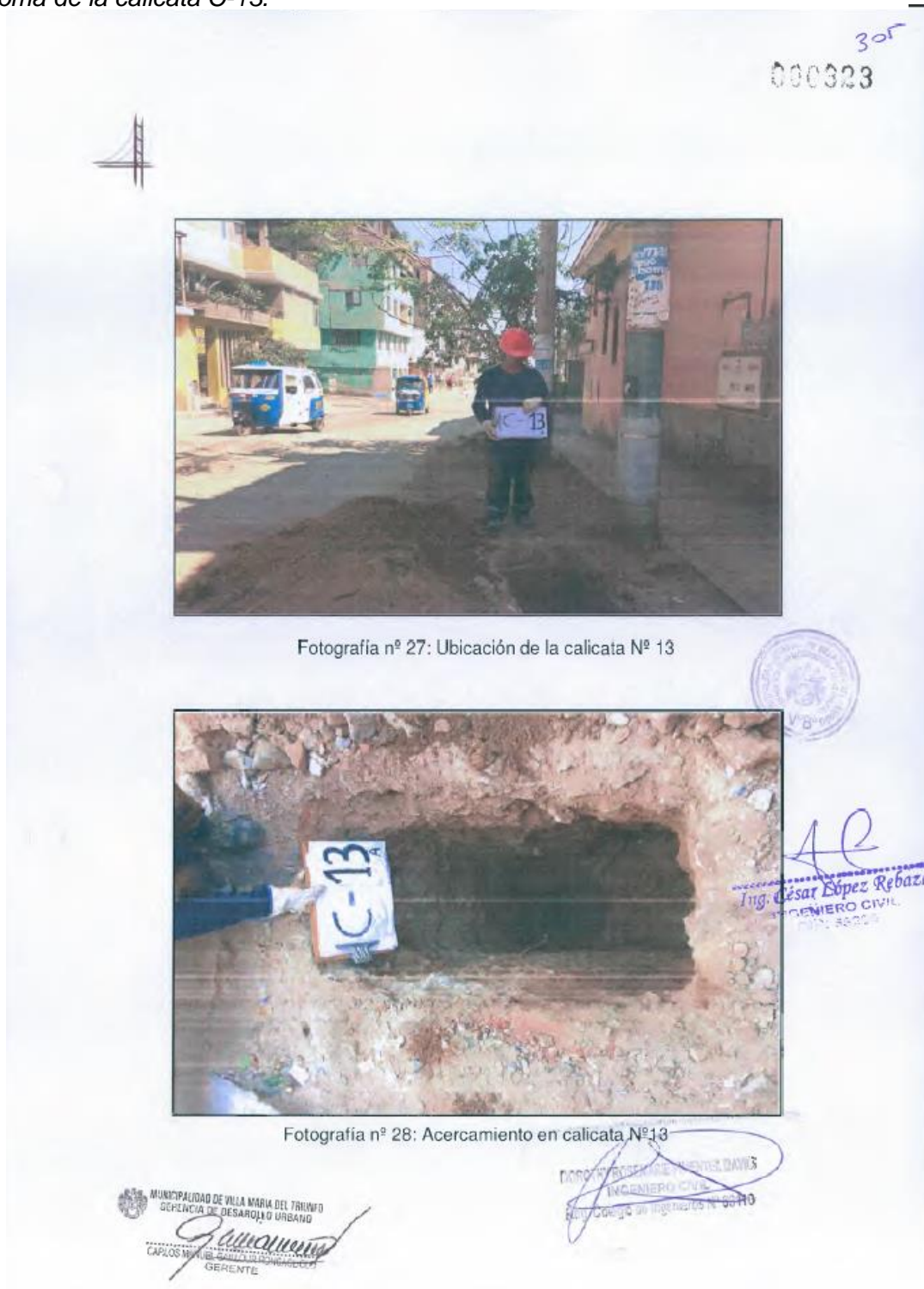


Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Calicata C-13:**

**Figura 130 :**

Toma de la calicata C-13.



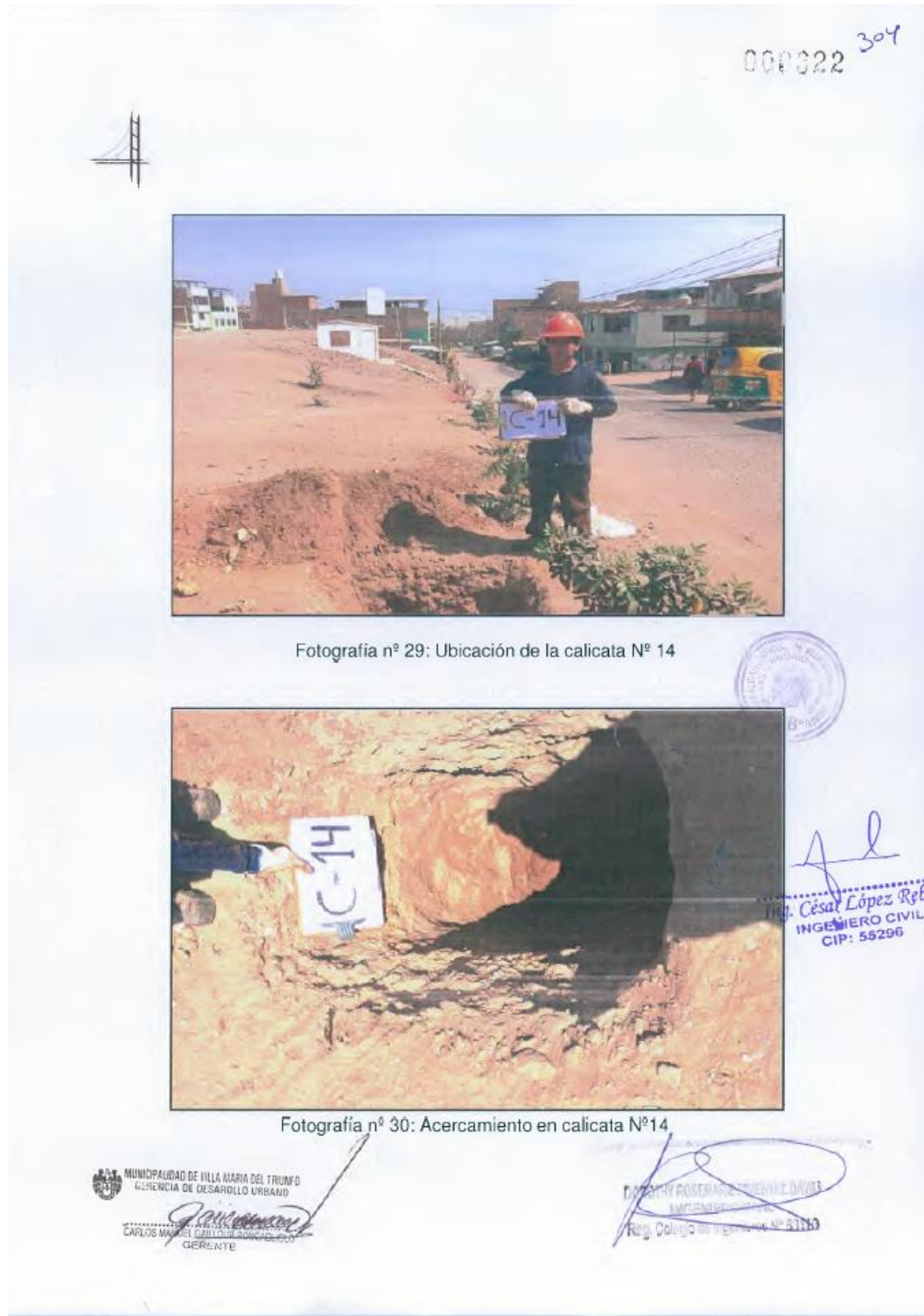
Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"



**Calicata C-14:**

**Figura 131 :**


*Toma de la calicata C-14.*



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 132 :**  
**Hoja N°7 del estudio de suelos del expediente técnico**

363  
000001





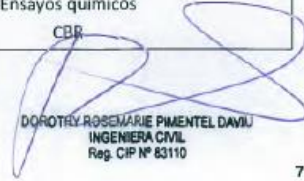
**3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**  
 El trabajo de campo se realizó los días 11 al 15 de mayo de 2018, con el objeto de identificar los diferentes estratos de suelo y su composición. La exploración geotécnica de campo, ha consistido en la excavación de 10 calicatas manuales a cielo abierto, a lo largo del tramo seleccionado de la avenida José Carlos Mariátegui.

**3.1 CALICATAS**  
 Los registros de las excavaciones se realizaron de acuerdo a la norma ASTM D-2488, extrayendo las muestras disturbadas tipo MAB, para la ejecución de ensayos estándar de clasificación de suelos, para lo cual la muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno selladas, las que fueron remitidas al laboratorio.

El cuadro siguiente presenta un resumen del registro de las excavaciones y los ensayos realizados.

**Cuadro 3.1**  
**Resumen de excavaciones**

Calicatas	Profundidad alcanzada (m)	Ensayos Realizados
C-1	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR
C-2	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR


MUNICIPALIDAD DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO  
 GERENCIA DE DESARROLLO URBANO  
 Ing. César López Rebaza  
 INGENIERO

DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL DAVILA  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 83110

7


Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"


**Figura 133 :**  
**Estudio de suelos del expediente técnico**



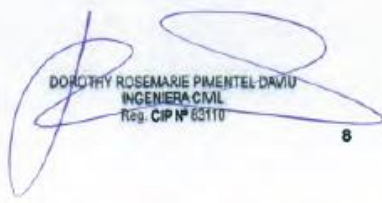
000380

Calicatas	Profundidad alcanzada (m)	Ensayos Realizados
C-3	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR
C-4	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR
C-5	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR
C-6	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR
C-7	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite Líquido Límite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR





MUNICIPALIDAD DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 DEBERENCIA DE DESARROLLO URBANO  
**Ing. Carlos López Rebaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 55296



DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL-DAVIU  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 65110

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 134 :**  
**Estudio de suelos del expediente técnico**



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"



A continuación, el resumen de las calitas más representativas de las imágenes referenciadas para la zona de estudio.

**Tabla 18**

*Ensayos realizados al material de las calicatas*

<b>Calicatas</b>	<b>Profundidad alcanzada (m)</b>	<b>Ensayos Realizados</b>
C-8, C-13 y C14	1.50	Ensayos de Clasificación de Suelos Contenido de humedad Límite líquido Limite plástico Límite de contracción Ensayos químicos CBR

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 135 :**

*Resumen de resultados de clasificación de suelos de todas las calicatas*

**Cuadro 5.1**  
**Resumen de los Resultados de Clasificación de Suelos**

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	SUCS	AASHTO
C-01	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-02	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-03	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-04	M-01	0.40 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-05	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-06	M-01	0.80 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-07	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-08	M-01	0.30 - 0.50	GP	A1 - a (0)
C-09	M-01	1.00 - 1.50	SP-SM	A-2-4 (0)
C-10	M-01	0.60 - 1.50	SP-SM	A-2-4 (0)
C-11	M-01	0.60 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-12	M-01	0.30 - 1.50	GP	A1 - a (0)
C-13	M-01	1.30 - 1.50	SP	A-2-4 (0)
C-14	M-01	1.30 - 1.50	SP	A-2-4 (0)
C-15	M-01	1.00 - 1.50	SP	A-2-4 (0)

  
*Ing. César López Reboza*  
INGENIERO

Los certificados de los ensayos realizados, se adjuntan en el Anexo C.

**A. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216**

Es la determinación de la cantidad de agua presente en la muestra, comparada con respecto a su peso seco, nos sirve para obtener una idea general del momento en el cual

  
MUNICIPALIDAD DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO  
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO  
CARLOS MANUEL GALLARDO  
GERENTE

  
DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL DAVIU  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 83110

12

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo - provincia de Lima - región LIMA"

Resumen de los resultados de clasificación de suelos de las calicatas más representativas según a la zona de estudio.

**Tabla 19**

*Clasificación de suelos de las calicatas con respecto a la Calle Santa Rosa*


<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
C-8	M-01	0.30-1.50	GP	A1-a(0)
C-13	M-01	1.30-1.50	SP	A-2-4(0)
C-14	M-01	1.30-1.50	SP	A-2-4(0)

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 136 :**

*Hoja de ensayos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación.*

357  
000075



se realizaron las exploraciones geotécnicas, debido al efecto importante que tiene este contenido de agua en la influencia de la resistencia mecánica.

**B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**  
Consiste en determinar el tamaño promedio de los granos que conforman la masa de suelo, en el laboratorio se realiza este ensayos con el material desde 0.0745mm (Nº200) hasta de 3".


**C. LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO) ASTM D4318, ASTM D427**  
El límite Líquido y Plástico, consiste en determinar el contenido de agua en la muestra que son los límites entre los estados liquido-plástico y plástico-no plástico. El ensayo de realiza con el material menor a la malla Nº40.


**C. DESCRIPCIÓN VISUAL Y MANUAL DE SUELOS ASTM D2488**  
Las muestras extraídas se clasificaron mediante el método de la AASHTO y SUCS.


**E. CBR MTC E132-1999**  
Para determinar la capacidad de soporte del suelo de la subrasante se realizo el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), para las muestras más representativas a lo largo de la vía.


**5.2 ENSAYO DE CBR**  
El ensayo de Proctor Modificado permite determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de un determinado tamaño con un pisón de 10 lbs, que cae desde una altura promedio de 18 pulgadas (45.7 cm), produciendo una energía de compactación de 56000 lb-pie/pie<sup>3</sup>.

El ensayo de C.B.R. se realizó con la finalidad de medir la resistencia al corte (esfuerzo cortante) y rigidez del suelo de apoyo de estructuras viales bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" y está normado con el número ASTM D 1883.



  
MUNICIPALIDAD DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO  
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO  
CARLOS MANUEL  
GERENTE

  
Ing. César López Rebaza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 55295

  
DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL DAVILA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP Nº 83110

13

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 137 :**

Hoja de resumen de resultados de CBR en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación.



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Tabla 20:**

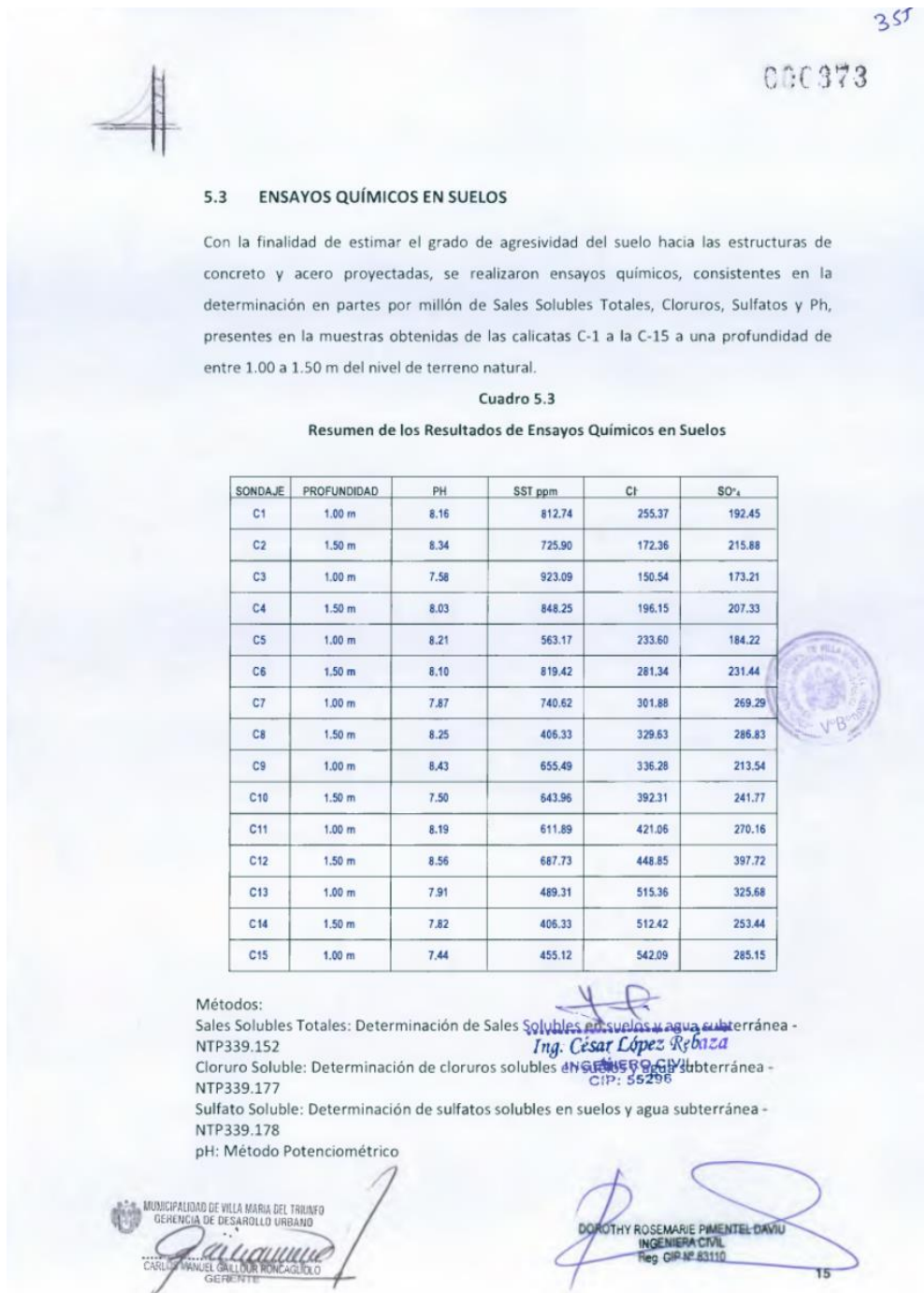
*Resumen de resultados de CBR en Suelos de las calicatas más representativas según a la zona de estudio.*

CALICATA	SUCS	AASHTO	ENSAYO DE C.B.R				
			MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	O.C.H (%)	HINCHA- MIENTO (%)	CBR 100%MDS	CBR 95%MDS
C-8	GP	A1-a (0)	2.01	5.1	NO PRESENTA	28.7	25.4
C-13	SP	A-2-4(0)	1.84	7.9	NO PRESENTA	23.4	21.1
C-14	SP	A-2-4(0)	1.67	6.3	NO PRESENTA	25.3	22.9

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

### Figura 138 :

Hoja de resumen de resultados de ensayos químicos en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación.



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo - provincia de Lima - región LIMA"



**Figura 139 :**

*Hoja de resumen de resultados de CBR en suelos realizados según el expediente técnico obtenido para estudio de la presente investigación.*

352

000070



pobremente graduada, con algunas gravillas con clasificación SUCS GP, de baja humedad, pudiéndose explorar hasta 1.50m de profundidad no presenta nivel de aguas freáticas, en estado denso, con CBR de 19.7-20.6% al 95%MDS, con contenido de humedad medio, no presenta límites de consistencia.

Las paredes verticales de las calicatas estuvieron estables durante el trabajo de excavación.

**CBR DE DISEÑO**

Se empleó el CBR de diseño de 19.7% al 95% MDS el cual es el menor hallado en la zona.

**8. DISEÑO DE PAVIMENTOS**

**8.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VIA EXISTENTE**

Durante los días de exploración de campo se determinó el estado de servicio de la vía, evaluando este en cuatro clasificaciones basado en el estado de servicio en la que se encuentran, como son:

Las avenidas exploradas y estudiadas del P.J. José Carlos Mariátegui, en los tramos comprendidos y especificados en los planos se presentan en un estado altamente deteriorado, que corresponde a un estado Malo (Ahuellamientos notorios, mal drenaje, asfalto y afirmado erosionado).



**8.2 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

Para el diseño de los espesores de pavimento se empleará el método A.A.S.H.T.O.

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO AASHTO**

En esta parte del estudio se diseñara para obtener una pavimentación de concreto incluyendo (JCP) plain jointed, (JRCP) jointed reinforced, y (CRCP) continuously reinforced.



**MUNICIPALIDAD DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO**  
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO

*Carlos Daniel Gallo*  
CARLOS DANIEL GALLO SUÑAMUNDO  
GERENTE

**DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL DAVID**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 83110

18

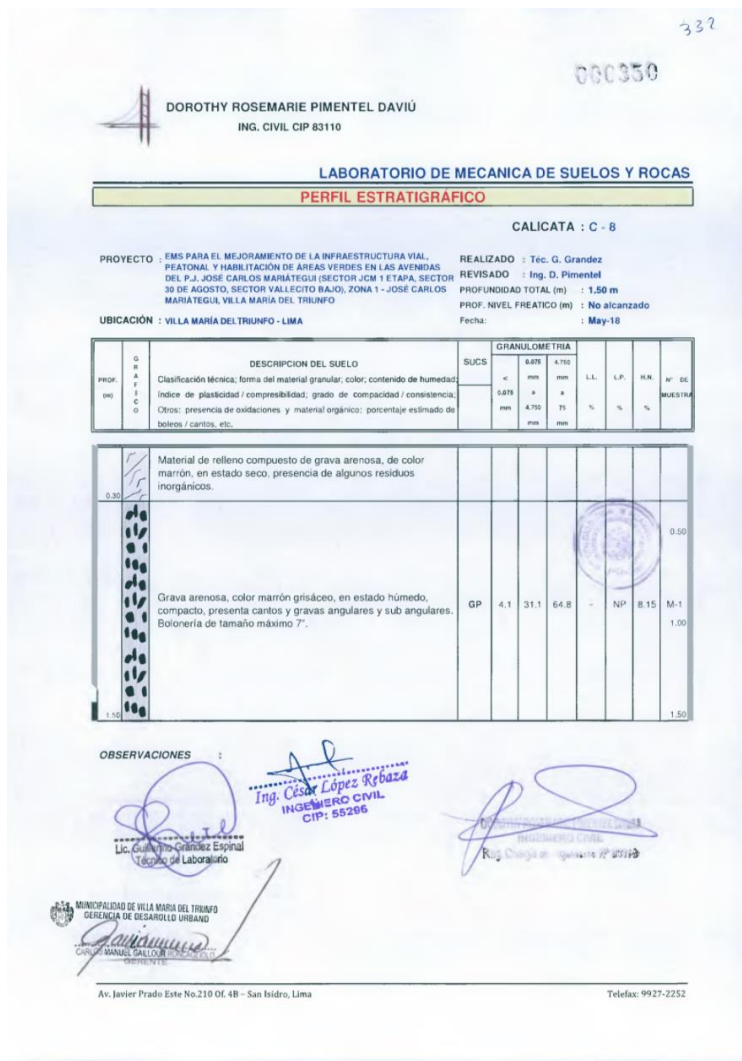
Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"



**Perfil estratigráfico:**

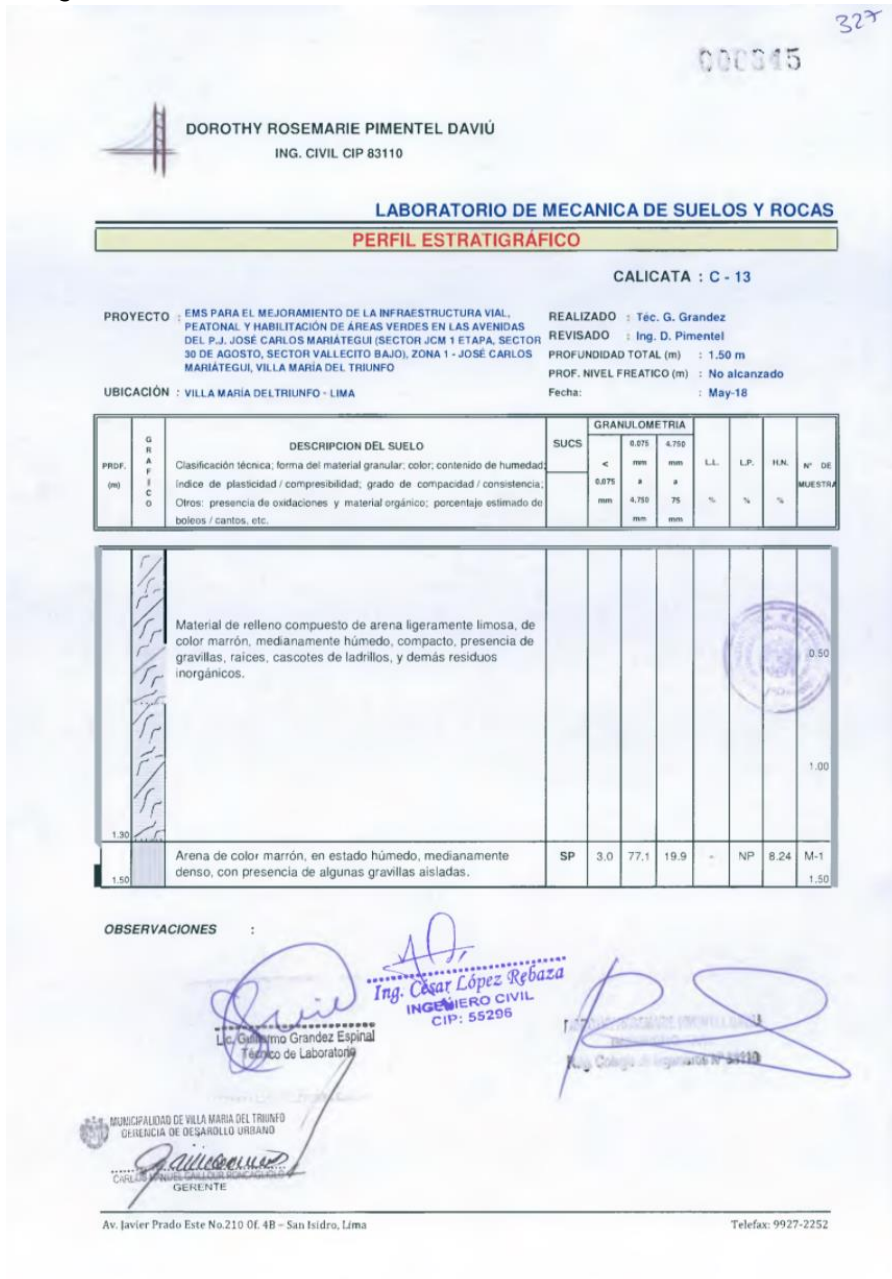
La clasificación visual de los suelos según el expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA" efectuó en el campo, y realizaron una comparación con los resultados correspondientes de laboratorio; en lo cual obtuvieron el perfil estratigráfico del suelo debidamente clasificado, homogéneo cuya descripción es la que sigue:

**Figura 140 :**  
**Perfil Estratigráfico de la calicata C-8**



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 141 :**  
**Perfil Estratigráfico de la calicata C-13**



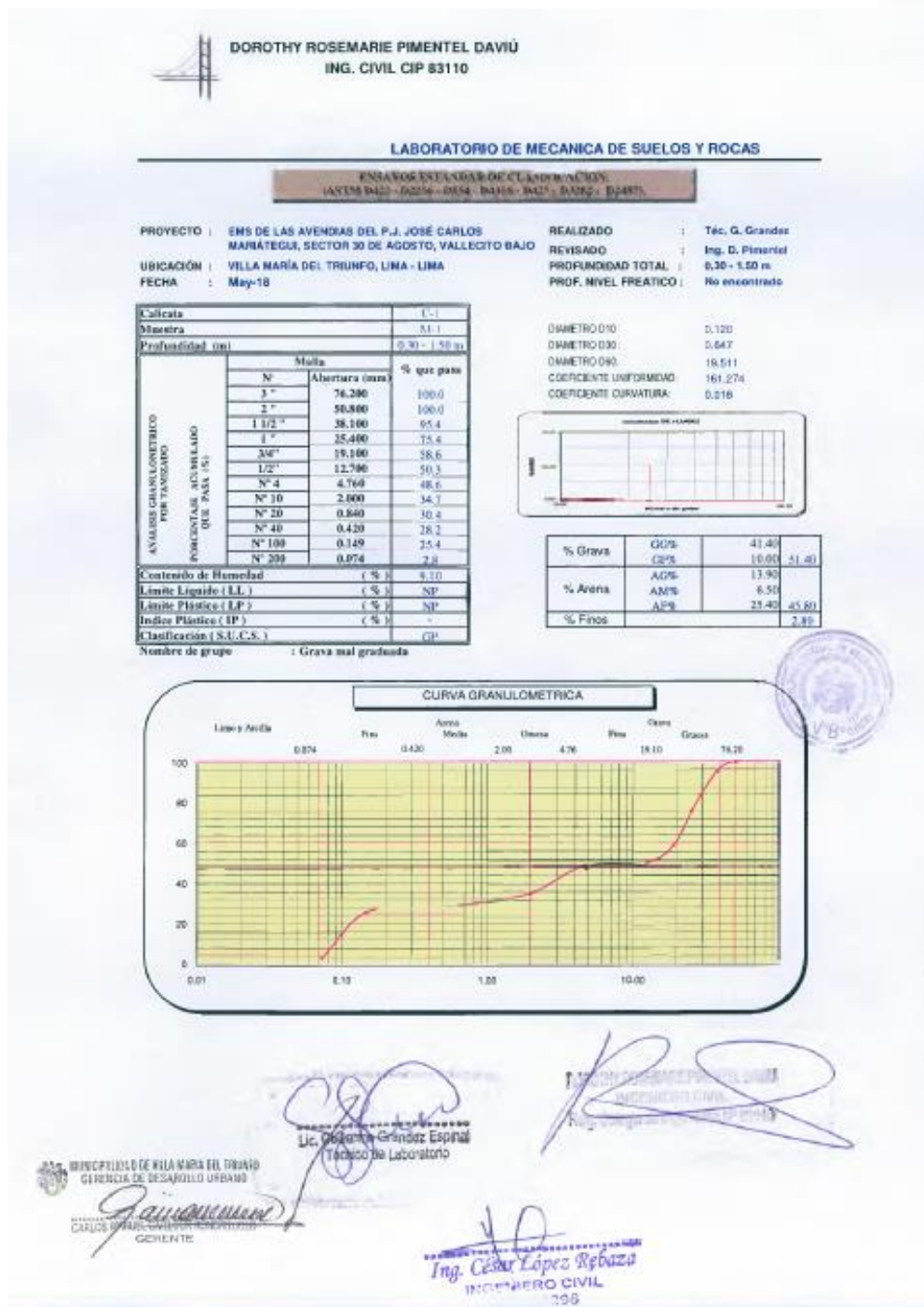
Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo - provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 142 :**  
**Perfil Estratigráfico de la calicata C-14**



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 143 :**  
**Ensayo de Clasificación de suelos**



Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**Figura 144 :**  
**Resultado del ensayo químico del suelo**

**DOROTHY ROSEMARIE PIMENTEL DAVIÚ**  
 ING. CIVIL CIP 83110

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**

**ANÁLISIS QUÍMICO SUELO / AGUA**

PROYECTO : EMS DE LAS AVENIDAS DEL P.J. JOSE CARLOS MARIÁTEGUI, SECTOR 30 DE AGOSTO, VALLECITO BAJO  
 UBICACIÓN : SECTOR 1, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO, LIMA - LIMA

REALIZADO : Téc. G. Grandez  
 REVISADO : Ing. D. Pimentel  
 FECHA : may-18

SONDAJE	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PH	SST ppm	Cl ppm	SO <sub>4</sub> ppm
C - 1	M-1	1.00 m	8.16	812.74	255.37	192.45

*Ing. César López Rodríguez*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 55295

Lic. Guillermo Grandez Espinal  
 Técnico de Laboratorio

Av. Javier Prado Este No.210 Of. 4B - San Isidro, Lima  
 Telefax: 992722652

000310  
322

Fuente: Expediente técnico "Mejoramiento de la infraestructura vial, peatonal y habilitación de áreas verdes en las avenidas del p.j. José Carlos Mariátegui (sector JCM 1 etapa, sector 30 de agosto, sector vallecito bajo), zona 1 - José Carlos Mariátegui, distrito de Villa Marie Del Triunfo – provincia de Lima - región LIMA"

**CBR DE DISEÑO** Se empleó el CBR de diseño de 21.1% al 95% MDS el cual es el menor hallado en la zona.



Estudio de Tráfico:

**Figura 145 :**

*Ficha de estudio de clasificación vehicular*



**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

Sentido: NORTE - SUR  
 Sentido: SUR - NORTE

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Micro bus	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	
						2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
Grafico																				
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
<b>Total</b>																				

Fuente: elaboración propia

**Figura 146 :**  
*Formato de resumen del día domingo (25-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - DOMINGO**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 25-10-2020  
 Sentido: : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers			Trailers				TOTAL	%	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>=C3R3
Grafico																				
00-01	11	12																	23	1.28
01-02	2	8																	10	0.56
02-03	0	2																	2	0.11
03-04	10	4																	14	0.78
04-05	29	7	1	3															40	2.22
05-06	62	11		11					1										85	4.73
06-07	81	17		8					3										109	6.06
07-08	72	28	1	20							2								123	6.84
08-09	81	32		31															144	8.01
09-10	64	23		16	1														104	5.78
10-11	70	31	2	12															115	6.40
11-12	64	25	1	10															100	5.56
12-13	64	22	1	17															104	5.78
13-14	52	21	4	14															91	5.06
14-15	77	28	2	13															120	6.67
15-16	62	31	1	11															105	5.84
16-17	65	34		14															113	6.28
17-18	58	18	1	15	1														93	5.17
18-19	42	21		4					2										69	3.84
19-20	39	14	3	6															62	3.45
20-21	40	18		5															63	3.50
21-22	36	19		1															56	3.11
22-23	12	16		1															29	1.61
23-24	11	13																	24	1.33
<b>Total</b>	<b>1104</b>	<b>455</b>	<b>17</b>	<b>212</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1798</b>	

Fuente: elaboración propia

**Figura 147 :**  
*Formato de resumen del día domingo (25-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - LUNES**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 26-10-2020  
 Sentido : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrainers			Trailers				TOTAL	%	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>=C3R3
00-01	8	12																	20	0.85
01-02	4	16																	20	0.85
02-03	0	8	1																9	0.38
03-04	12	11																	23	0.98
04-05	42	18	1		1														62	2.64
05-06	94	16	1	10															121	5.15
06-07	145	19	2	9							3								178	7.57
07-08	152	38	1	17			1	4											213	9.06
08-09	133	51	3	28				1											216	9.19
09-10	86	30	4	16				2											138	5.87
10-11	93	38	6	14			2	2			1								156	6.64
11-12	89	32	5	10					1										137	5.83
12-13	87	28	4	16							1								136	5.79
13-14	62	22	9	12			1	1											107	4.55
14-15	46	43	7	29	3						1								129	5.49
15-16	48	48		7			1	2											106	4.51
16-17	49	50	1	8															108	4.60
17-18	17	32		8			1				3								61	2.60
18-19	45	29		4															78	3.32
19-20	49	34	3	6					1										93	3.96
20-21	64	29		7															100	4.26
21-22	36	24	1	2															63	2.68
22-23	28	19																	47	2.00
23-24	14	15																	29	1.23
<b>Total</b>	<b>1403</b>	<b>662</b>	<b>49</b>	<b>203</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2350</b>	<b>100.00</b>
%	59.70	28.17	2.09	8.64	0.17	0.00	0.00	0.26	0.60	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Fuente: elaboración propia



**Figura 148 :**  
*Formato de resumen del día martes (27-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - MARTES**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 27-10-2020  
 Sentido: : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	%		
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	>=C3R3				
00-01	16	14		1																31	1.26	
01-02	5	16																			21	0.85
02-03	1	12	1																		14	0.57
03-04	19	11																			30	1.22
04-05	34	22		3																	59	2.40
05-06	82	19	1	11																	113	4.59
06-07	125	22	4	12					3		2										168	6.83
07-08	163	46	1	16				1	2		1										230	9.35
08-09	139	55	1	22					4												221	8.98
09-10	94	46	1	18				1	2												162	6.59
10-11	88	31	3	18					1												141	5.73
11-12	79	37	1	9				1	4		1										132	5.37
12-13	84	30	6	14					1												135	5.49
13-14	72	30	1	13					2												118	4.80
14-15	52	26		22				2	1		1										104	4.23
15-16	42	44	2	8					2		1										99	4.02
16-17	53	48		12					1												114	4.63
17-18	26	28	1	12				1													68	2.76
18-19	53	33	1	8	1																96	3.90
19-20	58	34		6																	98	3.98
20-21	75	31	2	6																	114	4.63
21-22	53	35	1	2																	91	3.70
22-23	37	21		1																	59	2.40
23-24	24	18																			42	1.71
<b>Total</b>	<b>1474</b>	<b>709</b>	<b>27</b>	<b>214</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2460</b>	

Fuente: elaboración propia

**Figura 149 :**

*Figura 140: Formato de resumen del día miércoles (28-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - MIERCOLES  
ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 28-10-2020  
 Sentido : AMBOS SENTIDOS

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers			Trailers				TOTAL	%	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>=C3R3
Grafico																				
00-01	10	13																	23	0.91
01-02	7	24	1																32	1.27
02-03	0	13																	13	0.52
03-04	22	16		1															39	1.55
04-05	58	27	1																86	3.42
05-06	105	12	2	11															130	5.16
06-07	153	21	4	8					1										187	7.43
07-08	144	39		20					4		1								208	8.26
08-09	116	47	4	31					5										203	8.06
09-10	82	29	7	16	1			1	3		2								141	5.60
10-11	88	36	7	12				1	1										145	5.76
11-12	84	27	5	10					1										127	5.04
12-13	85	28	3	17					3		1								137	5.44
13-14	50	27	11	14				2	4										108	4.29
14-15	82	34	4	13					2		2								137	5.44
15-16	86	42		11	1				1										141	5.60
16-17	73	25	4	14				2	3		1								122	4.85
17-18	61	38		15					1										115	4.57
18-19	52	29		4					1										86	3.42
19-20	52	34	3	6															95	3.77
20-21	58	29	1	5															93	3.69
21-22	42	28	1	1															72	2.86
22-23	27	17		1															45	1.79
23-24	18	15																	33	1.31
<b>Total</b>	<b>1555</b>	<b>650</b>	<b>58</b>	<b>210</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2518</b>	
%	61.76	25.81	2.30	8.34	0.08	0.00	0.00	0.24	1.19	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Fuente: elaboración propia

**Figura 150 :**  
*Formato de resumen del día jueves (29-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - JUEVES**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 29-10-2020  
 Sentido: : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	%
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	>=C3R3		
Grafico																				
00-01	5	19	1	1															26	1.00
01-02	3	29																	32	1.23
02-03	1	16	1																18	0.69
03-04	19	18	2																39	1.50
04-05	46	34		2															82	3.16
05-06	89	29		14															132	5.08
06-07	124	35	2	12					2										175	6.73
07-08	155	52	2	21				2	3		2								237	9.12
08-09	98	49	1	29				1	2										180	6.93
09-10	84	35	6	22	2				2		1								152	5.85
10-11	95	39	1	14				4	1										154	5.93
11-12	98	34	1	12					2		1								148	5.69
12-13	72	22	8	18	1				1										122	4.69
13-14	78	21	4	15					3		2								123	4.73
14-15	52	29	8	14				2	4		1								110	4.23
15-16	59	33	1	12	2				2		1								110	4.23
16-17	94	29	7	11					6										147	5.66
17-18	88	32	1	12					2										135	5.19
18-19	72	29	3	8					1										113	4.35
19-20	45	36	2	7					1										91	3.50
20-21	57	42	4	6															109	4.19
21-22	37	36	1	3															77	2.96
22-23	26	19		1															46	1.77
23-24	16	25																	41	1.58
<b>Total</b>	<b>1513</b>	<b>742</b>	<b>56</b>	<b>234</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2599</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia

**Figura 151 :**  
*Formato de resumen del día viernes (30-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - VIERNES**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 30-10-2020  
 Sentido: : AMBOS SENTIDOS

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	%	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	>=C3R3			
Grafico																					
00-01	8	17		1																26	1.01
01-02	12	38		1																51	1.98
02-03	4	25	1																	30	1.16
03-04	22	17																		39	1.51
04-05	68	26																		94	3.64
05-06	97	22	3	12																134	5.19
06-07	147	28	3	11																189	7.32
07-08	136	39		17					1											193	7.47
08-09	92	45	1	15					2											155	6.00
09-10	87	44	5	16				3	4		2									161	6.24
10-11	91	41	5	12				4	3		1									157	6.08
11-12	85	37	5	16				2	4		1									150	5.81
12-13	73	37	1	17					3											131	5.07
13-14	70	28	1	9					2		2									112	4.34
14-15	70	28	3	14				1	2											118	4.57
15-16	89	32	2	12					3		1									139	5.38
16-17	79	22	7	17				3	1											129	5.00
17-18	58	36	1	15	1				2											113	4.38
18-19	48	34	1	8																91	3.52
19-20	52	34	3	6																95	3.68
20-21	58	29	1	5																93	3.60
21-22	48	28	1	4																81	3.14
22-23	29	17		6																52	2.01
23-24	23	22	2	2																49	1.90
<b>Total</b>	<b>1546</b>	<b>726</b>	<b>46</b>	<b>216</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2582</b>		

Fuente: elaboración propia

**Figura 152 :**  
*Formato de resumen del día sábado (31-10-20)*



**FORMATO DE RESUMEN - SABADO**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 30-10-2020  
 Sentido: : AMBOS SENTIDOS

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers			Trailers				TOTAL	%	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>=C3R3
Grafico																				
00-01	12	12																	24	0.95
01-02	3	24																	27	1.07
02-03	1	19																	20	0.79
03-04	12	10							1		2								25	0.99
04-05	52	29																	81	3.21
05-06	74	32	1	9															116	4.59
06-07	122	31	1	13															167	6.61
07-08	130	36		14					4										184	7.29
08-09	81	41	3	16					2										143	5.66
09-10	93	48	3	18					2										164	6.50
10-11	97	56	6	15					1										175	6.93
11-12	77	42	2	13					3		1								138	5.47
12-13	84	39	4	12					2										141	5.58
13-14	62	28	1	11					1										103	4.08
14-15	72	28	2	14					1										117	4.63
15-16	80	31		14															125	4.95
16-17	85	26	2	19															132	5.23
17-18	88	32	1	14	1														136	5.39
18-19	59	32	4	12															107	4.24
19-20	52	35	2	6															95	3.76
20-21	48	39		6															93	3.68
21-22	51	22	1	4															78	3.09
22-23	39	22		8															69	2.73
23-24	28	36		1															65	2.57
<b>Total</b>	<b>1502</b>	<b>750</b>	<b>33</b>	<b>219</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2525</b>	
%	59.49	29.70	1.31	8.67	0.04	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Fuente: elaboración propia

**Figura 153 :**  
*Formato de resumen vehicular en la calle Santa Rosa*



**FORMATO DE RESUMEN - SEMANA**  
**ESTUDIO DE TRAFICO**

CARRETERA/VIA : CALLE SANTA ROSA  
 DISTRITO : VILLA MARIA DEL TRIUNFO  
 PROVINCIA : LIMA  
 DEPARTAMENTO : LIMA

FECHA : 30-10-2020  
 Sentido : **AMBOS SENTIDOS**

Hora	Moto Taxi	Automovil	Camioneta Pick Up	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	
						B2	B3	C2	C3	C4	T2S1 T2S2	T2S3	T3S1 T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	>=C3R3		
<b>Grafico</b>																				
DOMINGO	1,104	455	17	212	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,798
LUNES	1,403	662	49	203	4	0	0	6	14	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2,350
MARTES	1,474	709	27	214	1	0	0	6	23	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2,460
MIERCOLES	1,555	650	58	210	2	0	0	6	30	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2,518
JUEVES	1,513	742	56	234	5	0	0	9	32	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2,599
VIERNES	1,546	726	46	216	1	0	0	13	27	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2,582
SABADO	1,502	750	33	219	1	0	0	0	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2,525
<b>Total</b>	<b>10,097</b>	<b>4,694</b>	<b>286</b>	<b>1,508</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>149</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16,832</b>
<b>IMD</b>	<b>1,443</b>	<b>671</b>	<b>41</b>	<b>216</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,408</b>
<b>IMD 2024</b>	<b>1,628</b>	<b>757</b>	<b>47</b>	<b>244</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,719</b>

Fuente : Elaboración propia

**Tabla 17 :**  
*Resumen del conteo diario*

<b>CONTEO DE TRAFICO DIARIO</b>	
DOMINGO	1,798
LUNES	2,350
MARTES	2,460
MIERCOLES	2,518
JUEVES	2,599
VIERNES	2,582
SABADO	2,525

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18 :**  
*Tasa de Crecimiento al 2024*

<b>CALCULO TASA DE CRECIMIENTO</b>	
To : Transito Proyectado al año en veh/día	2,405.0
n : Número de años del periodo de Diseño	4.0
r : Tasa anual de crecimiento de tránsito	4.1%
<b>Tn :Transito proyectado al año 2024</b>	<b>2,714</b>

Fuente : Elaboración propia

**Figura 154 :**  
*Fórmula y parametros de crecimiento y proyección del tráfico*

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

En la que:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Fuente : Manuel de carreteras, sección suelos y pavimentos R.D. N.10-2014 – MTC/14

**Tabla 19 :**  
*Unificación de vehículos livianos*

<b>TIPOS DE VEHICULOS</b>	<b>IMD 2024</b>	<b>IMD 2024 AJUSTADO</b>
Moto		
Taxi	1,628	543
Automovil	757	757
Camioneta Pick Up	47	47
Camioneta Rural	244	244
Microbus	4	4
<b>TOTAL</b>		<b>1,595</b>

Fuente: elaboración propia



**Tabla 20 :**

*Relación de cargas por eje equivalente EE según tipo de vehículo*

	EJE DELANTERO		CONJUNTO EJES POSTERIOR				RELACION DE CARGAS POR E.E.							TOTAL			
	Eje Simple Rueda Simple	Eje Simple Rueda Doble	Eje Simple Rueda Simple	Eje Simple Rueda Doble	Eje Tandem 1 1. Rueda Doble 1. Rueda Simple	Eje Tandem 2 2. Ejes Rueda Doble	Eje Tandem 3 2 Ejes Rueda Doble 1. Eje Rueda Simple	Eje Tandem 4 3 Ejes Rueda Doble	[ P/6.6] <sup>4.1</sup>	[ P/8.2] <sup>4.1</sup>	[ P/6.6] <sup>4.1</sup>	[P/8.2] <sup>4.1</sup>	[P/13.0] <sup>4.1</sup>		[P/13.3] <sup>4.1</sup>	[P/16.6] <sup>4.0</sup>	[P/17.5] <sup>4.0</sup>
<b>Autos</b>	1								0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>0.0004</b>
<b>C2</b>	7	11							1.2728	3.3348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>4.6077</b>
<b>C3</b>	7					18			1.2728	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.4580	0.0000	0.0000	<b>4.7308</b>
<b>C4</b>	7						23		1.2728	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.6854	0.0000	<b>4.9582</b>
<b>T2S1</b>	7	11		11					1.2728	3.3348	0.0000	3.3348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>7.9425</b>
<b>T2S3</b>	7	11							1.2728	3.3348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.1443	0.0000	<b>9.7520</b>
<b>T3S1</b>	7	11		11					1.2728	3.3348	0.0000	3.3348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>7.9425</b>
<b>T3S2</b>	7	11							1.2728	3.3348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.1443	0.0000	<b>9.7520</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21 :**  
Cálculo de ejes equivalentes

TIPOS DE VEHICULOS	IMD 2024	VEH/AÑO	VEH/CARRIL	FACTOR CAMION	ESAL CARRIL	FACTOR CRECIMIENTO	ESAL	%
Mototaxi, Automoviles, Camioneta	1,595	582,175	291,088	0.0004	116.4352	30.0890	3,504.00	0.31
B2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
B3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
C2	7	2,555	1,278	4.6077	5,888.6406	30.0890	177,184.00	15.60
C3	25	9,125	4,563	4.7308	21,586.6404	30.0890	649,520.00	57.19
C4	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
T2S1 / T2S2	7	2,555	1,278	7.9425	10,150.5150	30.0890	305,419.00	26.89
T2S3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
T3S1 / T3S2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
T3S3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
C2R2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
C2R3	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
C3R2	0	0	0	0.0000	0.0000	30.0890	0.00	0.00
<b>TOTAL ESAL (EJES EQUIVALENTES)</b>							<b>1,135,627.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22 :**  
*Parámetros de diseño con el software Opti-pave2*

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>DISEÑO</b>		
Vida de diseño	años	20.00
Ancho de losa	m	1.50
Largo de losa	m	1.75
Espesor de losa	mm	120
Tipo de borde		Borde Libre
IRI inicial	m/km	2.50
Porcentaje de losas agrietadas	%	10.00
IRI final	m/km	3.50
Escalonamiento promedio	mm	5.00
<b>TRAFICO</b>		
Método de análisis de tráfico		Ejes equivalentes
Clasificación del tipo Tráfico		Calle Local TTC12
Tasa de crecimiento de trafico	%	4.1
Total ESAL en el carril de diseño	EE	1'135,627
<b>CONCRETO/HORMIGON</b>		
Fibra Estructural		Si
Resistencia Residual	Mpa	1
Tipo de ensayo de resistencia		Flexión, Compresión
Resistencia a la compresión	Kg/cm2	350
Edad de ensayo	Días	28.00
Módulo de rotura	Mpa	4.80
Confiabilidad de diseño del concreto	%	80.00
<b>SUELO</b>		
Numero de capas		1
tipo de ensayo		CBR
Tipo de suelo - Subrasante		A-2-4(0)
Módulo resiliente - Subrasante	Mpa	123.3
Tipo de suelo - Subbase		A-1-a (0)
Módulo resiliente - Subbase	Mpa	242.03
Espesor de Subbase	mm	200
Material fino pasa la malla 200(capa bajo el Pavimento)	%	12
<b>CLIMA</b>		
Según ubicación del proyecto		Genérico
Tipo de clima		Seco No-heladizo
Gradiente equivalente de construcción	°C	-10.00
Temperatura media de invierno	°C	14.66
Temperatura media de Verano	°C	24.00
Temperatura de fraguado de concreto	°C	30
Número de días lluviosos al año	Días	45
Índice de congelamiento de la base	%	0

Fuente: elaboración propia

Módulo Resiliente de la Capa: TCP recomienda la siguiente fórmula para hallar la correlación según el CBR obtenido.

$$Mr = 179.61 * (CBR)^{0.64} \text{ Kg/cm}^2$$

Según estudio de suelos el CBR de la Subrasante es de 21.1%, con un Mr de 1,257.32kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 123.30 Mpa, Se considera un CBR de la Sub-Base de 60.0% y un Mr de 2,468.01 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 242.03 Mpa

## Anexo 11: Diseño de pavimento rígido U-TCP con el software *OptiPave2*

**Figura 155 :**  
*Ventana de Diseño del software OptiPave2*

OptiPave - Santa Rosa

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo Clima Resultados

Nombre de Proyecto  
Calle Santa Rosa

Localidad  
Distrito de Villa Maria del Triunfo, Departamento de Lima

Sector

Norte 14/11/2020

Descripción

OptiPave2  
TCPavements

Fuente: Elaboración propia

Para diseñar el pavimento rígido según los parámetros obtenidos utilizamos el programa o software OptiPave 2, en el cual ingresamos los datos del proyecto en la ventana de proyecto, por lo que el nombre de proyecto lo hemos llamado calle Santa Rosa, y consiguientemente llenamos la localidad que el proyecto se ubica en el distrito de Villa María del Triunfo, Departamento de Lima y fecha.

**Figura 156 :**  
*Ventana de Diseño del software OptiPave2*

The screenshot shows the 'Diseño' (Design) window of the OptiPave2 software. The window title is 'OptiPave - Santa Rosa Dic-20'. The navigation bar includes 'Proyecto', 'Diseño', 'Tráfico', 'Hormigón', 'Suelo', 'Clima', and 'Resultados'. The 'Diseño' tab is active, displaying the following parameters:

- Vida de Diseño: 20 (años)
- Largo de Losa: 1.75 (m)
- Espesor Losa: 119.375 (mm)
- Calcular Espesor:
- Tipo de Borde: Libre
- Losa Exterior con Sobreancho: No
- Barras de Transferencia de Carga: No
- Dren Lateral: No
- Interfaz Pavimento-Base: No Adherido
- IRI: 2.5 (m/Km)

On the right side, under the heading 'Umbral Máximo Admisible de Diseño' (Maximum Acceptable Design Threshold), the following parameters are shown:

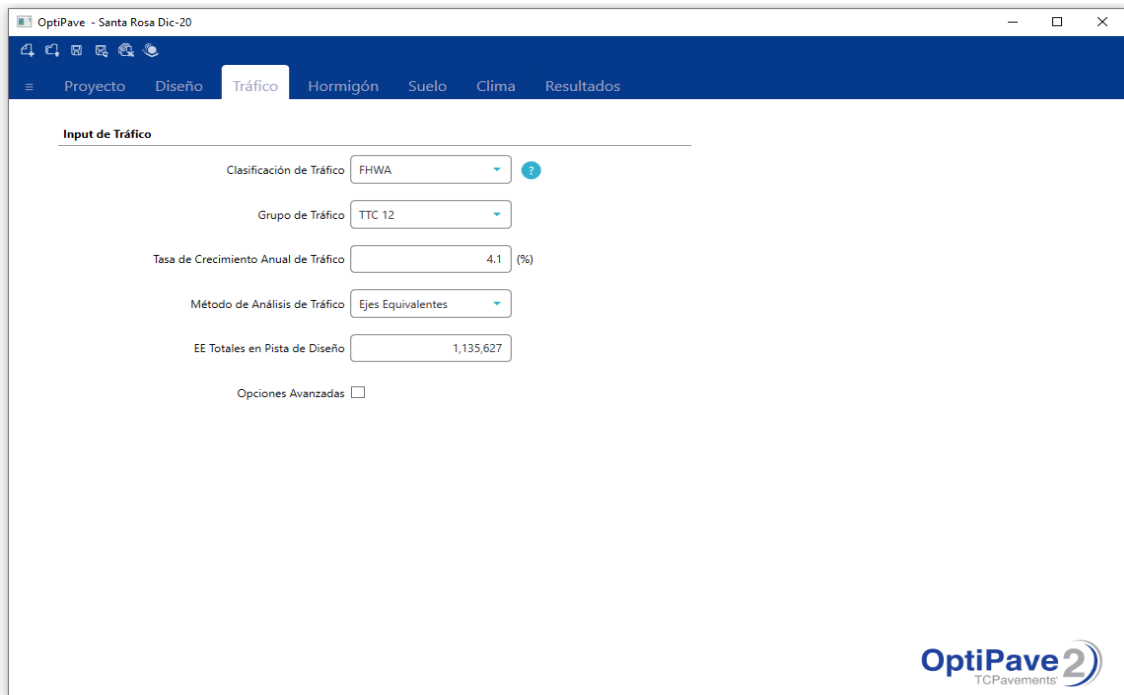
- Porcentaje de Losas Agrietadas: 10 (%)
- IRI: 3.5 (m/Km)
- Escalonamiento Promedio: 5 (mm)
- Confiabilidad del Diseño: 80 (%)

The OptiPave2 logo and 'TCPavements' are visible in the bottom right corner of the window.

Fuente: Elaboración propia

En la ventana de diseño hemos colocado los datos de parámetros de diseño y umbrales máximos.

**Figura 157 :**  
*Ventana de Tráfico del software OptiPave2*



The screenshot shows the 'Input de Tráfico' window in the OptiPave2 software. The window title is 'OptiPave - Santa Rosa Dic-20'. The navigation bar includes 'Proyecto', 'Diseño', 'Tráfico', 'Hormigón', 'Suelo', 'Clima', and 'Resultados'. The 'Tráfico' tab is active. The 'Input de Tráfico' section contains the following fields:

- Clasificación de Tráfico: FHWA (dropdown menu)
- Grupo de Tráfico: TTC 12 (dropdown menu)
- Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico: 4.1 (%) (text input)
- Método de Análisis de Tráfico: Ejes Equivalentes (dropdown menu)
- EE Totales en Pista de Diseño: 1,135,627 (text input)
- Opciones Avanzadas:

The OptiPave2 logo is visible in the bottom right corner of the window.

Fuente: Elaboración propia

En esta ventana hemos ingresado los datos del estudio de tráfico obtenido (ESAL, tasa de crecimiento y tipo de borde)

**Figura 158 :**  
*Ventana de Hormigón del software OptiPave2*

OptiPave - Santa Rosa Dic-20

Proyecto Diseño Tráfico **Hormigón** Suelo Clima Resultados

Fibra Estructural  Método de Ensayo de la Fibra

Resistencia Residual  (MPa)

---

Tipo de Ensayo de Resistencia

Edad de Ensayo

Flexotracción  (MPa) Resistencia Media a los 90 Días  (MPa)

Confiabilidad  (%)

Opciones Avanzadas

---

Coefficiente de Dilatación Térmico ( $10^6$ )  (1/°C) ?

Retracción del Hormigón a los 365 Días  (microstrain)

Contenido de Aire  (%)

Relación Agua-Cemento

Opciones Avanzadas

**OptiPave2**  
TCPavements

Fuente: Elaboración propia



**Figura 159 :**  
*Ventana de Tráfico del software OptiPave2*

OptiPave - Santa Rosa Dic-20

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón **Suelo** Clima Resultados

N° de Capas 1

	Tipo de Suelo	Módulo Resiliente Invierno (MPa)	Módulo Resiliente Verano (MPa)	Módulo de Poisson	Espesor (mm)
Base	A-1-a	242.03	242.03	0.35	200
Subrasante	A-2-4	123.3	147.96	0.35	

Propiedades de la base

Resistencia a la erosión (Capa Bajo el Pavimento) 3

Coeficiente de Fricción Pavimento-Base 0.65

Material Fino Bajo Malla N° 200 (Capa Bajo el Pavimento) 12 (%)

OptiPave2  
TCPavements

Fuente: Elaboración propia

**Figura 160 :**  
*Ventana de Clima del software OptiPave2*

OptiPave - Santa Rosa Dic-20 1

Proyecto Diseño Tráfico Hormigón Suelo **Clima** Resultados

País Genérico

Zona Seco No-heladizo

Gradiente Equivalente de Construcción -10 (Δ°C)

Temperatura Media de Invierno 14.66 (°C)

Temperatura Media de Verano 24 (°C)

Temperatura de Fraguado del Hormigón 40 (°C)

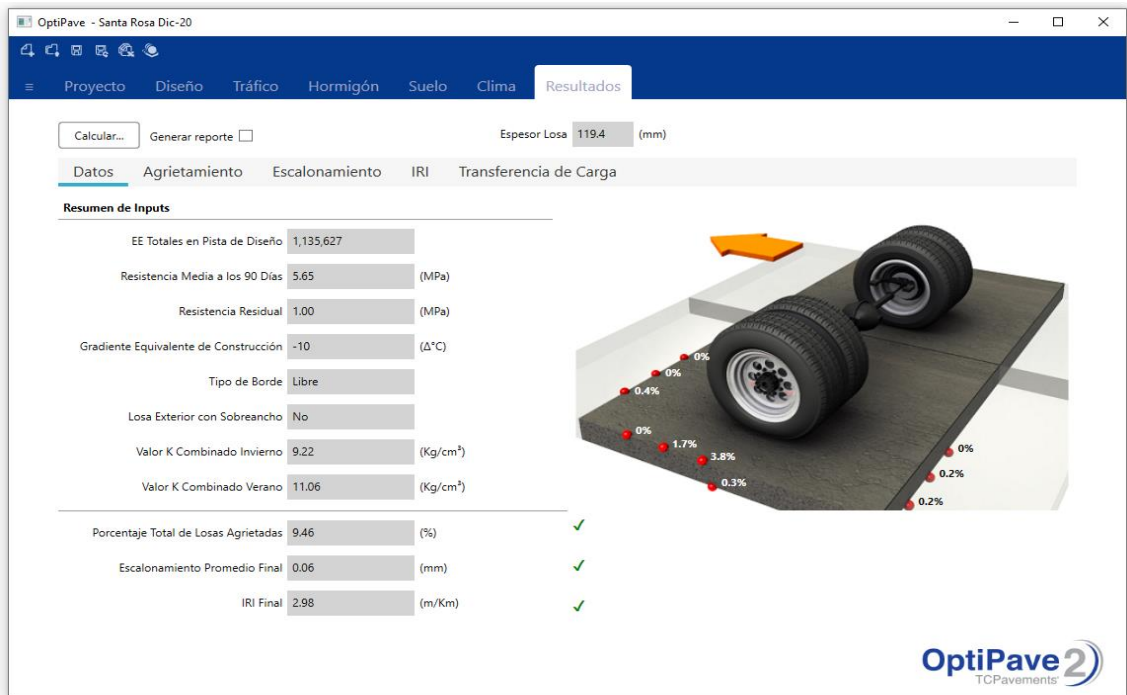
Número de Días al Año con Precipitaciones 40

Índice de Congelamiento de la Base 0 (%)

OptiPave2  
TCPavements

Fuente: Elaboración propia

**Figura 161 :**  
 Ventana de Resultados del software OptiPave2



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 12: Análisis de Precio Unitario (APU)

S10

Página : 1

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033 REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP			Fecha presupuesto	30/11/2020	
Subpresupuesto	001 REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP					
Partida	01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.4 X 3.6 m INCL. COLOCACIÓN					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u		1,146.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	1.6000	27.80	44.48
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	23.17	185.36
0147010004	PEON	hh	3.0000	24.0000	16.56	397.44
<b>627.28</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	2.89	2.89
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bls		0.9000	19.07	17.16
0238000004	HORMIGON	m3		0.3600	45.00	16.20
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		55.0000	4.75	261.25
0244030027	TRIPLAY DE 4 mm	m2		8.0000	22.88	183.04
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.7000	27.96	19.57
<b>500.11</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	627.28	18.82
<b>18.82</b>						
Partida	01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : est		6,300.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est		1.0000	5,400.00	5,400.00
0232970004	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION HERRAMIENTAS OTROS	glb		1.0000	900.00	900.00
<b>6,300.00</b>						
Partida	01.03 ALQUILER DE OFICINA,ALMACEN					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes		2,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0239010100	ALQUILER DE OFICINA, ALMACEN Y GUARDIANA	mes		1.0000	2,000.00	2,000.00
<b>2,000.00</b>						
Partida	01.04 TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR					
Rendimiento	u/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : u		147.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.4000	27.80	11.12
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.17	46.34
0147010004	PEON	hh	0.5000	1.0000	16.56	16.56
<b>74.02</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.89	0.58
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		9.8000	4.75	46.55
0244030025	TRIPLAY DE 6 mm	m2		0.7000	30.50	21.35
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0800	35.59	2.85
<b>71.33</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	74.02	2.22
<b>2.22</b>						

Fecha : 15/12/2020 22:19:53

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP	Fecha presupuesto	30/11/2020		
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP				
Partida	<b>01.05</b>	<b>SERVICIO DE ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS</b>				
Rendimiento	mes/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : mes	<b>1,260.00</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Materiales</b>					
0211030102	BAÑOS QUIMICOS INC/INSTALACION	u		3.0000	420.00	1,260.00
						<b>1,260.00</b>
Partida	<b>02.01</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL</b>				
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb	<b>5,831.42</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010103	CASCO DE SEGURIDAD CERTIFICADO	u		31.0000	27.12	840.72
0337010104	BOTAS DE CUERO PUNTA DE ACERO - A1	par		31.0000	50.85	1,576.35
0337600038	GUANTES DE CUERO	par		31.0000	8.05	249.55
0337620030	PROTECTOR DE OIDOS	pza		80.0000	1.69	135.20
0337620037	CHALECOS C/CINTA REFLECTIVA	pza		31.0000	25.42	788.02
0337620038	PANTALON CON CINTA REFLECTIVA	pza		31.0000	27.11	840.41
0337620039	POLO	pza		62.0000	10.17	630.54
0337620040	PROTECTOR DE OIDOS (OREJERAS)	pza		11.0000	59.32	652.52
0337990053	LENTES DE PROTECCION	pza		31.0000	3.81	118.11
						<b>5,831.42</b>
Partida	<b>02.02</b>	<b>MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL</b>				
Rendimiento	est/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : est	<b>3,761.46</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147990002	MANO DE OBRA	est		1.0000	950.00	950.00
						<b>950.00</b>
	<b>Materiales</b>					
0229040010	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	pza		2.0000	29.58	59.16
0229040093	CACHACO BASE DE CONCRETO 1.20m	pza		80.0000	12.71	1,016.80
0239900097	SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA	u		40.0000	21.18	847.20
0239900107	MALLA DE SEGURIDAD ANARANJADA (50m)	u		18.0000	38.05	684.90
0239900108	SEÑALES DE SEGURIDAD VARIAS OBRA	u		20.0000	10.17	203.40
						<b>2,811.46</b>
Partida	<b>02.03</b>	<b>CUMPLIMIENTO PROTOCOLO COVID-19</b>				
Rendimiento	est/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : est	<b>8,001.31</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Materiales</b>					
0211030103	LAVADERO DE MANOS	u		2.0000	254.24	508.48
0229990049	ALCOHOL AL 70% - COVID-19	L		15.0000	12.71	190.65
0229990050	GEL ANTIBACTERIAL - COVID-19	L		5.0000	23.73	118.65
0239900109	PRUEBA RAPIDA COVID-19	u		35.0000	120.00	4,200.00
0239900110	PERSONAL LIMPIEZA - COVID 19	mes		1.0000	2,200.00	2,200.00
0239900111	SEÑALES INFORMATICAS COVID-19	u		10.0000	10.17	101.70
						<b>7,319.48</b>
	<b>Equipos</b>					
0337700004	TERMOMETRO DIGITAL - COVID 19	pza		2.0000	101.69	203.38
0337700005	OXIMETRO - COVID-19	pza		1.0000	84.75	84.75
0337990099	MASCARA NK-95	pza		155.0000	2.54	393.70
						<b>681.83</b>

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP	Fecha presupuesto	30/11/2020		
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP				
Partida	03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2	1.22	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0027	27.80	0.08
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0667	16.56	1.10
						<b>1.18</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.18	0.04
						<b>0.04</b>
Partida	03.02	TRAZO,NIVEL Y REPLANTEO CON EQUIPO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2	1.23	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	27.80	0.37
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0267	16.56	0.44
						<b>0.81</b>
	<b>Materiales</b>					
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0050	2.89	0.01
0229060004	YESO EN BOLSAS DE 20 kg	u		0.0250	7.20	0.18
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0010	27.96	0.03
						<b>0.22</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.81	0.02
0349880019	NIVEL OPTICO	d	1.0000	0.0017	45.00	0.08
0349880022	ESTACION TOTAL	d	0.5000	0.0008	120.00	0.10
						<b>0.20</b>
Partida	03.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2	4.59	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0040	27.80	0.11
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0400	16.56	0.66
						<b>0.77</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.77	0.02
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0200	190.00	3.80
						<b>3.82</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						Fecha presupuesto 30/11/2020
Partida	<b>03.04</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 540.0000	EQ. 540.0000	Costo unitario directo por : m3				<b>27.14</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0030	27.80	0.08	
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0148	16.56	0.25	
							<b>0.33</b>	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.0000	0.33		
0348040034	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm	9.0000	0.1333	150.00	20.00	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0148	190.00	2.81	
							<b>22.81</b>	
	<b>Subcontratos</b>							
0402030001	DERECHO BOTADERO		m3		1.0000	4.00	4.00	
							<b>4.00</b>	
Partida	<b>04.01</b>	<b>CORTE DE TERRENO NATURAL</b>						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : m3				<b>9.86</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0057	27.80	0.16	
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0571	16.56	0.95	
							<b>1.11</b>	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.11	0.03	
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl		hm	0.5000	0.0143	130.00	1.86	
0349090006	MOTONIVELADORA DE 180-200 HP		hm	1.0000	0.0286	240.00	6.86	
							<b>8.75</b>	
Partida	<b>04.02</b>	<b>PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACION DE BASE EXISTENTE e=0.20m</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2				<b>4.08</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0013	27.80	0.04	
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.0267	16.56	0.44	
							<b>0.48</b>	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.48	0.01	
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl		hm	1.0000	0.0067	130.00	0.87	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 10 ton		hm	1.0000	0.0067	165.00	1.11	
0349090006	MOTONIVELADORA DE 180-200 HP		hm	1.0000	0.0067	240.00	1.61	
							<b>3.60</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP					
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP					Fecha presupuesto 30/11/2020
Partida	04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 540.0000	EQ. 540.0000			Costo unitario directo por : m3	27.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0030	27.80	0.08	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0148	16.56	0.25	
							0.33
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.33		
0348040034	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	9.0000	0.1333	150.00	20.00	
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0148	190.00	2.81	
							22.81
	<b>Subcontratos</b>						
0402030001	DERECHO BOTADERO	m3		1.0000	4.00	4.00	
							4.00
Partida	05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : m2	48.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	27.80	2.22	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.17	9.27	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.31	7.32	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	16.56	6.62	
							25.43
	<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3500	2.89	1.01	
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.3500	2.89	1.01	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.3700	4.75	20.76	
							22.78
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	25.43	0.76	
							0.76
Partida	05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO F' C =350 KG/CM2					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 900.0000	EQ. 900.0000			Costo unitario directo por : m2	50.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0018	27.80	0.05	
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.0267	23.17	0.62	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0178	18.31	0.33	
0147010004	PEON	hh	9.0000	0.0800	16.56	1.32	
							2.32
	<b>Materiales</b>						
0298010181	FIBRA DE VIDRIO ANTICRACK	kg		0.6300	18.00	11.34	
							11.34
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.32	0.07	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.0089	8.75	0.08	
							0.15
	<b>Subcontratos</b>						
0401100002	SC CONCRETO PREMEZCLADO F' C=350 KG/CM2	m3		0.1260	290.00	36.54	
							36.54

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						Fecha presupuesto 30/11/2020
Partida	05.01.03	PLANCHADO, ACABADO BARRIDO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 550.0000	EQ. 550.0000				Costo unitario directo por : m2	1.96
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.2000	0.0029	27.80	0.08
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0145	23.17	0.34
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0145	16.56	0.24
								<b>0.66</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.66	0.02
0348010086	ALISADORA SIMPLE C/DISCO MBW - MOTOR DE 5.5hp			hm	3.0000	0.0436	29.40	1.28
								<b>1.30</b>
Partida	05.01.04	CURADO QUIMICO PARA SUPERFICIE DE LOSA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000				Costo unitario directo por : m2	2.52
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0178	27.80	0.49
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0178	18.31	0.33
								<b>0.82</b>
	<b>Materiales</b>							
0229010100	CURADOR QUIMICO			gal		0.0550	29.58	1.63
								<b>1.63</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.82	0.02
0348410001	MOCHILA PULVERIZADORA			he	1.0000	0.0178	3.00	0.05
								<b>0.07</b>
Partida	05.01.05	CORTE EN JUNTAS 3mm						
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000				Costo unitario directo por : m	2.87
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ			hh	0.2000	0.0064	27.80	0.18
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	23.17	0.74
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0320	16.56	0.53
								<b>1.45</b>
	<b>Materiales</b>							
0229510054	DISCO DE 8" EN 6mm			pza		0.0025	338.98	0.85
0239050000	AGUA			m3		0.0100	10.00	0.10
								<b>0.95</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	1.45	0.07
0337030020	CORTADORA DE CONCRETO			hm	1.0000	0.0320	12.50	0.40
								<b>0.47</b>



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0304033	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						
Subpresupuesto	001	REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP						Fecha presupuesto 30/11/2020
Partida	05.01.06	CONEXION ENTRE LOSAS RIGIDAS (PAVIMENTO) CON DOWELLS 1/2"						
Rendimiento	u/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000					Costo unitario directo por : u <b>10.93</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0320	27.80	0.89		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.17	3.71		
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0800	18.31	1.46		
						<b>6.06</b>		
<b>Materiales</b>								
02021100170002	ACERO LISO DE 1/2"	m		0.4100	8.00	3.28		
0253010000	GRASA AMARILLA	kg		0.0015	9.00	0.01		
						<b>3.29</b>		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.06	0.30		
0349160032	TALADRO CON BROCA	hm	1.0000	0.1600	8.00	1.28		
						<b>1.58</b>		
Partida	05.01.07	<b>ROYATLI TPC</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.					Costo unitario directo por : m2 <b>5.05</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Subcontratos</b>								
0402030002	ROYALTI TCP	glb		1.0000	5.05	5.05		
						<b>5.05</b>		
Partida	06.01	<b>NIVELACION DE BUZONES EN GENERAL</b>						
Rendimiento	u/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000					Costo unitario directo por : u <b>305.82</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.5333	27.80	14.83		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.17	61.79		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	18.31	48.83		
0147010004	PEON	hh	3.0000	8.0000	16.56	132.48		
						<b>257.93</b>		
<b>Materiales</b>								
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.1500	38.15	5.72		
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bls		1.8000	19.07	34.33		
0239050000	AGUA	m3		0.0100	10.00	0.10		
						<b>40.15</b>		
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	257.93	7.74		
						<b>7.74</b>		
Partida	06.02	<b>ENSAYOS EN CAMPO - LABORATORIO</b>						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.					Costo unitario directo por : glb <b>1,280.00</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Materiales</b>								
0239050099	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE PERSONAL	glb		1.0000	300.00	300.00		
						<b>300.00</b>		
<b>Subcontratos</b>								
0401110001	ENSAYO DENSIDAD EN CAMPO CONO 6"	u		17.0000	40.00	680.00		
0401110004	PROCTOR MODIFICADO	u		2.0000	150.00	300.00		
						<b>980.00</b>		

## Anexo 13: Presupuesto de pavimento rígido según la tecnología U-TCP

S10

Página

1

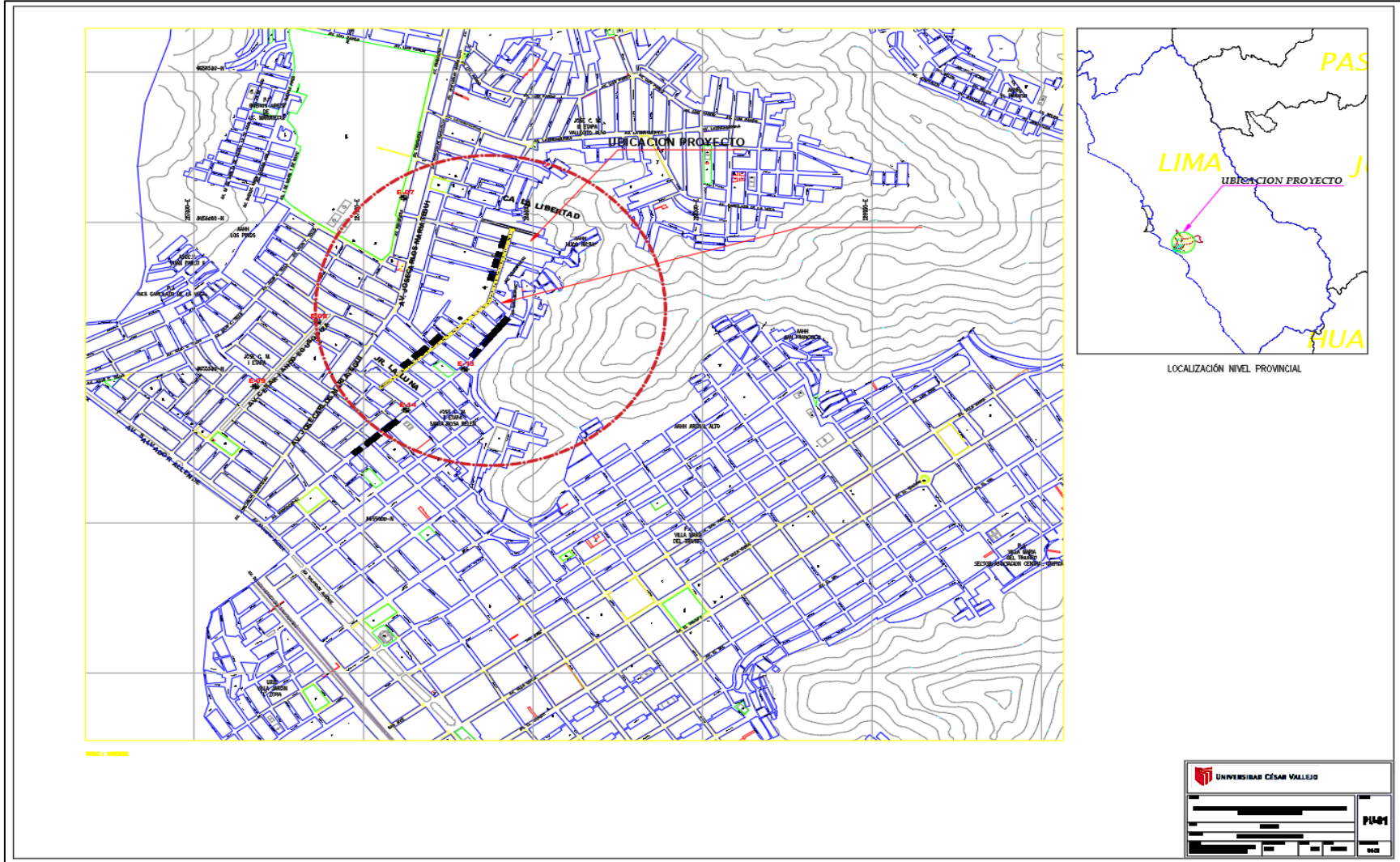
### Presupuesto

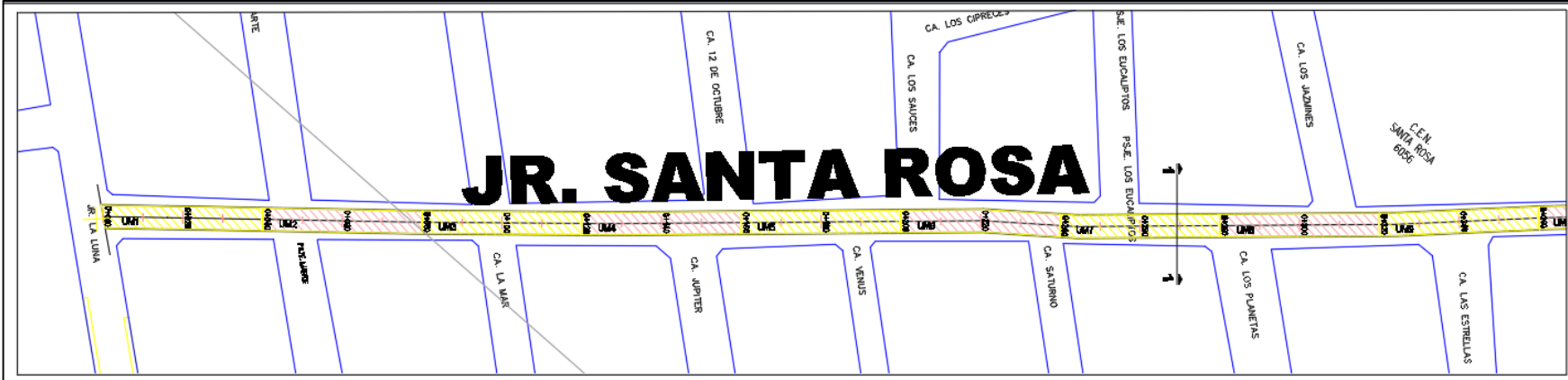
Presupuesto 0304033 REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP  
 Subpresupuesto 001 REHABILITACION CALLE SANTA ROSA - PAVIMENTO TCP  
 Cliente TESIS HUERE - ROSSELLO Costo al 30/11/2020  
 Lugar LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				11,886.77
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.4 X 3.6 m INCL. COLOCACIÓN	u	1.00	1,146.21	1,146.21
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	est	1.00	6,300.00	6,300.00
01.03	ALQUILER DE OFICINA,ALMACEN	mes	1.00	2,000.00	2,000.00
01.04	TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR	u	8.00	147.57	1,180.56
01.05	SERVICIO DE ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS	mes	1.00	1,260.00	1,260.00
02	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				17,594.19
02.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	gib	1.00	5,831.42	5,831.42
02.02	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	est	1.00	3,761.46	3,761.46
02.03	CUMPLIMIENTO PROTOCOLO COVID-19	est	1.00	8,001.31	8,001.31
03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				36,890.23
03.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4,064.82	1.22	4,959.08
03.02	TRAZO,NIVEL Y REPLANTEO CON EQUIPO	m2	4,064.82	1.23	4,999.73
03.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	m2	4,064.82	4.59	18,657.52
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	304.86	27.14	8,273.90
04	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				29,429.12
04.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	284.54	9.86	2,805.56
04.02	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACION DE BASE EXISTENTE e=0.20m	m2	4,064.82	4.08	16,584.47
04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	369.90	27.14	10,039.09
05	<b>PAVIMENTO</b>				264,694.52
05.01	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				264,694.52
05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS	m2	163.26	48.97	7,984.84
05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO F'c =350 KG/CM2	m2	4,064.82	50.35	204,663.69
05.01.03	PLANCHADO, ACABADO BARRIDO	m2	4,064.82	1.96	7,967.05
05.01.04	CURADO QUIMICO PARA SUPERFICIE DE LOSA	m2	4,064.82	2.52	10,243.35
05.01.05	CORTE EN JUNTAS 3mm	m	4,344.10	2.87	12,467.57
05.01.06	CONEXION ENTRE LOSAS RIGIDAS (PAVIMENTO) CON DOWELLS 1/2"	u	76.00	10.93	830.68
05.01.07	ROYATLI TPC	m2	4,064.82	5.05	20,527.34
06	<b>OTROS</b>				5,867.30
06.01	NIVELACION DE BUZONES EN GENERAL	u	15.00	305.82	4,587.30
06.02	ENSAYOS EN CAMPO - LABORATORIO	gib	1.00	1,280.00	1,280.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				366,362.13
	GASTOS GENERALES	12%			43,963.46
	UTILIDAD	8%			29,308.97
	<b>SUB-TOTAL</b>				439,634.56
	IGV	18%			79,134.22
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				518,768.78

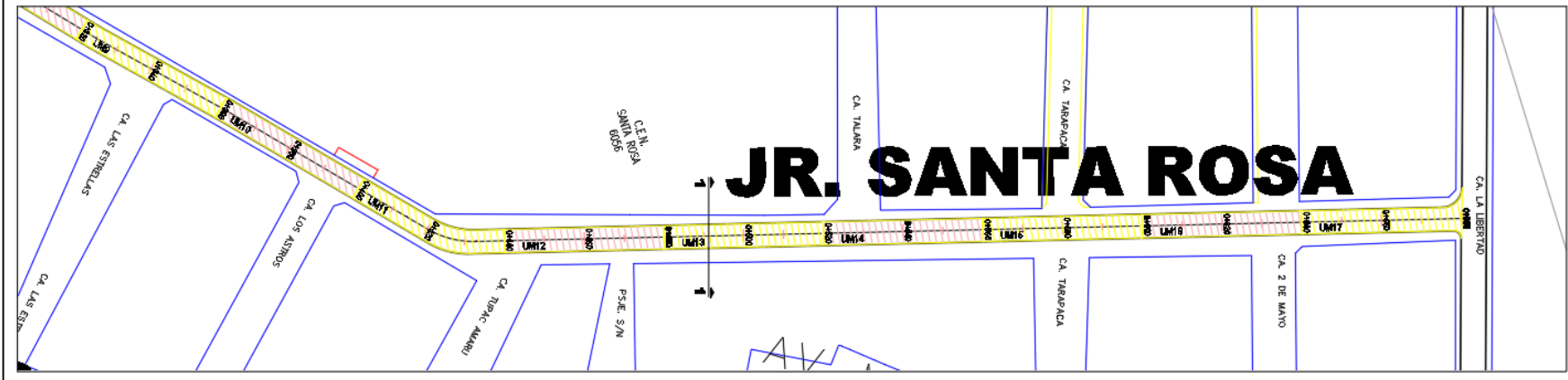
Fuente: elaboración propia

# Anexo 14: Planos

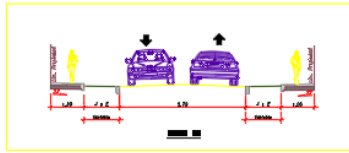





ESCALA: 1/400

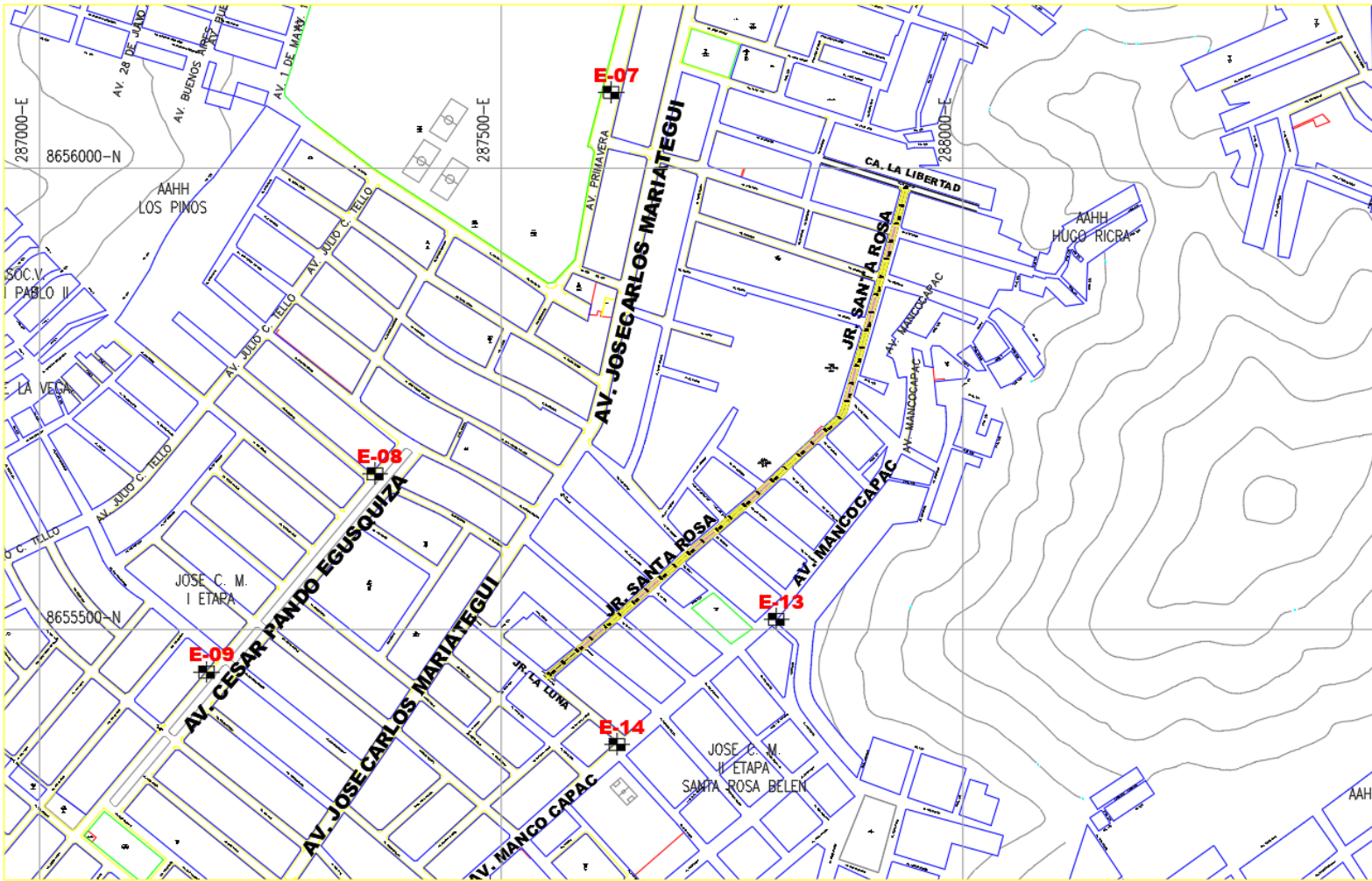


ESCALA: 1/400



ESCALA: 1/400

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
[Redacted text]	
[Redacted text]	
[Redacted text]	
[Redacted text]	
<b>PLAZA</b>	
[Redacted text]	

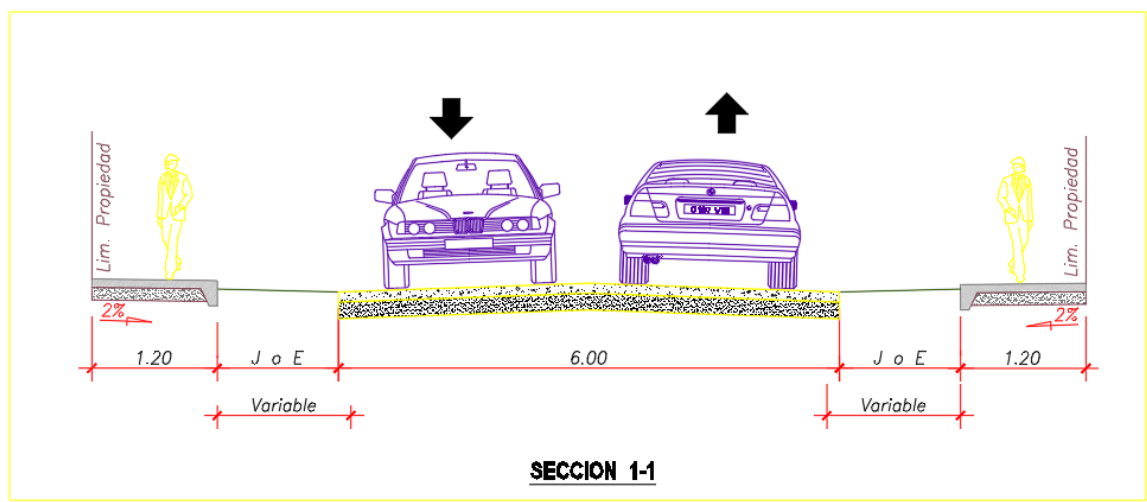
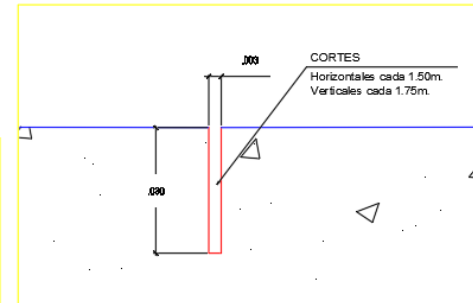
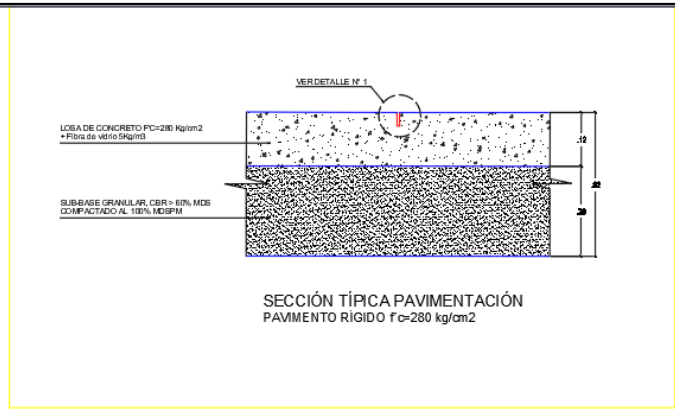
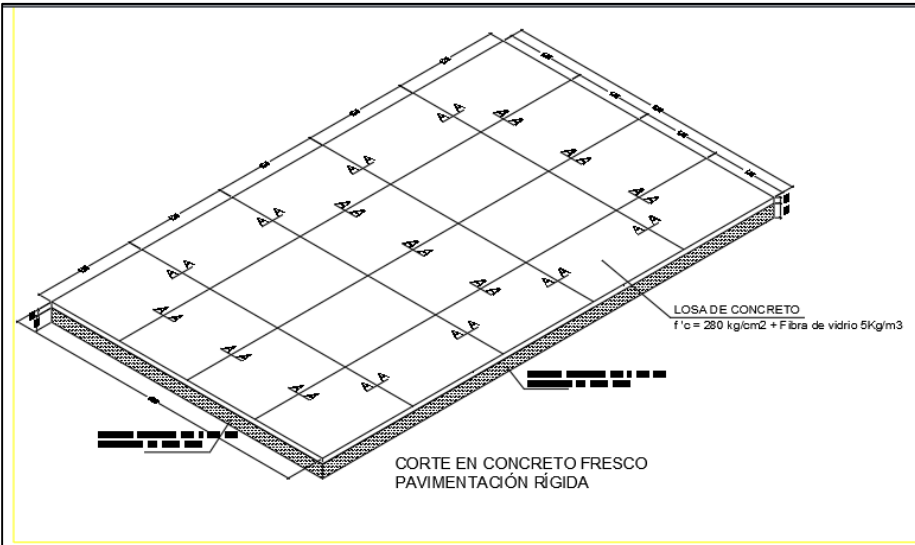


ESRI | SCORPIO


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

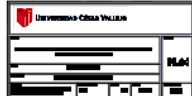
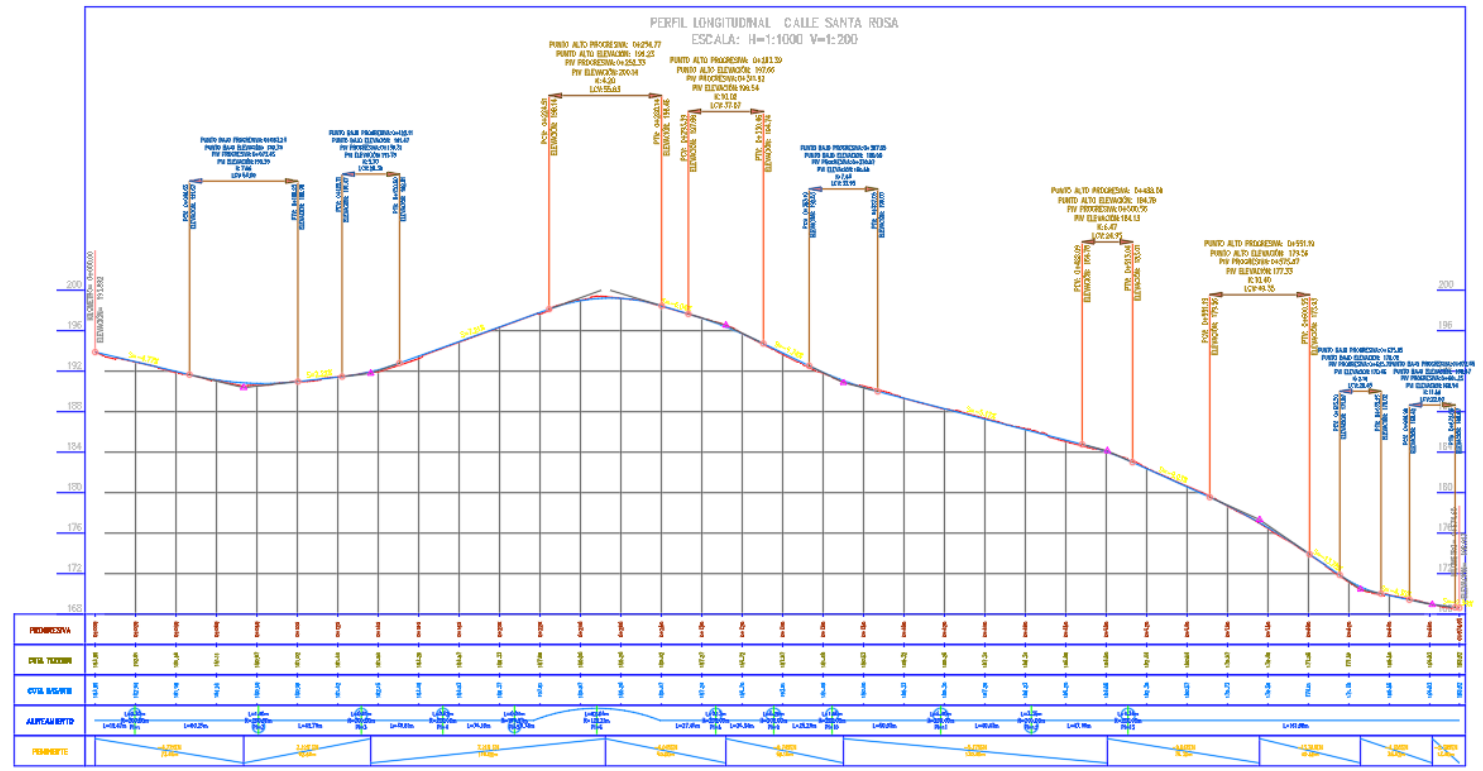
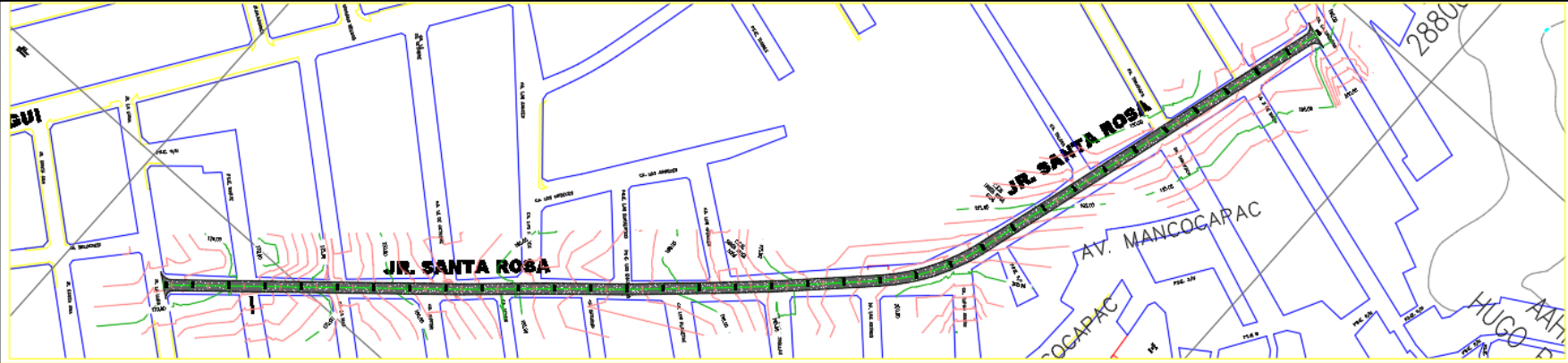
[Redacted]		PL-3
[Redacted]	[Redacted]	6-4





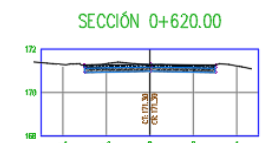
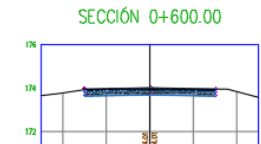
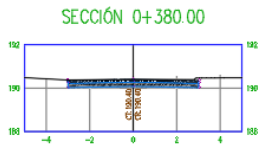
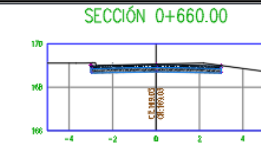
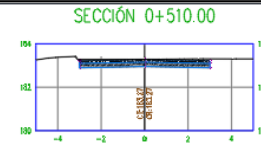
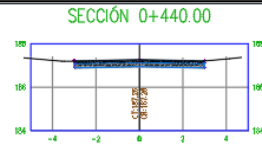
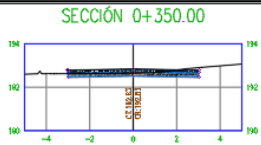
ESC: 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>TÍTULO:</b> DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON TECNOLOGÍA U-TOP A PARTIR DE LA APLICACIÓN ARTM D1488-04 EN CALLE RAMA ROSA, VHT			<b>D-01</b>
<b>PROYECTO:</b> URBANISMO UNIDAD DE MUESTRO			
<b>LUGAR:</b> VILLA BARRA DEL TRIUNFO - LIMA - PERÚ			
<b>AUTORES:</b> MARILYN KATHLENE HUGOS CRUZADO LINA ROBERTO ROBBELLO CHAYAJAN	<b>DISEÑADOR:</b> L.R.C.	<b>BOCADO:</b> INCHACAY	<b>FECHA:</b> 08.2023
			<b>Código/Unic:</b> 04 - 07









ESCALA: 1/100

<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
<b>TÍTULO:</b>	<b>3-02</b>
<b>FECHA:</b>	<b>07-12</b>
<b>PROYECTO:</b>	
<b>PROFESOR:</b>	
<b>ESTUDIANTE:</b>	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, HUERE CRUZADO MARELYN KATHERINE, ROSSELLO CHARAJA LUIS RENATO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO CON TECNOLOGÍA U-TCP A PARTIR DEL ASTM D6433-20 EN CALLE SANTA ROSA, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO 2020", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ROSSELLO CHARAJA LUIS RENATO <b>DNI:</b> 00799737 <b>ORCID</b> 0000-0003-2371-0462	Firmado digitalmente por: LROSSELLOC el 23-12-2020 19:04:00
HUERE CRUZADO MARELYN KATHERINE <b>DNI:</b> 76818666 <b>ORCID</b> 0000-0001-7123-2202	Firmado digitalmente por: MARHUECRUZ el 23-12-2020 18:58:55

Código documento Trilce: INV - 0212514