

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL
PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL
INGENIO – CAJAMARCA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Bach. TARRILLO VÁSQUEZ LUIS GUILLERMO

ASESOR:

ING. LONGA ÁLVAREZ JOSÉ.

CAJAMARCA – PERÚ

2023.

Copyright © 2023
By Luis Guillermo Tarrillo Vásquez
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por brindarme salud y fortaleza, lo cual me ha permitido culminar con éxito la meta trazada de obtener mi Título Profesional.

A mis padres, esposa y hermano, por su apoyo y motivación constante durante mi vida universitaria.

A mi asesor, el Ing. José Longa Álvarez por su disponibilidad, orientación y colaboración para el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, especialmente a los ingenieros que fueron parte de mi formación dentro de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por compartir sus valores, conocimientos y experiencias dentro y fuera de las aulas.

L. Guillermo.

DEDICATORIA.

A mis padres Luis Antonio y María Elizabeth.

Por darme la vida y ser el pilar fundamental de mi familia, quienes con su ejemplo supieron guiarme en el camino de los valores, la perseverancia y la humildad.

A mi esposa Bisseth Zamora.

Por brindarme su amor, por ser mi fortaleza y motivación para ser mejor cada día.

A mi hermano Ronald Alexander.

Por su apoyo incondicional y el inmenso cariño que nos une.

A mi abuelito Guillermo Vásquez Qepd.

Quien con su ejemplo y sus consejos guiaron parte de mi vida. A todos ellos, muchas gracias.

L. Guillermo.

ÍNDICE CONTENIDO

RELACIÓN DE TABLAS	VIII
RELACIÓN DE FIGURAS.....	IX
RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS.....	X
PALABRAS CLAVE	1
RESUMEN.....	2
SUMMARY	3
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	4
1.1 CONTEXTO	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.3 HIPÓTESIS.....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
a) Justificación Científica.....	5
b) Justificación Técnica Práctica	6
c) Justificación Institucional y Personal.....	6
1.5 ALCANCES Y DELIMITACIÓN DEL INVESTIGACIÓN.....	6
1.5.1. Alcances	7
1.5.2. Delimitación	7
1.5.3. Limitaciones	7
1.6 OBJETIVOS.....	7
1.6.1 Objetivo General	7
1.6.2 Objetivos específicos	7
1.7 TIPO, NIVEL Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	8
1.8 MATERIAL DE ESTUDIO.....	8
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	10

2.1.1	Antecedentes Internacionales.....	10
2.1.2	Antecedentes Nacionales.....	11
2.1.3	Antecedentes Locales.....	11
2.2	BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1	LA VÍA O VIALIDAD.....	12
2.2.2	IMPORTANCIA DEL DRENAJE.....	15
2.2.3	DRENAJE PLUVIAL.....	16
2.2.4	CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE VIAL.....	16
A)	DRENAJE SUPERFICIAL.....	16
A.1	Drenaje Longitudinal.....	17
A.2	Drenaje Transversal.....	18
2.2.5	ESTUDIOS BÁSICOS DE DRENAJE URBANO.....	20
A)	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	20
B)	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	21
B.1	Hidrología.....	21
B.2	Cuenca Hidrológica.....	21
B.3	Precipitación.....	23
B.4	Análisis de precipitación.....	24
B.5	Escorrentía.....	24
B.6	Áreas Tributarias.....	24
B.7	Periodo de Retorno.....	25
B.8	Estimación de Caudales.....	26
	Método Racional.....	26
	Coeficiente de impermeabilidad o escorrentía.....	26
	Método de Frederich Bell y Yance Tueros.....	27
	Método de Aparicio para determinación de curvas IDF.....	28
	Distribución Normal.....	28

Distribución Log Normal 2 Parámetros	28
Distribución Log Normal 3 Parámetros	29
Distribución Gumbel.....	29
Prueba Kolmogorov - Smirnov.....	30
Tiempo de Concentración	31
Formula de Izzard 1946.....	32
Método del Bloque Alterno.....	32
C) MECÁNICA DE SUELOS.....	33
D) ANÁLISIS HIDRÁULICO	33
1. Diseño de obras de arte menor.....	34
1.1 Diseño de Cunetas.....	34
1.2 Diseño de Colector.....	37
E) IMPACTO AMBIENTAL.....	37
F) COMPATIBILIDAD DE USO	38
G) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	38
2.2.6 HIDROESTA.....	40
2.2.7 MODELAMIENTO EN SWMM.....	42
2.2.8 H CANALES	46
2.2.9 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	46
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	48
3.2 MATERIALES.....	50
3.3 PROCEDIMIENTO.....	51
a) Reconocimiento del área de estudio.	51
b) Levantamiento Topográfico.....	52
c) Delimitación del área analizada	53
d) Determinación de áreas tributarias.....	53

e)	Determinación de los sentidos de flujo del área analizada	54
f)	Determinación de caudales de escorrentía	55
g)	Determinación del Hietograma de diseño	58
h)	Modelamiento del sistema de drenaje pluvial en SWMM.....	60
i)	Cálculo de la Impermeabilidad	60
j)	Determinación de la Capacidad Hidráulica	64
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		70
a)	Capacidad Hidráulica en el Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.....	70
b)	Caudal según modelamiento en SWMM	70
c)	Determinación de la Eficiencia de drenaje pluvial del Jr. Los Sauces	73
ANALISIS Y DISCUSIÓN		75
PROPUESTA		76
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		81
5.1	CONCLUSIONES	81
5.2	RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		82
CAPITULO VI: ANEXOS		85
ANEXOS 01. Carta membretada enviada de la escuela académico profesional de ingeniería civil al Senamhi – Cajamarca.....		86
ANEXOS 02. Correo de envío de la información metereológica por parte de Lorenza Valencia López (DZ3) - SENAMHI.....		88
ANEXO 03 Datos de precipitaciones máximas en 24 horas brindadas por Senamhi – Cajamarca de la estación Augusto Weberbauer.		90
ANEXO 4 Levantamiento Topográfico		92
ANEXO 5: Tabla de infiltración para cada Subcuenca		101
ANEXO 6: Panel Fotográfico		113
ANEXO 7: Planos.....		114

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1	Secciones de las vías Locales primarias y secundarias.....	15
Tabla 2	Dimensiones mínimas de cunetas.....	17
Tabla 3	Periodos de retorno según zonificación.....	25
Tabla 4	Coeficiente de impermeabilidad.....	27
Tabla 5	Valores críticos de $\Delta 0$ del estadístico Smirnov – kolmogorov Δ , para varios valores de N y niveles de significación.....	31
Tabla 6	Velocidades limite admisibles.....	35
Tabla 7	Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n).....	36
Tabla 8	Valores típicos de almacenamiento en depresión.....	48
Tabla 9	Valores del coeficiente de escorrentía según uso del suelo.....	44
Tabla 10	Limites de estudio del jirón Los Sauces.....	48
Tabla 11	Equipos necesarios para realizar la tesis.....	51
Tabla 12	Datos de precipitación máxima en 24 horas - Augusto Weberbauer.....	55
Tabla 13	Datos de Intensidades – Tiempo.....	58
Tabla 14	Método del bloque alterno para el hietograma de diseño.....	59
Tabla 15	Características de las subcuencas.....	61
Tabla 16	Capacidad hidráulica.....	70
Tabla 17	Caudales modelados.....	73
Tabla 18	Eficiencia del Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.....	75
Tabla 19	Datos de precipitaciones máximas de la estación Augusto Weberbauer.....	91
Tabla 20	Levantamiento Topográfico.....	92
Tabla 21	Tabla de infiltración para cada subcuenca.....	101

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1: Partes integrantes de una vía	14
Figura 2: Sistema de drenaje pluvial	16
Figura 3: Sección típica de cunetas.....	17
Figura 4: Sistema unitario.....	18
Figura 5: Sistema separativo	19
Figura 6: Sección transversal de badén.....	19
Figura 7: Levantamiento topográfico sobre pavimento	21
Figura 8: Cuenca hidrográfica del Mantaro	22
Figura 9: Determinación de áreas tributarias en zonas urbanizadas.....	25
Figura 10: Imagen satelital de la zona de estudio.....	48
Figura 11: Plano de localización a nivel regional.....	49
Figura 12: Plano de localización a nivel distrital	49
Figura 13: Plano de ubicación del Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio Cajamarca ...	50
Figura 14: Área de estudio analizada.....	53
Figura 15: Áreas tributarias del área analizada	54
Figura 16: Sentidos de flujo del área analizada.....	54
Figura 17: Ajuste a distribución Normal en Hidroesta 2 con $\alpha = 0.05$	56
Figura 18: Ajuste a distribución Normal de 2 parámetros en Hidroesta 2 con $\alpha = 0.05$	56
Figura 19: Ajuste a distribución Normal de 3 parámetros en Hidroesta 2 con $\alpha = 0.05$	57
Figura 20: Ajuste a distribución Gumbel en Hidroesta 2 con $\alpha = 0.05$	57
Figura 21: Curvas IDF para diferentes periodos de retorno.....	58
Figura 22: Hietograma de diseño TR=10 años	59
Figura 23: Determinación del ancho de la subcuenca 206	60
Figura 24: Ingreso de datos de subcuencas al software SWMM	61
Figura 25: Ingresos de datos de nudos al software SWMM	62
Figura 26: Sección de la cuadra 6 del Jr. Los Sauces en SWMM.....	62
Figura 27: Sección transversal de la cuadra 6 del Jr. Los Sauces en SWMM.....	63
Figura 28: Modelamiento del área de estudio en SWMM.....	63
Figura 29: Modelamiento en SWMM.....	64
Figura 30: Jr. Los Sauces cuadra 1 urbanización el ingenio Cajamarca.....	64
Figura 31: Jr. Los Sauces cuadra 2 urbanización el ingenio Cajamarca.....	64
Figura 32: Jr. Los Sauces cuadra 3 urbanización el ingenio Cajamarca.....	66

Figura 33: Jr. Los Sauces cuadra 4 urbanización el ingenio Cajamarca.....	67
Figura 34: Jr. Los Sauces cuadra 5 urbanización el ingenio Cajamarca.....	67
Figura 35: Jr. Los Sauces cuadra 6 urbanización el ingenio Cajamarca.....	68
Figura 36: Hidrograma de la cuadra 1 urbanización el ingenio Cajamarca	70
Figura 37: Hidrograma de la cuadra 2 urbanización el ingenio Cajamarca.....	71
Figura 38: Hidrograma de la cuadra 3 urbanización el ingenio Cajamarca.....	71
Figura 39: Hidrograma de la cuadra 4 urbanización el ingenio Cajamarca.....	72
Figura 40: Hidrograma de la cuadra 5 urbanización el ingenio Cajamarca.....	72
Figura 41: Hidrograma de la cuadra 6 urbanización el ingenio Cajamarca.....	73
Figura 42: Propuesta de sección cuadra 1 Jr. Los Sauces	77
Figura 43: Sección propuesta cuadra 1 Jr. Los Sauces	77
Figura 44: Propuesta de sección cuadra 3 Jr. Los Sauces	78
Figura 45: Sección propuesta cuadra 3 Jr. Los Sauces	78
Figura 46: Propuesta de sección cuadra 4 Jr. Los Sauces	79
Figura 47: Sección propuesta cuadra 4 Jr. Los Sauces	79
Figura 48: Propuesta de sección cuadra 5 Jr. Los Sauces	80
Figura 49: Sección propuesta cuadra 5 Jr. Los Sauces	80

RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	Colector en el Jirón Angamos	52
Fotografía 2	Colector en el Jirón Los Sauces	52
Fotografía 3	Levantamiento Topográfico de la cuadra 1 del Jr. Los Sauces	52
Fotografía 4	Levantamiento Topográfico de la cuadra 1 del Jr. Los Sauces	52
Fotografía 5	Medición del ancho de calzada de la vía del Jr. Los Sauces cuadra 1.....	109
Fotografía 6	Levantamiento topográfico de la cuadra 2 del Jr. Los Sauces	109
Fotografía 7	Jirón Los Sauces cuadra 4 - Cajamarca	110
Fotografía 8	Colector 2, entre el Jr. Los Pinos y Jr. Los Sauces - Cajamarca	110
Fotografía 9	Colector 3 prolongación Tayabamba - Cajamarca	111
Fotografía 10	Construcciones sobre las cunetas para paso vehicular en la cuadra 4 del Jr. Los Sauces - Cajamarca.....	111
Fotografía 11	Falta de mantenimiento en cunetas en la cuadra 3 del Jr. Los Sauces - Cajamarca	112
Fotografía 12	Inundación entre el Jr. Los Sauces y el Jr. El Naranjo por fuertes lluvias - Cajamarca	112
Fotografía 13	Falla del sistema de drenaje del Jr. Los Sauces cuadra 4 - Cajamarca.....	113

PALABRAS CLAVE:

- ✓ **Precipitaciones máximas en 24 horas:** Es la cantidad de lluvia que registran las estaciones meteorológicas en 24 horas, en otras palabras, la precipitación que se da entre las 07 horas de un día hasta las 07 horas del siguiente día, a dicho periodo se le conoce como Día Pluviométrico.
- ✓ **Caudal de escorrentía:** Este definido como la relación que existe entre el agua de lluvia que cae en una determinada zona y el agua que discurre o la diferencia entre el agua caída y el agua que se infiltra.
- ✓ **Cuenca:** Es un área donde las precipitaciones actúan y que drenan hacia una corriente de cauce natural.
- ✓ **Periodo de retorno.** Es el intervalo medio de recurrencia entre sucesos de igual o mayor magnitud.
- ✓ **Levantamiento topográfico:** Es un estudio descriptivo y técnico de la superficie de un terreno basados en sus características geográficas y geológicas
- ✓ **Pendiente.** Es un parámetro que permite medir la inclinación del terreno con respecto a la horizontal, se expresa en porcentaje.
- ✓ **Coefficiente de Manning.** Es un índice el cual determina la resistencia que ejerce un flujo en un canal
- ✓ **Método Racional.** Es un método utilizado en hidrología para determinar el caudal máximo de descarga de una cuenca.
- ✓ **Cuneta.** Es una estructura que sirve para transportar las aguas de lluvia y generalmente se encuentran ubicadas al borde de las calzadas.
- ✓ **Colector.** Es un conducto subterráneo en el cual se vierten las aguas de las alcantarillas o cunetas.
- ✓ **SWMM.** Programa de modelamiento hidrodinámico de la gestión de las aguas pluviales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea como objetivo general " Evaluar el sistema de drenaje superficial del jirón Los Sauces de la Urbanización el Ingenio - Cajamarca, dicho jirón es una vía colectora que está constituido de pavimento rígido con anchos de calzada que oscila entre 6.60 a 6.90 m, cumpliendo así con los anchos mínimos de calzada de la norma GH – 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para analizar el diseño de los diferentes elementos que forman parte del sistema de drenaje superficial, se realizó una evaluación hidrológica e hidráulica, que permita verificar y determinar, las dimensiones de las estructuras las cuales garanticen un eficiente desalojo de las aguas pluviales. Para dicho análisis se solicitó la información de las precipitaciones máximas en 24 horas del periodo 1968 - 2021 al Senamhi - Cajamarca de la estación meteorológica Augusto Weberbauer, además se hizo el levantamiento topográfico del área en estudio y los cálculos tienen sustento en las metodologías de Manning y el Método Racional. Para realizar el modelamiento hidrodinámico se utilizó el software SWMM, asimismo para diseñar las estructuras se utilizó herramientas computacionales tales como son: AutoCad Civil 3D, Hidroesta y H canales.

Luego de procesar los datos y evaluar los resultados, se determinó que de las 6 cuadras del Jr. Los Sauces, 4 de ellas (1,3,4 y 5) tienen un drenaje superficial deficiente, la cuadra 1, comprendida entre la vía de evitamiento norte y Jr. Prolongación Los Pinos solo transporta un 25.6% del volumen de escorrentía generado; la cuadra 3, comprendida entre Jr. Los Olivos y Jr. Los Fresnos, transporta un 85.97% del volumen de escorrentía generado; la cuadra 4, comprendida entre Jr. Los Fresnos y Jr. Los Naranjos, transporta un 92.69% del volumen de escorrentía generado y por último la cuadra 5, comprendida entre Jr. Los Naranjos y Prolongación Tayabamba transporta un 73.75% del volumen de escorrentía generado. Por otro lado, se evidenció que las competencias de operación y mantenimiento no se llevan a cabo de forma periódica en el Jr. Los Sauces de la Urbanización El Ingenio - Cajamarca.

Palabras clave: Precipitación, caudal de escorrentía, coeficiente de Manning, periodo de retorno, método racional, programa SWMM.

SUMMARY

The present research work proposes as a general objective "Evaluate the surface drainage system of the Los Sauces shred of the El Ingenio - Cajamarca Urbanization, said shred is a collector road that is made of rigid pavement with roadway anchors that oscillates between 6.60 to 6.90 m, thus complying with the minimum road widths of the GH – 020 standard of the National Building Regulations.

To analyze the design of the different elements that are part of the surface drainage system, a hydrological and hydraulic evaluation was carried out, which allows to verify and determine the dimensions of the structures which guarantee an efficient eviction of rainwater. For this analysis, the information on the maximum rainfall in 24 hours of the period 1968 - 2021 was requested from the Senamhi - Cajamarca of the Augusto Weberbauer meteorological station, in addition, the topographic survey of the area under study was made and the calculations are supported by Manning's methodologies. and the Rational Method. To carry out the hydrodynamic modeling, the SWMM software was used, also to design the structures, computer tools such as: AutoCad Civil 3D, Hidroesta and H channels were used.

After processing the data and evaluating the results, it was determined that of the 6 blocks of Jr. Los Sauces, 4 of them (1,3,4 and 5) have poor surface drainage, block 1, between the road north avoidance and Jr. Los Pinos Prolongation only transports 25.6% of the generated runoff volume; block 3, between Jr. Los Olivos and Jr. Los Fresnos, transports 85.97% of the generated runoff volume; block 4, between Jr. Los Fresnos and Jr. Los Naranjos, transports 92.69% of the runoff volume generated and finally block 5, between Jr. Los Naranjos and Prolongación Tayabamba transports 73.75% of the runoff volume generated . On the other hand, it was evidenced that the operation and maintenance competencies are not carried out periodically in the Jr. Los Sauces of the El Ingenio - Cajamarca Urbanization.

Keywords: Precipitation, runoff, Manning coefficient, return period, rational method, SWMM program.

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. CONTEXTO.

El Fenómeno El Niño en nuestro país es una de las causas de fuertes precipitaciones, en tal sentido muchas veces son las causantes de grandes inundaciones rurales y urbanas. Por otro lado, la expansión de las ciudades requiere de una buena planificación e importantes gastos en infraestructura, la mayoría de las cuales son utilizadas a diario por cada individuo que habita en dicho lugar. Son estas, las vías, que a veces dependen del funcionamiento eficaz de su sistema de drenaje de aguas pluviales para el desarrollo regular de las operaciones cotidianas. (Dolz y Gómez, 1994).

Cajamarca es una ciudad que pertenece a la sierra norte del Perú, la cual presenta un clima lluvioso en los meses de setiembre a mayo, siendo marzo el mes con mayor precipitación de lluvia según Senamhi, en la actualidad Cajamarca ha ido creciendo considerablemente tanto en población como en el parque automotor, prueba de ello es que según los datos estadísticos del INEI (2017), el departamento de Cajamarca cuenta con (1, 341,012 habitantes), ocupando el quinto lugar con mayor número de habitantes a nivel nacional, siendo justamente la población y el tránsito de vehículos los más perjudicados, las vías que encontramos en dicha ciudad carecen de un sistema de drenaje superficial apropiado, por tal motivo ocasiona congestionamiento, demoras y malestar en el peatón y conductor.

El agua que cae al suelo en forma de lluvia es uno de los principales factores que determinan el estado de la vía. Una parte del agua se filtra en el suelo y se escurre, provocando efectos negativos, tales como la formación de pequeños charcos, de los cuales nacen los huecos y baches, asentamientos diferenciales y erosión en la superficie, el resto se evapora. Estos efectos negativos acaban siendo molestos e incómodos al momento de transitar. (Romero y Gómez, 2017).

La hidrología es una disciplina de la Ingeniería Civil la cual se ocupa de la planificación, proyección y construcción de obras hidráulicas, sabiendo que cada una de éstas serán las que van a cumplir cada una de las funciones de captación, conducción, regulación y protección de los impactos que causa el agua. (Guevara y Cartaya, 2004).

Las estructuras de drenaje superficial del Jr. Los Sauces de la ciudad de Cajamarca, presentan problemas debido a un inadecuado diseño hidrológico e hidráulico, siempre que hay lluvias de intensidad considerable, el agua corre por la calzada o se encharca en ella, en lugar

de hacerlo a través de los sistemas de drenaje longitudinal (cunetas) y las estructuras de drenaje transversal (badenes y alcantarillas), esto se debe a la colmatación de sedimentos o a la obstrucción de las estructuras de drenaje por intervención de los ciudadanos al construir rampas de ingreso vehicular a sus domicilios.

En la actualidad existen varios modelos Hidrodinámicos los cuales nos permiten hacer una simulación y evaluar el flujo de escorrentía en un sistema de drenaje pluvial, los cuales se basan principalmente en el estudio de tormentas como es el caso del software SWMM, el cual nos ayudara a evaluar la eficiencia del sistema de drenaje superficial del jirón Los Sauces Urbanización El Ingenio – Cajamarca, comprendido entre las intersecciones del Jr. Los Sauces con la Av. Vía de Evitamiento Norte y Jr. Los Sauces con Prolongación Revilla Pérez.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Por qué las estructuras del sistema de drenaje sobre el pavimento del jirón Los Sauces colapsa cada vez que existen fuertes precipitaciones?

1.3. HIPÓTESIS.

1.3.1. Hipótesis General.

El sistema de drenaje superficial del jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio es deficiente.

1.3.2. Variables.

a. Variable Dependiente.

Eficiencia.

b. Variable Independiente.

Sistema de drenaje.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

a.- Justificación Científica.

Las obras de drenaje en Vías son estructuras de suma importancia que tienen influencia directa con la preservación y duración de los caminos, carreteras o vías de comunicación, ya que su principal objetivo es de captar, evacuar y eliminar las aguas que corren sobre ellas.

Como se indica en la descripción del problema, los impactos del agua en las vías son muy observables, alterando las condiciones de servicio; así, el estudio permitirá plantear un rediseño como alternativa de solución a las estructuras de drenaje superficial en mal estado.

b.- Justificación Técnica Práctica.

El presente proyecto de investigación se justifica, por tener como base muy importante, el tener un sistema de drenaje suficiente y eficaz, asimismo nos permite realizar un trabajo de campo para recoger datos que ayuden al estudio. Por otro lado, propone una opción de diseño que cumpla con los criterios técnicos para prevenir futuras inundaciones. Dicho diseño tiene por objeto proporcionar a los residentes, visitantes y transportistas una transitabilidad de vía segura y cómoda por las razones antes mencionadas.

c.- Justificación Institucional y Personal.

La presente investigación nos permite evaluar la eficiencia del sistema de drenaje superficial del jirón Los sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca, de esta manera nace la oportunidad de conocer nuevas metodologías, aplicando modelos hidrodinámicos en la zona de estudio, para ello se ha hecho uso de los programas HIDROESTA 2, SWMM y H CANALES, en tal sentido con lo descrito anteriormente poder completar mi formación como Ingeniero Civil y que los aprendizajes obtenidos en este proyecto sean de gran ayuda para las nuevas generaciones.

1.5. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente proyecto de investigación está relacionado con la evaluación hidrológica e hidráulica del sistema de drenaje superficial del Jr. Los Sauces - Cajamarca, como es el caso de: Colectores, alcantarillas y cunetas de la vía antes mencionada.

La investigación realizada para el proyecto de tesis ofrece una comprensión profunda del drenaje de las vías urbanas. El agua resultante de las precipitaciones (no controladas) pueden ser muy perjudiciales para las estructuras viales, erosionando las obras de arte, sedimentando las cunetas, debilitando los pavimentos, etc. Por otro lado, la presencia de agua superficial modifica considerablemente las condiciones de tránsito de los vehículos, ocasionando muchas veces una serie de accidentes.

1.5.1. Alcances.

La investigación tiene como finalidad evaluar la eficiencia del sistema de drenaje superficial del Jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca, para ello se realizará una inspección visual y toma de datos en campo mediante levantamiento topográfico de las calles y obras de arte existentes, asimismo se utilizó la información de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación hidrometeorológica Augusto Werberbahuer obtenidas del Senamhi – Cajamarca.

1.5.2. Delimitación.

La presente investigación se desarrollará en la zona urbana de la ciudad de Cajamarca en el periodo 2022 - 2023, cumpliendo con el grado de investigación que exige la universidad nacional de Cajamarca centrándonos en los caudales de escorrentía y el dimensionamiento de las estructuras del drenaje superficial del Jr. Los Sauces – Cajamarca.

1.5.3. Limitaciones.

La presente investigación se limita al estudio hidrológico e hidráulico del drenaje superficial del jirón Los sauces de la Urbanización El Ingenio, Cajamarca, más sin embargo el impacto que genera las actividades humanas no se discute.

1.6. OBJETIVOS.

1.6.1. Objetivo General

Evaluar el sistema de drenaje superficial del jirón Los sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar el Levantamiento Topográfico de la vía en estudio.
- Determinar los caudales de diseño.
- Dimensionar las estructuras existentes del sistema de drenaje superficial en el Jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio - Cajamarca.
- Realizar el modelamiento Hidrodinámico utilizando el programa SWMM del Jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca.
- Rediseñar las estructuras de drenaje superficial deficientes en el Jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca.

1.7. TIPO, NIVEL, Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

1.7.1. Tipo de Investigación.

La presente tesis presenta un tipo de investigación descriptivo, en tal sentido se utilizan tanto la observación cuantitativa (recopilación objetiva de datos) como la observación cualitativa (mide características de los elementos a investigar), de acuerdo a ello, se trabajó en base a la toma de datos relacionados con la topografía, hidrología, hidráulica entre otros; los cuales estuvieron relacionados a la parte experimental de la investigación.

1.7.2. Nivel de Investigación.

El nivel de investigación es relacional, porque se buscará las causas y efectos de las variables en estudio.

1.7.3. Método de Investigación.

El método de la investigación será inductivo, donde aplicaremos un procedimiento que partirá de unas afirmaciones en calidad de hipótesis y se buscará objetar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

1.8. MATERIAL DE ESTUDIO.

1.8.1. Población de estudio.

La aplicación del presente trabajo de investigación se desarrollará entre el sector 5 (Pueblo Nuevo) y el sector 6 (Chontapaccha) de la ciudad de Cajamarca.

1.8.2. Muestra.

La aplicación del presente trabajo de investigación se desarrollará en el jirón Lossauces Urbanización el Ingenio – Cajamarca.

1.8.3. Unidad de Análisis.

La unidad de análisis estará constituida, en su conjunto, por varios estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos de la zona objeto de dicha investigación.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

1.9.1. Observación.

A la hora de estudiar el estado de la vía y sus características, así como todo lo relacionado con las lluvias, se utilizó el enfoque de la observación con suma importancia. Además, este enfoque también se utilizó en la ejecución y recogida de datos en el levantamiento topográfico de la zona en estudio.

1.9.2. Análisis de Documentos.

Mediante este método, se reunió y evaluó la información necesaria para el desarrollo del estudio. Este material se obtuvo de recursos de apoyo como tesis de otros escritores, libros, artículos científicos y ensayos, entre otros, relacionados con los temas del proyecto en cuestión.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes teóricos.

2.1.1 Antecedentes Internacionales: En este ámbito se presentan algunos proyectos de investigación tales como:

En el año 2013 se desarrolló la tesis de grado denominada “Diseño de 1.294 km de sistema de drenaje pluvial, entre los barrios Oronte Centeno y Ana Virginia ubicado en el Sector SurOeste del Casco urbano del Municipio de Tipitapa para un periodo de 25 años” a cargo de los señores Gerald Antonio Membreño García y Edgar Antonio Ramírez Hernández de la universidad nacional autónoma de Nicaragua donde concluyen que la topografía del sitio es plana, con pendientes de terreno que oscilan entre 0,78 por ciento y el 2 por ciento. Si se comparan los 5,40 metros cúbicos por segundo de agua que circularán por la estructura que ya se ha tenido en cuenta y los 3,14 metros cúbicos por segundo de agua que proporcionará el nuevo sistema, Se ha creado un canal rectangular con capacidad para manejar un caudal de 6,06 metros cúbicos por segundo que servirá como lugar donde se drenarán las aguas superficiales del sistema que se ha diseñado. Esto permitirá que el sistema siga funcionando de forma eficiente.

En el año 2013 se desarrolló la tesis de grado denominada "Diseño integral del sistema de drenaje vial para obras de arte menor (drenaje longitudinal y transversal) para la carretera Pachon MinaZharo de 7.2 km ubicada en el Canton Suscal en la provincia de Cañar", a cargo de los señores Byron Patricio Rodríguez Merchán y Franklin Santiago Calle Calva de la universidad de Cuenca Ecuador concluyen que: Los puntos estratégicos para ubicar y emplazar los sumideros y las cunetas (obras de arte menores) se determinaron, con la ayuda de estudios topográficos muy detallados sobre la carretera en cuestión; con el apoyo del ArcGIS, fue posible establecer el valor de las zonas de drenaje para sus respectivos sumideros, los cuales se obtuvieron valores inferiores a uno punto seis kilómetros cuadrados para el coeficiente de escorrentía. Además, se adoptó un período de retomo de 25 años porque no fue necesario implementar el drenaje de las grandes obras de arte, como los puentes, se determinó acudiendo al lugar del proyecto y realizando allí observaciones sobre la cubierta vegetal, tipo de suelo, permeabilidad y la pendiente.

2.1.2 Antecedentes Nacionales: En el Perú se han desarrollado diversas tesis sobre los sistemas de drenaje pluvial urbano tales como:

En el año 2019 se desarrolló la tesis de grado denominada "Análisis Hidrológico para el Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano en el Sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Ancash – Perú”, a cargo de los señores Clorinda Steppany Escudero Cueva y

Giancarlo José Pérez Taype de la universidad San Martín de Porres concluyen que: La única diferencia entre los dos diseños son las dimensiones de los sumideros. En el diseño de $T_r =$ veinticinco años, la dimensión máxima es de 0,90x1,10x1,35 metros, que atrae 43,22 l/s a una velocidad de 1,99 metros por segundo, mientras que para el diseño de $T_r =$ diez años, la dimensión máxima es de 0,85x1,10x1,35 metros, que atrae 34,00 l/s a una velocidad de 1,87 metros por segundo. En consecuencia, cuanto mayor sea la escorrentía captada, mayor deberá ser el tamaño del sumidero.

En el año 2013 se desarrolló la tesis de grado denominada “Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos”, a cargo de Rudy Granda Acha de la universidad de Piura, donde concluye que: Los resultados que se obtuvieron con el software SWMM indicaron que las vías de la urbanización Angamos no se inundarían (como consecuencia de las lluvias) con intensidades de hasta 67 milímetros por hora ($T_r = 25$ años). En el caso de un evento El Niño con intensidades máximas entre ochenta y seis y noventa y seis milímetros por hora ($T_r = 50$ años), la capacidad de drenaje de descarga sería superada en un veintitrés por ciento, y las calles "Los Ceibos" y "F" se inundarían. Este sería el caso de un evento El Niño comparable al ocurrido en 1988.

2.1.3 Antecedentes Locales: En Cajamarca también se han desarrollado varias tesis referentes al sistema de drenaje pluvial urbano de las cuales mencionaremos algunas:

En el año 2020 se desarrolló la tesis de grado denominada “Análisis del Sistema de Drenaje Urbano en base a Estudios de Nivel Internacional y su Relación al Sistema de Drenaje en la Ciudad de Cajamarca, 2020”, a cargo de los señores Víctor Hugo Merlo Romero y Gabriel Ricardo José Soto Pedrera de la Universidad Privada del Norte con la finalidad de lograr el grado de Ingeniero Civil, llegan a la siguiente conclusión: Los sistemas de drenaje urbano se estudiaron a partir de una base de datos de 22 artículos elegidos según los discernimientos de inclusión y exclusión descrita, es por ello que plantea la siguiente hipótesis “La variación entre la eficiencia de los sistemas de drenaje urbano de la ciudad de Cajamarca con respecto a los sistemas empleados a nivel internacional están dados por la aplicación de nuevas tecnologías de drenaje.” La respuesta es "sí" porque en dicha ciudad ya mencionada se utilizan cunetas, alcantarillas y drenajes (sistemas convencionales). Estos sistemas convencionales son las causantes de ciertos problemas de drenaje y baja eficacia en distintas partes de la localidad, en contraste con diferentes países a nivel internacional en las

que utilizan el Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), el cual contribuye con la desaparición de todos los problemas, el cual permiten el uso secundario del agua que cae en forma de lluvia, de esta manera aumenta así la eficacia de dicho sistema.

En el año 2014 se desarrolló la tesis de grado denominada “Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa” en la ciudad de Cajamarca, a cargo de Eric Paul Yañez Portal de la Universidad Privada del Norte donde concluye que: Una vez terminada la investigación hidrológica y la capacidad hidráulica de las estructuras existentes (cunetas) en la Av. Angamos C - 9 (1.35 m³/s y 0.246 m³/s), y C - 8 de la av. En mención (0.231 m³/s), y Jr. Santa Rosa, se determinó que las estructuras existentes en estas vías debían ser removidas. Esta decisión fue tomada luego de la realización de la investigación hidrológica. Se ha determinado que la capacidad hidráulica de estas calles es insuficiente para el caudal de diseño estipulado en los requisitos nacionales de construcción, que es de 0,289 metros cúbicos por segundo para una etapa de retorno de dos años y de 0,374 m³/s para un período de retorno de 10 años. Por ello, se suele suponer que el agua se derrama sobre la acera, por lo que es imprescindible ampliar la capacidad mediante la instalación de cunetas, o de un receptor (colector), siempre y cuando sea necesario de ser el caso.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1. La Vía o Vialidad.

Es una franja de terreno, cuya finalidad es permitir la circulación continua de automóviles a través del espacio y el tiempo, preservando en todo momento un grado adecuado de comodidad y seguridad de acuerdo a su tipo, cualidades físicas y volúmenes de tráfico. Asimismo, la vía será funcional si proporciona una movilidad adecuada a través de una velocidad de operación apropiada y suficiente. (Cárdenas Grisales, 2013).

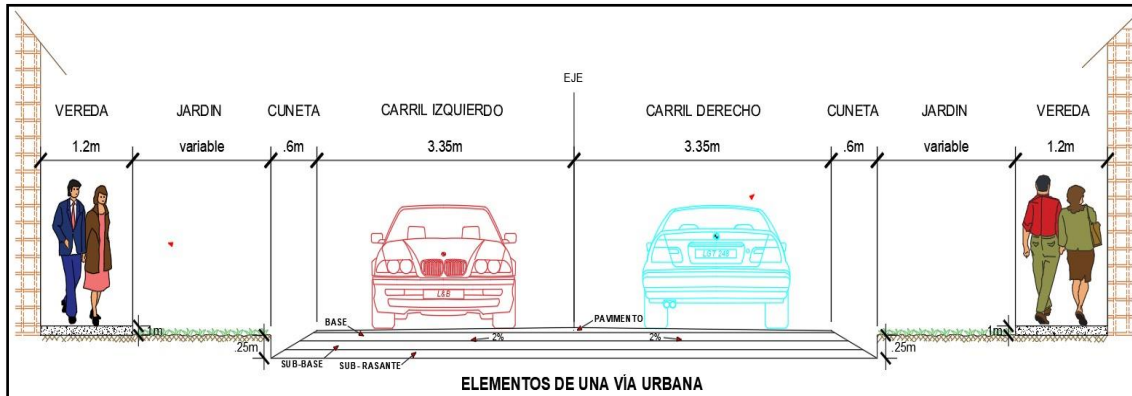
A. Partes integrantes de una Vía.

El ítem A, ha sido extraído del “Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Tráfico” (Tapia & Veizaga, 2006).

- **Calzada o superficie de la carretera:** La franja de la vía específicamente diseñada para el paso de vehículos motorizados.

- **Carril:** La porción de la superficie de una carretera o camino que es lo suficientemente amplia para acomodar una sola fila de automóviles.
- **Bordillos o bermas:** Se trata de bandas laterales que pueden utilizarse como aparcamiento de emergencia en caso de accidente. Su función principal es proporcionar un confinamiento lateral de la superficie de la carretera.
- **Corona:** La superficie final de una carretera entre los arcenes, formada por la calzada y los hombros.
- **Arcén:** Punto en el que las líneas que definen el talud del terraplén o el talud interior de la cuneta coinciden con la corona.
- **Cuneta:** La superficie longitudinal de la carretera incluirá surcos de drenaje que discurren paralelos a los arcenes y están diseñados para facilitar el drenaje.
- **Cunetas de contención o de coronación:** Pueden darse en tramos en los que se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que entren en la calzada o desborden la cuneta.
- **Taludes:** Como se puede ver, hay algunos lugares donde las zanjas están inclinadas y se encuentran en el terreno natural.
- **Drenaje transversal:** Consiste en alcantarillas y otras grandes estructuras, como puentes, que impiden que el agua entre en contacto con la superficie de la carretera cuando fluye de un lado a otro de la misma.
- **La rasante:** En el plano vertical, es la proyección del verdadero eje de crecimiento de la superficie de la carretera.
- **Subrasante:** La superficie del suelo específicamente preparada que soporta la construcción del pavimento.
- **Pavimento:** La superficie que ha sido específicamente tratada con materiales de larga duración para proporcionar un tráfico rápido, eficiente y sin polvo.

FIGURA N°01. Partes Integrantes de una Vía Urbana.



B. Clasificación de Vías Urbanas.

Se ha recuperado el punto B de la Norma GH – 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Las Vías Urbanas se clasifican en:

- **Vías Expresas:** Determinar la conexión entre las redes de carreteras interurbanas y urbanas. Transportan un gran número de coches a gran velocidad y con una accesibilidad limitada. Permiten el tráfico de vehículos, con una fluidez de moderada a alta y una accesibilidad limitada. Es necesario incluir estas vías en el sistema de autopistas para que puedan facilitar la distribución efectiva del tráfico a las rutas colectoras y locales.
- **Vías colectoras:** Conectan las carreteras locales con las autopistas arteriales y, en determinadas circunstancias, con las autopistas. En otras palabras, conectan las carreteras locales. Prestan sus servicios tanto a los coches que pasan como a los residentes de los alrededores.
- **Vías locales:** Su finalidad principal es ofrecer acceso a las parcelas y transportar exclusivamente el tráfico local. Son utilizadas por vehículos ligeros, se permite el estacionamiento y el tráfico peatonal es libre.
- **Vías de diseño especial:** denominadas a todas las vías con cuyas particularidades no concuerdan a las categorías anteriores, incluyendo las vías de acceso peatonal a las fachadas de los lotes, los paseos peatonales, los paseos marítimos, los paseos y los parques y plazas.

Referente a las vías locales, estas pueden ser principales y secundarias, las cuales van a ser diseñadas según el tipo de habilitación urbana, tomando como base los parámetros de anchos de vereda, estacionamiento y calzada como se muestra en el cuadro siguiente:

TABLA N° 1. Secciones de las vías Locales primarias y secundarias.

TIPOS DE VÍAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VÍAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80 m	2.40 m	3.00 m	3.00 m	2.40 m	3.00 m
ESTACIONAMIENTO	2.40 m	2.40 m	3.00 m	3.00 - 6.00 m	3.00 m	3.00 - 6.00 m
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR 2 MÓDULOS DE	CON SEPARADOR CENTRAL 2 MÓDULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		SIN SEPARADOR 2 MÓDULOS DE 3.60 m	SIN SEPARADOR 2 MÓDULOS DE 3.60 m	SIN SEPARADOR 2 MÓDULOS DE 3.30 - 3.60 m
	3.60 m	3.00 m	3.30 m	CON SEPARAD. CENTRAL : 2 MÓDULOS A C/ LADO		
VÍAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20 m			2.40 m	1.80 m	1.80 - 2.40 m
ESTACIONAMIENTO	1.80 m			5.40 m	3.00 m	2.20 - 5.40 m
PISTAS O CALZADAS	DOS MÓDULOS DE 2.70 m			2 MÓDULOS DE 3.00 m	2 MÓDULOS DE 3.60 m	2 MÓDULOS DE 3.00 m

FUENTE: Norma GH – 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.2. Importancia del drenaje.

En las áreas metropolitanas, las precipitaciones deben ser drenadas para reducir las amenazas a los residentes, las residencias, las empresas, las industrias y otros lugares que afectan a las personas. Sin embargo, el desarrollo de edificios, residencias, pavimento de calles y aparcamientos altera el entorno natural y genera superficies impermeables, lo que aumenta los volúmenes de escorrentía. (Tzatchkov, V. 2007).

La estimación y el diseño deben ser adecuados porque, si las estructuras de la carretera están saturadas, sus mecanismos de transmisión de esfuerzos se ven perjudicados, y la abundancia de agua destruye por completo el pavimento y lo deforma sobrecargándolo. En consecuencia, la carretera debe ser diseñada y evaluada adecuadamente. Además, tener una carretera bien mantenida, contar con un plan de control de la erosión y proteger la estructura del pavimento es posible gracias a un sistema de drenaje bien diseñado. (Aparicio, F.J. 1993).

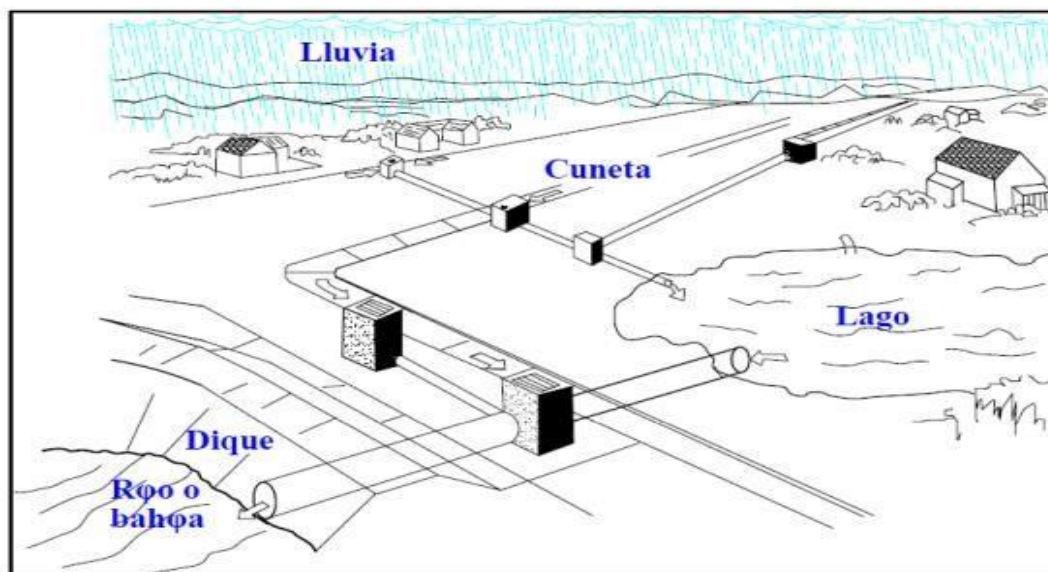
A continuación, se explican los propósitos que proporcionan las estructuras de drenaje en relación con la explotación y el funcionamiento de la carretera:

- Eliminar rápidamente las precipitaciones de la carretera o vía.
- Evitar que las aguas superficiales entren en la carretera o vía.
- Dirigir de forma regulada el agua que atraviesa la carretera o vía.

2.2.3. Drenaje Pluvial.

El drenaje pluvial es un sistema de obras (colectores, alcantarillas, cunetas, etc.) cuya finalidad es recoger y transportar las precipitaciones a un sitio de evacuación predeterminado, para que no contribuyan o causen problemas de inundación dentro de una urbanización. Esto se hace para que la urbanización no tenga problemas de inundación. (Ruiz, 2008).

FIGURA N° 02 Sistema de drenaje pluvial.



FUENTE: Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa – Cajamarca (Yañez, 2014).

2.2.4. Clasificación del drenaje vial.

El ítem 2.2.4 ha sido extraído del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Existen dos categorías básicas de obras de drenaje: el drenaje superficial y el drenaje subterráneo. Cabe mencionar que en esta tesis sólo se hablará del drenaje superficial. La clasificación es la siguiente:

A) Drenaje superficial.

Se trata del proceso de recogida de las precipitaciones, como la lluvia o la nieve en determinadas zonas, de su transporte y de su vertido en los cursos de agua naturales, en los sistemas de alcantarillado o en la capa freática. Esta forma de drenaje puede dividirse en dos grupos completamente distintos:

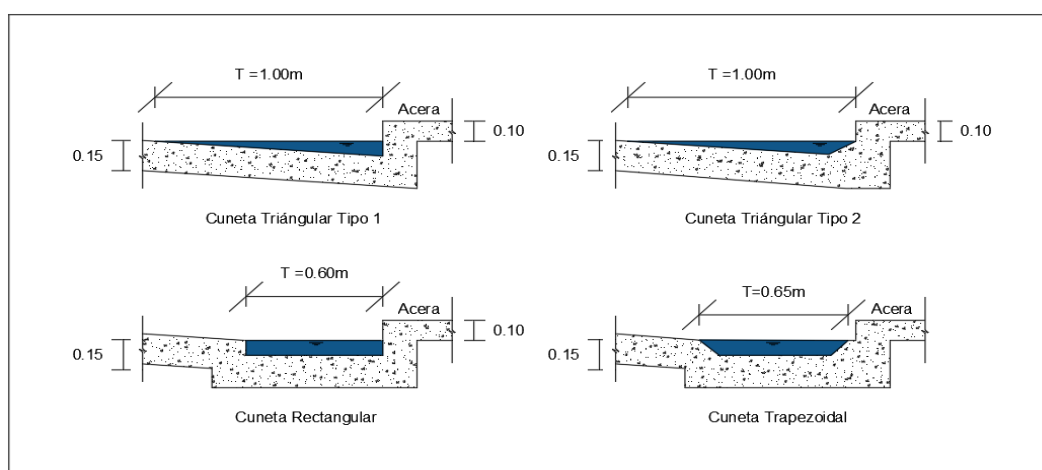
A.1 Drenaje longitudinal. Estos drenajes son las que corresponden a las obras de captación y defensa que recorren la superficie de la plataforma. El objetivo de estas obras es recoger y drenar el agua que se ha recogido de las precipitaciones o de los terrenos cercanos. Estos elementos constitutivos:

Cunetas.

A uno o ambos lados de una vía, se construyen canales o zanjas revestidos o sin revestir para recoger y transportar el agua de lluvia que cae de la calzada. El propósito es trasladar el flujo a un sistema de drenaje natural o a una alcantarilla y así lograr que se aleje del sitio donde se encuentra la vía.

La sección es de forma variada, siendo la triangular la más utilizada por su facilidad de construcción y mantenimiento, mientras que la rectangular la menos requerida por cuestiones de seguridad.

FIGURA N° 03 Secciones Típicas de Cunetas.



FUENTE: Norma Técnica CE.040 drenaje pluvial del reglamento nacional de edificaciones.

TABLA 02. Dimensiones Mínimas de cunetas.

REGIÓN	PROFUNDIDAD(D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

FUENTE: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

A.2 Drenaje transversal. Estas mejoras en las intersecciones consisten en colectores, alcantarillas y badenes. Su finalidad es permitir que las aguas superficiales que corren por canales naturales o artificiales pasen por debajo de la calzada sin dañar la carretera ni suponer una amenaza para los vehículos o los edificios vecinos.

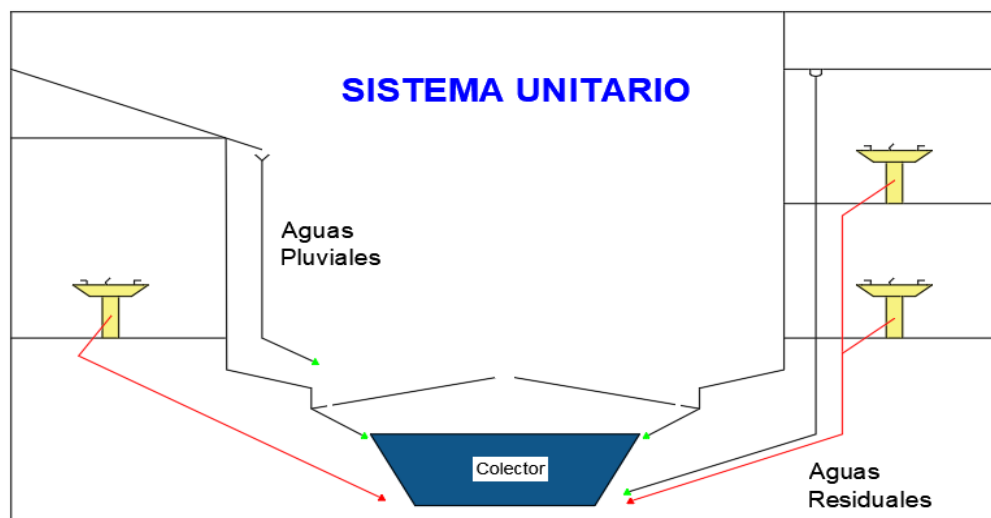
Colectores.

La RAE define un colector como una tubería de metro a la que se vierten las aguas residuales. Normalmente, se refiere a la línea de alcantarillado público en la que se vierten los efluentes residenciales. A continuación, las aguas residuales se transportan a un colector principal, que las transporta a una instalación de tratamiento de aguas residuales para su depuración o, si esto no es posible, al medio natural para su vertido.

- Tipos de colectores de agua.

Los colectores pueden clasificarse en función del origen del vertido: **Unitarios:** tanto las aguas residuales como las precipitaciones se conducen por la misma tubería. Son los más asequibles.

FIGURA N° 04 Sistema unitario.



FUENTE: Sistema de drenaje caminos naturales (Bervis, 2004).

Separativos: Las aguas pluviales y las residuales se transportan por canales separados e independientes. Requiere mayores gastos de construcción y mantenimiento.

FIGURA N° 05 Sistema separativo.

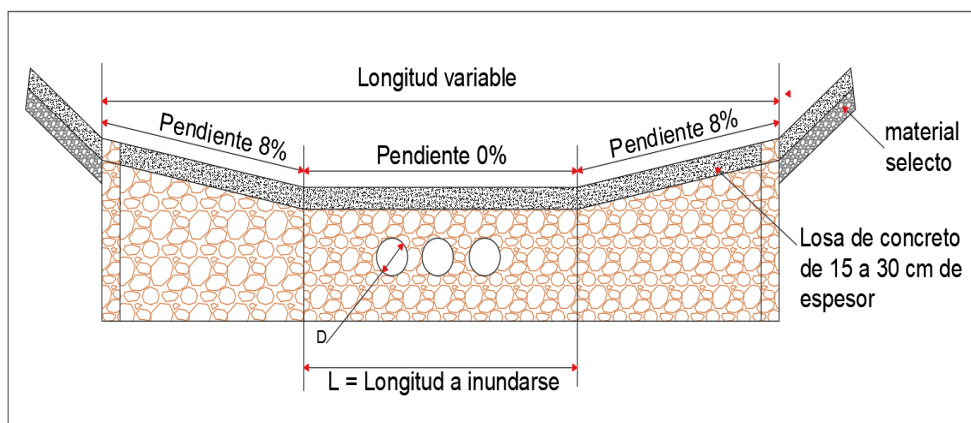


FUENTE: *Sistemas de drenaje caminos naturales (Bervis, 2004).*

Badenes

Son estructuras hidráulicas que se crean en una dirección perpendicular al eje de una carretera o camino para dar cabida a un flujo de agua. La finalidad primordial del diseño hidráulico del drenaje transversal es poder encontrar aquella sección hidráulica óptima que apruebe una libre transición del flujo tanto líquido como sólido el cual, finalmente será transportado a través de los canales naturales. Esto se logrará determinando la sección hidráulica óptima la cual permitirá un libre acceso del flujo.

FIGURA N° 06 *Sección transversal de badén.*



FUENTE: *Guía hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales (Bervis, 2004).*

2.2.5. ESTUDIOS BÁSICOS DE DRENAJE URBANO.

Según la norma CE.040 del Reglamento Nacional de Edificación (2021), se requieren los siguientes estudios de drenaje urbano:

- A. Estudios Topográficos.
- B. Estudio Hidrológico.
- C. Impacto Ambiental
- D. Estudios Hidráulicos.
- E. Mecánica de Suelos.
- F. Compatibilidad de uso.
- G. Análisis económico de funcionamiento y mantenimiento.

A) ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

La topografía de la región es uno de los factores más esenciales para la realización de cualquier proyecto de drenaje pluvial, ya que determina el trazado del sistema. Por lo tanto, la planimetría y la altimetría son necesarias para determinar el trazado de la red y la ubicación de los edificios e infraestructuras secundarios.

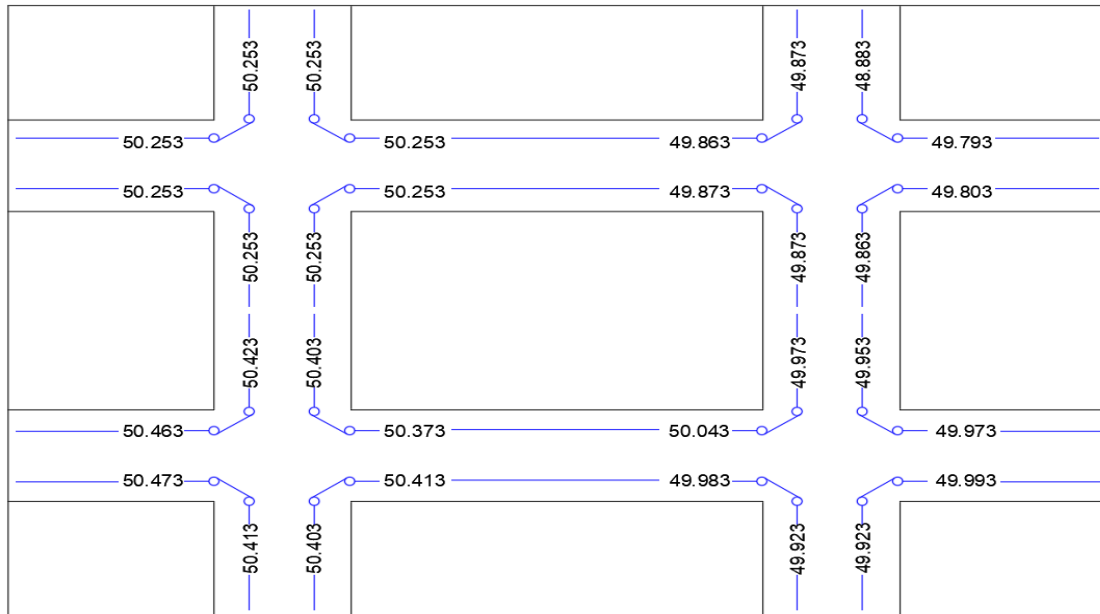
- Planos:

Cada uno de estos diseños deben tener muchas formas, empezando por la localización global de la cuenca y avanzando hasta el grado de especificidad que se requiera para dar las respuestas más eficaces al problema en cuestión. Deben incluir estudios topográficos de la región para poder delimitar y perfilar la cuenca hidrográfica del sector de trabajo.

- Levantamiento topográfico.

En cada rincón del lugar de trabajo se requiere una nivelación geométrica para identificar y trazar la cuenca de captación. Dependiendo de si la zona de trabajo cuenta o no con infraestructuras de pavimentación, los datos topográficos a recoger tendrán esencialmente dos formatos distintos. En el primer caso, bastará con delimitar los puntos mostrados en la figura adjunta, y el profesional que realice el levantamiento identificará, a su criterio, cualquier particularidad.

FIGURA N° 07 Levantamiento topográfico sobre pavimento.



FUENTE: Eficacia del sistema de drenaje pluvial en las zonas de la Av. Angamos YJr. Santa Rosa. (Yáñez, 2014).

El levantamiento topográfico incluirá las elevaciones de los umbrales de las casas en el lugar donde se realiza dicho estudio, además de las alturas de las esquinas de las calles, los centros de las calles y las aceras de la región estudiada. Debido a estas mediciones, los niveles y alturas de los elementos que se van a incorporar al proyecto serán diferentes.

B) ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

B.1 Hidrología.

El estudio del agua, incluida su existencia, flujo y distribución en la superficie del planeta, la hidrología es el estudio de los sistemas hídricos, incluidas sus propiedades tanto físicas como químicas, así como su interacción con la naturaleza circundante, donde se puede incluir aquellos seres vivos. (Villón, 2002).

B.2 Cuenca Hidrológica.

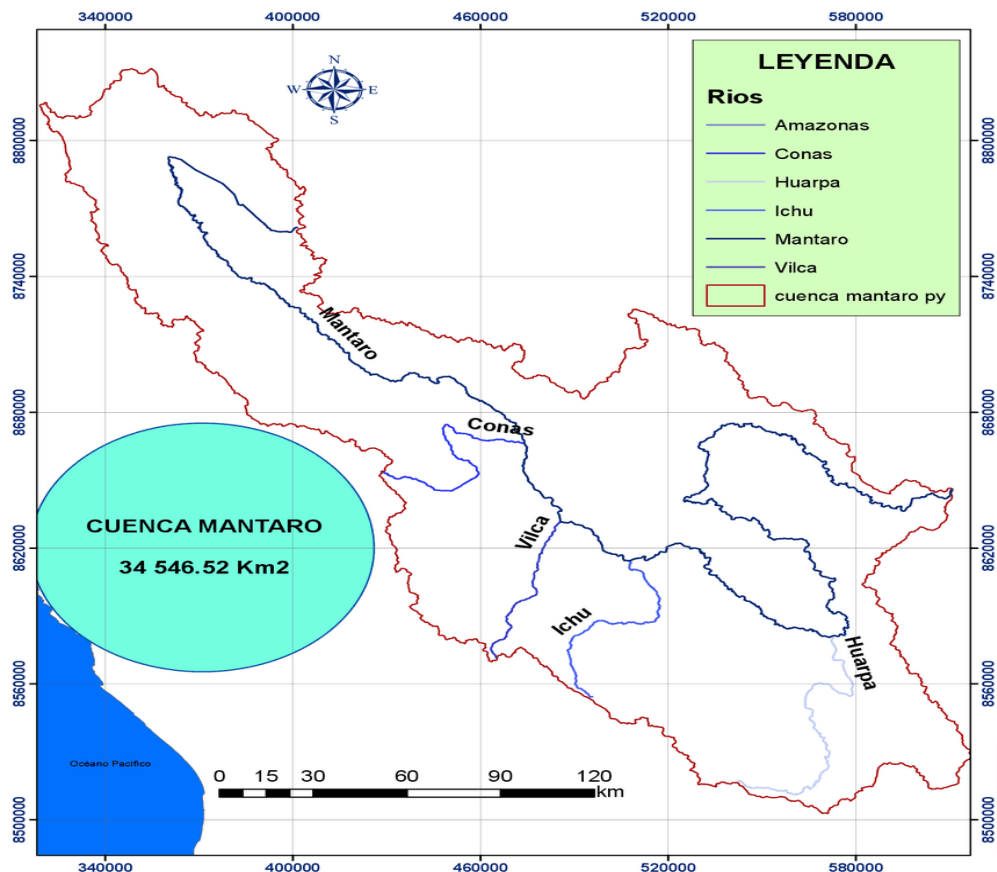
Una investigación hidrológica comienza con una cuenca hidrográfica, que es la unidad fundamental de estudio y se define como la extensión de terreno a través de la cual la precipitación no infiltrada fluye hacia una salida (cuenca abierta) o punto de almacenamiento. Las cuencas hidrográficas pueden ser abiertas o cerradas (cuenca cerrada). Es fundamental tener en cuenta que la ubicación de un punto de

salida determina el volumen de agua que puede recoger una cuenca. (CNA, 2007).

-Delimitación de la Cuenca.

Siguiendo las líneas del divortium aquarum (división de la cuenca), que es una línea imaginaria que divide las cuencas adyacentes y distribuye la escorrentía creada por las precipitaciones, la delimitación de una cuenca se realiza en un plano mapa de contorno a escala 1:50000. Para ello se siguen las líneas de una divisoria de aguas, que es una línea imaginaria que divide las cuencas adyacentes. La escorrentía de cada sistema de arroyos fluye hacia el punto de salida de la cuenca. La cuenca hidrográfica está creada por los lugares de mayor nivel topográfico y cruza los arroyos en las estaciones de aforo que se encuentran en las salidas de los cursos de agua. (Villón, 2002).

FIGURA N° 08 Cuenca Hidrográfica del Mantaro.



FUENTE: Delimitación de la cuenca Hidrográfica del Mantaro (Juan, 2020).

La precipitación y la escorrentía son los dos componentes del estudio hidrológico que se consideran de máxima importancia. Además de éstos, se realiza un cálculo de los

parámetros morfológicos, de los tiempos de concentración, de la duración e intensidad de las precipitaciones y de los caudales mediante uno de los muchos enfoques disponibles. Estos cálculos complementan los anteriores. (Ramírez, 2003).

Existen varios enfoques para analizar los flujos de diseño, que son:

- ✓ Empíricos. - Se utilizan cuando no hay datos suficientes, permitiendo una aproximación al caudal de diseño. Las técnicas más extendidas son las de Creagery Lowry.
- ✓ Semi-empíricos. – Es necesario poder tener un conocimiento profundo y práctico acerca del ciclo hidrológico, estas tácticas dependen en gran medida de la cantidad de lluvia que se reciba. El método lógico y el enfoque Ven Te Chow son los que se utilizan la gran mayoría de las veces.
- ✓ Estadísticos. - Estos son los métodos que se utilizan con mayor frecuencia en los sectores en los que se dispone de un conjunto de datos históricos, y es a partir de este conjunto de datos que se obtienen los caudales máximos anuales. Gumbel, Normal, Pearson y Gumbel son las cuatro técnicas estadísticas más utilizadas.
- ✓ Modelos Matemáticos. - Ambos requieren una información muy particular del programa HEC HMS sobre los parámetros de la cuenca, así como los tiempos de concentración, los tiempos de escorrentía y los periodos de retorno.

Por consiguiente, la disponibilidad de antecedentes es una consideración muy importante a tener en cuenta en el momento de formular un plan de análisis. Es importante obtener el registro de caudales máximos de cualquier estación hidrométrica que esté situada en las proximidades del curso de agua que se está investigando. Si el caudal de diseño se va a aproximar utilizando datos pluviométricos, es necesario obtener los datos del registro de precipitaciones máximas en veinticuatro horas. (Ramírez, 2003).

B.3 Precipitación.

Cualquier forma de agua que cae sobre la faz de la tierra será considerada como precipitación. Más concretamente, la precipitación se define como la caída de partículas tanto líquidas como sólidas de agua. Hay muchos tipos diferentes de precipitación, como la llovizna, la lluvia, la nieve, el granizo, etc., por nombrar algunos. (Pérez, 1979).

La cantidad de precipitación que se mide durante un determinado periodo de tiempo

se denomina intensidad de la precipitación. Normalmente, la intensidad se mide en milímetros por segundo. En función de la intensidad percibida, las precipitaciones pueden clasificarse como ligeras, moderadas o intensas.

Lo que se requiere esencialmente es un análisis estadístico de las series históricas de datos e información, es decir, una vez obtenidos los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas para una o varias estaciones, se someten a un estudio riguroso y se proyectan para varios periodos de retorno, normalmente 5, 10, 25, 50 y 100 años. A continuación, se obtiene el diseño hidráulico de la sección a partir del caudal de diseño, que se determina posteriormente.

En la investigación hidrológica se emplean a menudo diversas técnicas, como la distribución normal o la distribución de Pearson, la normal logarítmica de los parámetros II y III, y la de Gumbel, para realizar dichas proyecciones. (Chereque, 1989).

B.4 Análisis de precipitación.

En la ciudad de Cajamarca existe la estación Pluviográfica de la Universidad Nacional de Cajamarca, así como datos de SENAMHI de donde serán obtenidos los datos necesarios para la presente investigación.

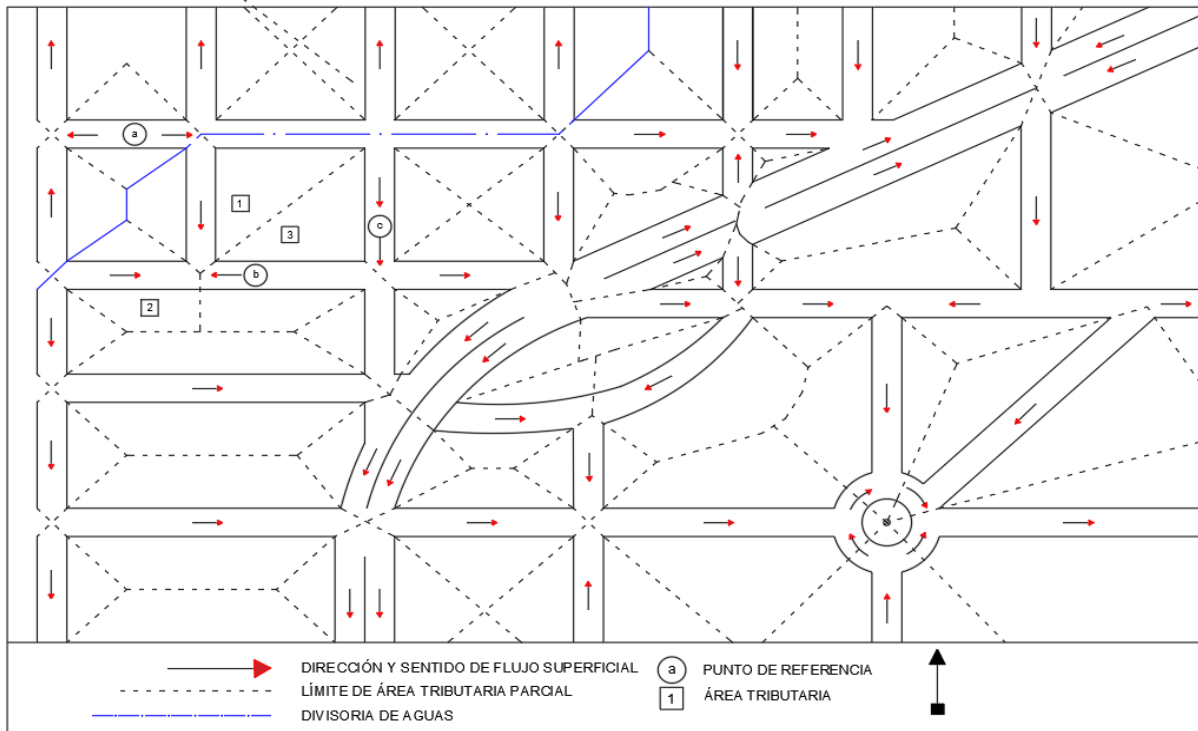
B.5 Escorrentía.

Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que escurre superficialmente; su valor dependerá de varios factores: permeabilidad del suelo, morfología de la cuenca, pendientes longitudinales y cobertura vegetal.

B.6 Áreas Tributarias.

Se deberá establecer el sentido del escurrimiento superficial en las diferentes calles, avenidas y demás vías terrestres de la ciudad, así como los puntos de entrada a las vías, del escurrimiento proveniente de zonas verdes o de áreas por urbanizar. En base a esta información pueden delimitarse las áreas tributarias, siguiendo el criterio de subdividir las manzanas por las bisectrices en las esquinas para zonas urbanizadas y tomando en cuenta la topografía para las que no lo fueren.

FIGURA N° 09 Determinación de áreas tributarias en zonas urbanizadas.



FUENTE: *Drenaje Urbano (Bolinaga, 1979).*

B.7 Período de retorno.

Es el tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años,

TABLA N° 03. *Periodos de retorno según zonificación.*

TIPO DE USO	TR (AÑOS)
a) Zona de actividad comercial	10
b) Zona de actividad industrial	10
c) Zona de edificios públicos	10
d) Zonas residenciales multifamiliares de alta densidad (R6, R7, R8, R9 y R10)	5
e) Zonas residenciales multifamiliares de alta densidad (R1, R2, R3, R4 y R5)	2
f) Zonas recreativas de alto valor e intenso uso por el público	2
g) otras áreas recreativas	1

La letra R se refiere a las zonificaciones usuales en el país.

FUENTE: *Drenaje Urbano (Bolinaga, 1979).*

B.8 Estimación de caudales.

Cuando se dispone de una cantidad significativa de datos de aforo, se realiza un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación que se encuentra geográficamente en las proximidades del lugar de interés. Utilizando las distribuciones logarítmicas normal, logarítmica de Pearson III y de valor extremo tipo I (Gumbel), entre otras, se calculan los caudales para los periodos de retorno de interés (2, 5, 10, 20, 50, 100 y 500 años son los valores estándar).

- **Método Racional.**

Estima el caudal máximo de las precipitaciones incluyendo todas las extracciones en un único coeficiente c (coef. de escorrentía), que se calcula en función de las características de la cuenca. Aplicación generalizada dentro de las cuencas hidrográficas, hasta 10 kilómetros. 2.

La velocidad del flujo puede representarse como:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (1)$$

Donde:

Q = Caudal de diseño, proporcional al periodo de retorno elegido, expresado en metros cúbicos por segundo.

C = Coeficiente de escorrentía.

i = Cantidad de lluvia calculada cada hora, en milímetros por hora.

A = El tamaño de la cuenca, medido en Ha.

- **Coeficiente de impermeabilidad o escorrentía.**

Según (RAS 2000, 2017), el coeficiente de impermeabilidad o de escorrentía, C , depende del tipo de suelo que se encuentre en la región tributaria, el nivel de permeabilidad de la zona, la pendiente del terreno y todos los demás elementos que influyen en la cantidad de precipitaciones que se convierten en escorrentía. (RAS 2000, 2017) estipula que el valor del coeficiente de impermeabilidad representativo de toda la zona se calculará como media ponderada de los coeficientes de impermeabilidad individuales de cada subzona en las regiones de drenaje con coeficientes de impermeabilidad variados.

TABLA N° 04. *Coeficiente de impermeabilidad.*

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubiertas	0.90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.90
Vías adoquinadas	0.85
Zonas comerciales o industriales	0.90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras.	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0.75
Residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques cementerios	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Laderas con vegetación	0.30
Parques recreacionales	0.30

FUENTE: Ras2000, 2017.

- **Método de Frederich Bell y Yance Tueros.**

Para la transformación de precipitaciones máximas en 24 hrs a intensidades, sehará uso de la siguiente formula:

$$P_T^t = (0.21 \ln T + 0.52) (0.54t^{0.25} - 0.50) P_{10}^{60} \quad (2)$$

Si $2 \leq T \leq 100$ años, y $5 \leq t \leq 120$ minutos

Donde:

P_T^t = precipitación de duración t minutos y periodo de retorno T, en milímetros.

P_{10}^{60} = precipitación de duración 60 minutos (una hora) y periodo de retorno 10 años, en milímetros.

El valor de P_{10}^{60} puede ser calculado a partir de la ecuación de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$I = aP_{24}^b \quad (3)$$

I = intensidad máxima (mm/h).

a,b = parámetros de modelo 0.4602 y 0.876 respectivamente.

P24 = precipitación máxima en 24 horas (mm).

- **Método de Aparicio para determinación de las curvas IDF.**

Para la elaboración de las curvas IDF se usó la metodología propuesta por Aparicio, mediante regresión, la ecuación de intensidad resulta:

$$I = \frac{47.6472 * T^{0.325276}}{0.55630 t} \quad (4)$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno(años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

- **Ajuste de los datos de precipitaciones máximas a una distribución.**

Distribución Normal.

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (5)$$

Donde:

f(x) =función densidad normal de la variable x
X = variable independiente

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x.

- **Distribución Log Normal 2 Parámetros.**

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{x})^2}{2S^2}\right)} dx \quad (6)$$

Donde \bar{x} y S son los parámetros de la distribución.

Si la variable x de la ecuación (2) se reemplaza por una función y=f(x), tal que y=log(x), la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, N (Y, Sy). Los valores originales de la variable aleatoria x, deben ser transformados a y = log x, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad (7)$$

Donde \bar{Y} es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (8)$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada. De esta manera; tenemos las relaciones siguientes:

$$Cs = a / S^3 y \quad (9)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \quad (10)$$

Donde Cs es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

- **Distribución Log Normal 3 Parámetros.**

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0) \sqrt{(2\pi) S_y}} e^{-1/2 \left(\frac{\ln(x-x_0) - u_y}{S_y} \right)^2} \quad (11)$$

Para $x > x_0$

Donde:

X_0 : parámetro de posición

U_y : parámetro de escala o media S_y^2 :

parámetro de forma o varianza

- **Distribución Gumbel.**

La Distribución de Gumbel, también conocida como Distribución Exponencial Doble, es un tipo I de distribución de valores que tiene como función de distribución de probabilidad la siguiente ecuación:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (12)$$

Podemos derivar las siguientes relaciones empleando la técnica de los momentos:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad (13)$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad (14)$$

Donde:

α : Parámetro de concentración.

β : Parámetro de localización.

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad (15)$$

Donde:

x: Valor con una probabilidad dada.

\bar{x} : Media de la serie.

k: Factor de frecuencia.

- Prueba Kolmogorov – Smirnov.

Dicho método sirve para evaluar lo bien que se ajustan varias distribuciones a los datos y seleccionar la más representativa de los mismos; también se conoce como la distribución que arroja los resultados más precisos.

La función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la función de distribución de probabilidad estimada $F(x_m)$ se comparan entre sí en términos de la mayor diferencia absoluta D que puede encontrarse entre ambas:

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m) / \quad (16)$$

Con un valor crucial d que varía en función de la cantidad de datos y del nivel de significación elegido (Tabla nº 06). La hipótesis nula se acepta si $D < d$. En comparación con la prueba X^2 , la principal ventaja de esta prueba es que analiza los datos en relación con el modelo estadístico sin categorizar primero la información. Esto permite calcular la función de distribución de la probabilidad observada:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n+1) \quad (17)$$

El cual m es el número de orden de los datos x_m en una lista, yendo del más

significativo al menos significativo, y n representa la cantidad total de datos.
(Aparicio, 1996)

TABLA N° 05. Valores críticos de Δ_0 del estadístico Smirnov – kolmogorov Δ , para varios valores de N y niveles de significación α .

Tamaño Muestral	Nivel de Significación α				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
N					
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.510	0.565	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.557
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.410	0.490
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.210	0.220	0.240	0.270	0.320
30	0.190	0.200	0.220	0.240	0.290
35	0.180	0.190	0.210	0.230	0.270
N>35	1.07/ \sqrt{N}	1.14/ \sqrt{N}	1.22/ \sqrt{N}	1.36/ \sqrt{N}	1.63/ \sqrt{N}

FUENTE: Villon, 2004.

- **Tiempo de Concentración t_c .**

Es la cantidad de tiempo en la que una gota se toma para viajar desde el lugar con mayor distancia hidráulica hasta la salida de la cuenca.

Una vez finalizada la fase de concentración, toda la cuenca se cuenta como contribuyente al flujo de salida, aunque sólo se haya concentrado una pequeña parte.

Dado que la duración de una tormenta está inversamente relacionada con su intensidad a mayor duración, menor intensidad, se considera que la duración crucial

es igual al tiempo de concentración t_c . Esto se debe a que cuanto mayor sea la duración, menor será la intensidad. El tiempo real de concentración viene determinado por una serie de factores, entre los que se encuentran la superficie, la pendiente de la cuenca, una pendiente más pronunciada hace que los flujos sean más rápidos, lo que a su vez hace que el tiempo de concentración sea más corto, la geometría de la cuenca en planta, la pendiente de la cuenca etc. La pendiente, la longitud del canal más alejado de la cuenca y la superficie suelen ser los únicos elementos que se tienen en cuenta en cualquier formulación.

El momento en que la concentración de contaminantes en un sistema de drenaje pluvial es máxima es:

$$t_c = t_o + t_f \quad (18)$$

Donde:

t_o : en el momento de la entrada, hasta cualquier alcantarilla. t_f :

El caudal de aguas residuales al lugar de interés $= \sum L_i / V_i$.

- **Formula de Izzard 1946 para calcular el t_c**

$$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}} \quad (19)$$

i = intensidad de las precipitaciones, milímetro por hora. L

= longitud de la ruta del caudalímetro, m.

S = pendiente de la ruta de flujo, metro por minuto. c

= coeficiente de retardo.

- **Método del bloque alterno.**

El método del bloque alterno es una de las formas la cual nos permite desarrollar un hietograma de diseño basados en una curva de intensidad – duración y frecuencia, El hietograma desarrollado por este método nos da el alcance de la profundidad de la precipitación que ha ocurrido en “n” intervalos de varios tiempos de duración sucesivos “t” sobre una duración general total de $T_d = n \cdot t$.

Para determinar los valores de la intensidad haremos uso de la siguiente formula:

K =	47.6472	$I = \frac{47.6472 \times T^{0.3252}}{D^{0.5562}}$
T =	10	
m =	0.3252	
n =	0.5562	

(20)

- Los valores de k, m y n son coeficientes que varían de acuerdo al lugar.
- T es el periodo de retorno en años.

Para determinar la profundidad de precipitación se utiliza la siguiente formula:

$$P = I * D \quad (21)$$

- P : Profundidad.
- I : Intensidad.
- D : Duración.

C) MECÁNICA DE SUELOS.

Para identificar las propiedades del suelo a lo largo del eje de los conductos de drenaje, es necesario realizar la correspondiente investigación del suelo. Como mínimo cada 100 metros y como máximo cada 500 metros, deben excavar pozos de prueba. El informe del estudio del suelo debe incluir:

- ✓ Historias de la calidad del suelo como conocimiento previo
- ✓ Exploración sobre el terreno: descripción de los experimentos realizados.
- ✓ Análisis de laboratorio
- ✓ Perfil del suelo: Una descripción específica y completa, de conformidad con la Norma E.050 Suelos y Cimientos, de los diversos estratos que componen la zona investigada en su conjunto.
- ✓ La profundidad del nivel freático.
- ✓ Examen físico-químico del suelo.

D) ANALISIS HIDRAULICO.

La función hidráulica de una red de drenaje, que implica el transporte de aguas residuales, aguas pluviales o las dos, depende de las particularidades físicas de la red para ser funcional.

Con ideas hidráulicas concretas, analizamos y dimensionamos desde las infraestructuras más fundamentales, como los desagües pluviales, hasta las más complejas, como las redes de tuberías y canales.

1. Diseño de obras de arte menor.

En el momento en que se realice el diseño del sistema de drenaje de una carretera, tiene que tomar en consideración las diversas formas de componentes. Estos elementos tienen la capacidad de influir verdaderamente en el sistema de drenaje que se considera más adecuado y en el funcionamiento del sistema una vez instalado. Los más importantes son los siguientes:

- a. Factores topográficos. - Esta categoría consiste en condiciones físicas, como la ubicación de la carretera en relación con el terreno, el relieve actual, que puede describirse como plano, ondulado o accidentado, así como las conexiones de las pendientes con la carretera.
- b. Factores Hidrológicos. - Incluyen factores hidrometeorológicos, la extensión de la cuenca contribuyente o receptora de agua superficial que influye directamente en la carretera, así como el aspecto, el nivel y los caudales de agua.
- c. Factores Geotécnicos. - El tipo de suelo que ya existe en la región desarrollada, así como sus características, la facilidad con la que el agua puede viajar desde su fuente hasta la carretera y la posibilidad de erosión del suelo entran en juego. Se debe evaluar la permeabilidad, la homogeneidad, la estratificación o la compactación del suelo, así como la presencia de plantas.

1.1. Diseño de cunetas.

El área hidráulica de una zanja viene determinada por la suma de sus componentes individuales, que incluyen el caudal máximo de diseño, la sección transversal, la longitud, la pendiente y la velocidad. Sin embargo, se recomienda adoptar un cálculo basado en un plazo de 15 años y una duración de la lluvia de diseño de 30 minutos. El tiempo de retorno para el diseño de la zanja modifica dependiendo cada tipo de proyecto de carretera; sin embargo, es mejor adoptar un cálculo basado en estos parámetros. La pendiente de las cunetas no será inferior al 0,5 por ciento, como se especifica en las Normas Peruanas de Diseño Vial. Normalmente, se utilizará la misma pendiente que la subrasante.

- Dependiendo de la naturaleza de la superficie del canal o conducto, se puede suponer que la corriente no causará daños considerables por erosión a la superficie si su velocidad media no supera las restricciones especificadas en la Tabla 06.

TABLA N° 06. *Velocidades Limite Admisibles.*

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LÍMITE ADMISIBLE (m/s)
Mampostería, rocas duras	3.00 - 4.50
Arena arcillosa dura, margas duras.	0.60 - 0.90
Conglomerado, esquisto difícil y rocas blandas	1.40 - 2.40
Hierba.	1.20 - 1.80
arcilla gravosa y pizarra blanda	1.20 - 1.50
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 - 0.60
Hormigón	4.50- 6.00

FUENTE: *Manual sobre el trazado de calzadas pavimentadas diseñadas para acoger bajas cantidades de tráfico.*

El dimensionamiento hidráulico, también conocido como diseño hidráulico de la zanja, implica asegurarse de que la capacidad hidráulica de la estructura, definida por la expresión de Manning, es superior al caudal de diseño. Esto se hace para construir adecuadamente el sistema hidráulico. Esto se consigue asegurando que el caudal de diseño es mayor que la capacidad hidráulica de la estructura.

El cálculo se basa en la fórmula de Manning, que puede encontrarse aquí.

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \text{ y } Q = A * \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (22)$$

n: coeficiente de rugosidad.

A: área de la sección de la cuneta (metro cuadrado).

V: velocidad del agua (metro por segundo).

R: radio hidráulico (metro).

Q: caudal (metro cubico por segundo).

S: pendiente de la cuneta (metro por minuto).

El valor de la "n" de Manning se determina consultando tablas organizadas en función del tipo de material.

TABLA N° 07. *Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n).*

		TIPO DE CANAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO	
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido	0.009	0.010	0.013	
		b. Acero				
		Soldado	0.010	0.012	0.014	
		Con remaches	0.013	0.016	0.017	
		c. Metal corrugado				
	Sub - dren	0.017	0.019	0.021		
	Dren para aguas de lluvia	0.021	0.024	0.030		
	A.2. NO METÁLICOS	a. Concreto	Tubo recto y libre de basuras	0.010	0.011	0.013
			Tubo con curvas, conexiones	0.011	0.013	0.014
			Afinado	0.011	0.012	0.014
Tubo de alcantarillado con cámaras,entradas			0.013	0.015	0.017	
Tubo con moldaje de acero			0.012	0.013	0.014	
Tubo con moldaje madera cepillada		0.012	0.014	0.016		
Tubo con moldaje madera en bruto		0.015	0.017	0.020		
b. Madera						
Duelas		0.010	0.012	0.014		
Laminada y tratada		0.015	0.017	0.020		
c. Albañilería de piedra	0.018	0.025	0.030			
B. CANALES REVESTIDOS	B.1. METAL	a. Acero liso				
		Sin pintar	0.011	0.012	0.014	
		Pintado	0.012	0.013	0.017	
	b. Madera	0.021	0.025	0.030		
	B.2. NO METÁLICO	a. Madera	Sin tratamiento	0.010	0.012	0.014
			Tratada	0.011	0.012	0.015
			Planchas	0.012	0.015	0.018
		b. Concreto				
		Afinado con plana	0.011	0.013	0.015	
		Afinado con fondo de grava	0.015	0.017	0.020	
Sin afinar		0.014	0.017	0.020		
Excavado en roca de buena calidad	0.017	0.020				
Excavado en roca descompuesta	0.022	0.027				
c. Albañilería						
Piedra con mortero	0.017	0.025	0.030			
Piedra sola	0.023	0.032	0.035			
C. EXCAVADO	a. Tierra recto y uniforme	nuevo	0.016	0.018	0.020	
		grava	0.022	0.025	0.030	
		Con algo de vegetación	0.022	0.027	0.033	
	b. Tierra sinuoso	Sin vegetación	0.023	0.025	0.030	
		Con malezas y pasto	0.025	0.030	0.033	
		Maleza tupida, plantas	0.030	0.035	0.040	
		Fondo pedregoso - malezas	0.025	0.035	0.040	
	c. Roca	Suave y uniforme	0.025	0.035	0.040	
		Irregular	0.035	0.040	0.050	
	d. Canales sin mantención	Maleza tupida	0.050	0.080	0.120	
		Fondo limpio, bordes con vegetación	0.040	0.050	0.080	

FUENTE: *Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 2004.*

El caudal de diseño viene definido por la cantidad de precipitación que cae en la carretera y entra en la cuneta. Tras estimar el caudal que se vierte en la zanja por unidad de anchura, el siguiente paso es establecer el caudal de diseño teniendo en cuenta el cienpor ciento de la distancia de la zanja. Después de establecer el caudal de diseño de la zanja, el siguiente paso es aplicar la formulación de Manning, que requiere que el diseñador imponga una sección estándar, incluyendo sus dimensiones y sus muchas especificaciones, asegurándose de que se mantienen dentro de los rangos de diseño, y luego comprobar que la sección satisface los requisitos de caudal mínimo (Chow,2004).

1.2. Diseño de Colector.

Es imprescindible que las alcantarillas se construyan de forma que puedan cumplir su función como canales; En este caso, las dimensiones de estos sistemas de drenaje se determinan empleando una fórmula que lleva el nombre de Manning, que es un modelo (Chow,2004).

Según Henderson, el caudal máximo de diseño se compone de los caudales totales de la zanja, que también se denominan escorrentía superficial en la superficie de la carretera y en los taludes cercanos a la misma. Además, el caudal máximo de diseño incluye la contribución de drenaje superficial prevista para un tiempo de retorno determinado del arroyo o canal de agua drenado. Para el cálculo de este caudal máximo de diseño posible se utilizó el Método Racional.

Dado que el rendimiento hidráulico del colector depende de una serie de factores, como el caudal que hay que abandonar, la naturaleza y la pendiente del canal, y los costes asociados a la disponibilidad de los materiales, es necesario seleccionar con mucho cuidado el tipo de colector que se utilizará. (MTC, 2008).

E) IMPACTO AMBIENTAL.

Para todos los proyectos de Drenaje Pluvial Urbano se requiere una evaluación de impacto ambiental (EIA). La presentación de la EIA debe ajustarse a las especificaciones del BID. Sin embargo, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Los problemas medioambientales de la región.

- ✓ En cuanto a las leyes, los reglamentos, los mecanismos de control y los organismos reguladores, existen cuestiones jurídicas e institucionales.
- ✓ Problemas que podrían surgir como resultado de la descarga de energía del transmisor en la recepción.
- ✓ Preocupaciones que podrían desarrollarse en caso de un evento catastrófico o una emergencia como consecuencia de la vulnerabilidad de los sistemas.
- ✓ La ubicación dentro de una zona de riesgo sísmico, además de la presencia de estructuras e infraestructuras en la zona que son susceptibles de sufrir daños por terremotos como consecuencia de su ubicación. Para detener la transmisión de vectores causantes de enfermedades, es fundamental evitar que el agua se acumule durante más de un día.

- ✓ La mejor estrategia para prevenir la contaminación y la transmisión de enfermedades es eliminar todo uso de sistemas mixtos de evacuación de aguas residuales. Esto se debe al hecho de que la utilización de tales sistemas tiene el potencial de provocar hartazgo de las tuberías de alcantarillado, así como la aparición de aguas residuales en la superficie o en las canales de drenaje.
- ✓ La evaluación cuantitativa y cualitativa del impacto social y económico del proyecto.
- ✓ Para evitar accidentes, el proyecto debe examinar las características de seguridad de la circulación de los usuarios (circulación de personas y vehículos, etc.).
- ✓ Es necesario coordinar el desarrollo de las estructuras y el sistema de drenaje pluvial urbano de esta forma poder evitar cualquier problema material, la inadecuación en algunos lugares por razones estáticas y paisajísticas, los niveles y la arquitectura, etc., y para garantizar que no haya solapamientos entre ambos.

F) COMPATIBILIDAD DE USO.

Todos los proyectos de drenaje urbano deben incluir un inventario de las obras de los proveedores de servicios de drenaje:

- ✓ Servicios telefónicos y de cable.
- ✓ Energía eléctrica.
- ✓ Tanto agua potable como alcantarillado de aguas servidas.
- ✓ Gas natural.

Además, debe proporcionar a los municipios información técnica sobre:

- ✓ Los tipos de carreteras, las anchuras y las profundidades del pavimento.
- ✓ Recortes y ahorros municipales.

G) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

En base a lo dicho por Luis Jaramillo. Cualquier sistema de drenaje que vaya a funcionar bien tiene que tener una política de funcionamiento que esté en línea con la forma en que el sistema fue diseñado. Esto ayudará a garantizar que el sistema funcione correctamente, a evitar daños en la red y a que los usuarios tengan las menores molestias posibles.

Las políticas operativas del sistema tienen que incorporar planes de mantenimiento

preventivo para garantizar el máximo nivel de funcionalidad del sistema. Sin embargo, en caso de que llueva mucho más de lo previsto, es probable que las tuberías funcionen bajo presión, lo que provocará inundaciones en toda la zona. Por lo tanto, se deben tomar las medidas imprescindibles para tomar las precauciones necesarias para paliar los daños e inconvenientes resultantes.

- Medida de Conservación y Limpieza.

Todos y cada uno de los sistemas de drenaje requieren un mantenimiento más o menos profundo para garantizar su correcto funcionamiento durante toda la temporada de lluvias y evitar que se produzcan problemas. También sirven para alargar la vida del sistema en el que están instalados.

Estos trabajos deben ampliarse para que se lleven a cabo durante la estación seca, cuando los sistemas transportan caudales extremadamente bajos y es razonablemente fácil revisarlos e identificar los daños. Durante este tiempo, los sistemas deberían llevarse a cabo durante la estación seca. Se supone que los sedimentos estarán presentes en el sistema durante todo este tiempo, ya que la velocidad de las corrientes es baja y no pueden desplazarse. (Jaramillo, 2011).

- Mantenimiento.

Luis Jaramillo 2011, nos dice que las tecnologías que se emplean en el presente para la subsistencia de los sistemas de drenaje de aguas pluviales se describen en los siguientes párrafos de forma resumida:

- ✓ Inspección periódica: visualmente, equipo de vídeo.
- ✓ Algunos ejemplos de mantenimiento preventivo son el rastrillado, el barrido, el lavado, la limpieza a alta presión y la limpieza con pala.
- ✓ El mantenimiento urgente incluye el lavado a alta presión, el uso de varillas para cortar las raíces y el uso de palas y horquillas.

En muchos casos, el mantenimiento de los sistemas de drenaje no recibe la atención que merece y a menudo se pasa por alto y se descuida. Desgraciadamente, no es raro que sistemas de drenaje en los que se han gastado importantes recursos se encuentren en pésimas condiciones de funcionamiento y conservación, un escenario insatisfactorio desde cualquier punto de vista.

Por ello, es de suma importancia destacar la importancia del mantenimiento de los sistemas

de drenaje para que los usuarios lo vean como una responsabilidad ineludible y que siempre hay que cumplir.

El mantenimiento de las obras de drenaje tiene dos objetivos esenciales. Por un lado, un mantenimiento adecuado garantiza que las cualidades hidráulicas del sistema se mantengan constantes, Es decir, da a las obras la capacidad de descargar los caudales para los que fueron diseñadas y construidas. (Villón,2005).

- Mantenimiento manual.

Según Luis Jaramillo Las operaciones manuales consisten en la remoción de material o limo utilizando cepillos, varillas o palas que se jalan físicamente dentro de la tubería para hacer el mantenimiento manual. Para minimizar los percances causados por las crecidas repentinas de alta intensidad, este tratamiento sólo debe realizarse durante los niveles bajos de agua.

- Mantenimiento con equipos de alta presión

Mediante el informe de la E P N 2011. En lo que concierne al mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, hay diferentes métodos de limpieza para elegir. Se recomienda utilizar equipos hidroneumáticos para limpiar y desatascar las tuberías de PVC. Esto no quiere decir que los equipos convencionales no puedan utilizarse en esta clase de alcantarillado; sin embargo, las ventajas de los equipos hidroneumáticos, como la extracción de fangos, la limpieza por fuente de alta presión, su inconsecuencia y el hecho de que limpian sin elementos punzantes pueden ser dañinas para las paredes de la tubería, aumentarán la eficacia con la que se puede mantener el sistema de drenaje. Esto se debe a que los equipos hidroneumáticos limpian sin herramientas punzantes ya que estas pueden causar grandes daños a las paredes de las tuberías.

El proceso de limpieza de tuberías mediante esta forma de tecnología es bastante sencillo, ya que todo lo que se requiere para hacerlo es introducir el extremo de la manguera a través del orificio de acceso. Una vez colocada la boquilla correcta, se enciende la bomba y la manguera comienza a recorrer la tubería, siendo impulsada por el agua que sale de la boquilla.

2.2.6. HIDROESTA. (Villon,2005).

Es una herramienta que ayuda y simplifica el laborioso proceso de cálculo y evaluación de las enormes cantidades de datos que son necesarias para la investigación hidrológica:

- ✓ Los datos agrupados y no agrupados pueden utilizarse para calcular parámetros

estadísticos utilizando momentos convencionales y lineales.

- ✓ Cálculos mediante regresión lineal, no lineal, simple, múltiple y polinómica.
- ✓ Utilizar tanto los momentos ordinarios como los lineales para determinar si una serie de datos se ajusta o no a las siguientes distribuciones: normal, log-normal, gamma, log-Pearson tipo III, Gumbel y log-Gumbel. Es posible calcular, por ejemplo, los caudales de diseño o las precipitaciones con un determinado tiempo de retorno o probabilidad de ocurrencia, si la serie de datos se ajusta a una distribución. Este es el caso si se supone que la distribución es normal.
- ✓ La probabilidad de ocurrencia puede derivarse de la curva que representa la fluctuación estacional o de la curva que representa la duración.
- ✓ Realice un estudio sobre una tormenta y determine sus intensidades máximas utilizando los datos del pluviograma. Además, haga una estimación de la intensidad máxima prevista revisando la base de datos de intensidades máximas. Esto debe hacerse para cualquier longitud y tiempo de retorno dados. También se puede calcular la precipitación media anual utilizando la media aritmética, el método del polígono de Thiessen o el método de las isoyetas.
- ✓ Realización de cálculos de aforo mediante molinetes o correntímetros.
- ✓ Utilización de enfoques empíricos (racional y Mac Math) y estadísticos (Gumbel y Nash) para calcular los caudales máximos.

2.2.7. MODELAMIENTO EN STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM).

2.2.7.1. Que es el Storm Water Management Model.

La agencia de protección del medioambiente de Estados Unidos, creó este modelo que sirve para gestionar las aguas pluviales, realizando un estudio dinámico de las precipitaciones, el cual puede ser utilizado para acontecimientos únicos o para una simulación continua de periodo extendido.

El modelo Hidrológico del programa SWMM, tiene su funcionamiento al relacionar una serie de cuencas en donde cae las precipitaciones y por ende generando escorrentía. Por otro lado, el modelo Hidráulico del programa analiza la forma del recorrido de las aguas ya sea a través de tuberías, canales u elementos recolectores y reguladores.

Además, tiene la capacidad de ver la evolución de la cantidad de agua de escorrentía

en cada cuenca, caudal y el nivel de agua en tuberías y canales durante una simulación para varios intervalos de tiempo.

2.2.7.2. Características del modelo hidrológico.

- ✓ Precipitaciones que varían en el tiempo.
- ✓ Evaporación de las aguas superficiales que se encuentran estancadas.
- ✓ Deshielo de nieve y acumulación.
- ✓ Precipitaciones de almacenamiento en las depresiones que se interceptan.
- ✓ Precipitaciones en las capas de suelo no saturado que se infiltra.
- ✓ Entrada de agua de la infiltración en acuíferos.

2.2.7.3. Aplicaciones del programa SWMM.

- ✓ Delimita zonas de inundación en cauces naturales y barrancos.
- ✓ Dimensiona estructuras de retención y sus accesorios con la finalidad de controlar inundaciones y proteger la calidad del agua.
- ✓ Dimensiona y diseña las partes de la red de drenaje para poder prevenir las inundaciones.
- ✓ Evalúa los impactos que generan las infiltraciones y aportes en los sistemas de evacuación de aguas residuales en cada descarga.
- ✓ Diseña estrategias para controlar la red, con el fin de minimizar el número de descargas de sistemas unitarios.
- ✓ Puede generar cargas no puntuales de fuentes contaminadas para estudios de residuos acumulados.

2.2.7.4. Representación del sistema SWMM.

El programa SWMM puede dividir un área de estudio en cualquier número de subcuencas irregulares, puesto que es un modelo distribuido y de esta forma se podrá captar de una manera más eficiente el efecto de la variación en la topografía, vías de drenaje, cobertura y características del suelo, que actúan sobre la generación de escorrentía. Cada subcuenca se puede subdividir en 3 subáreas:

- ✓ Una zona impermeable sin almacenamiento en depresión.
- ✓ Una zona impermeable con almacenamiento en depresión.
- ✓ Una zona permeable con almacenamiento en depresiones, esta última zona es la que permite que la lluvia se infiltre en el suelo produciendo pérdidas.

El SWMM para hacer su análisis se basa en parámetros de entrada los cuales son:

- Área.

Es una zona que se encuentra delimitada por fronteras y puede ser determinada a través de estudios de campo, mapas o planos. Asimismo, el SWMM hace uso de la herramienta auto – longitud cuando la subcuenca es dibujada a escala.

➤ Ancho.

Se puede definir la anchura como el área de la subcuenca que está dividida por la longitud del recorrido más largo que el agua puede viajar, de existir varios caminos similares se debe tomar un promedio.

El flujo superficial en subcuencas urbanas puede que sea muy corto antes de ser vertidas en canales abiertos o tuberías. En tal sentido para la aplicación de este enfoque no se tendrá en cuenta el flujo canalizado como parte de la trayectoria del flujo.

➤ Pendiente.

La pendiente considerada es la de la superficie de la tierra por donde recorre la escorrentía y es utilizada tanto para las superficies impermeables como permeables.

➤ Coeficiente de Rugosidad.

El coeficiente de rugosidad de Manning es una forma que nos permite expresar cuanta resistencia ejercen los causes naturales o artificiales al movimiento del agua. Este coeficiente se expresa en función a los siguientes factores: nivel, irregularidad, vegetación, obstrucciones, caudal, régimen de circulación y varios más.

➤ Depresión Almacenamiento.

Se define como el encharcamiento de la superficie por la vegetación e interceptación de techos planos, los valores varían según las superficies, para impermeables 0.05 pulgadas y para áreas boscosas 0.3 pulgadas.

TABLA N° 08. Valores típicos de almacenamiento en depresión.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Superficie Impermeable	1.25 - 2.5 mm
Césped y Hierba	2.5 - 5 mm
Pastos y Prados	≈ 5 mm
Lecho Forestal	≈ 7.5 mm

FUENTE: (Yañez, 2014).

➤ Sin Depresión de Almacenamiento.

Este valor se define como la cantidad de escorrentía de forma inmediata la cual se genera

al inicio de la precipitación, está representado por el pavimento nuevo que está libre de encharcamiento, de los techos a dos aguas que drenan el agua directamente a las cunetas de las calles, etc. El valor recomendado para una zona con impermeabilidad sin almacenamiento depresión es del 25%.

➤ Impermeabilidad.

La impermeabilidad está determinada por el porcentaje de la zona (subcuenca), a través de la cual la lluvia no puede infiltrarse, está considerada por superficies impermeables como las carreteras y techados. Los porcentajes de impermeabilidad varían dependiendo del estado de la subcuenca, para zonas no desarrolladas 5% y para los lugares comerciales con densidad alta un 95%.

TABLA N° 09. Valores del Coeficiente de escorrentía según uso del suelo.

TIPO DE ÁREA	VALOR DE "C"	ID
a) Comercial		C
Centro de Ciudad	0.70 a 0.95	C - C
Alrededores	0.50 a 0.70	C - A
b) Residencial		R
Unifamiliar	0.30 a 0.50	R - U
Multifamiliar Separado	0.40 a 0.60	R - MS
Multifamiliar Agrupados	0.60 a 0.75	R - MA
Sub urbana	0.25 a 0.40	R - SU
c) Industrial		I
Liviana	0.50 a 0.80	I - L
Pesada	0.60 a 0.90	I - P
d) Otros		O
Parques y Cementerios	0.10 a 0.25	O - PC
Parques para Juegos	0.20 a 0.35	O - PJ
TIPO DE SUPERFICIE	VALOR DE "C"	ID
a) Pavimentos		P
Asfalto o Concreto	0.70 a 0.95	P - AC
Ladrillos	0.70 A 0.95	P - L
b) Techos y Azoteas	0.70 a 0.95	TA
c) Caminos y Grava	0.30	CG
d) Áreas de Suelo Arenoso		ASA
Llanas (2%)	0.05 a 0.10	ASA - LL
Medianas (2 a 7%)	0.10 a 0.15	ASA - M
Inclinadas (7% a más)	0.15 a 0.20	ASA - I
e) Áreas de Suelo Pesado		ASP
Llanas (2%)	0.13 a 0.17	ASP - LL
Medianas (2 a 7%)	0.18 a 0.22	ASP - M
Inclinadas (7% a más)	0.25 a 0.35	ASP - I

FUENTE: (Yañez, 2014).

➤ Infiltración.

Para calcular la perdida por infiltración en las áreas permeables el programa SWMM

cuenta con 3 métodos diferentes: modelos numéricos Curve, Green – Ampt y Horton, este último será el utilizado en el modelamiento el cual consta de los siguientes parámetros:

Tasa de infiltración mínima. Se desarrolla cuando el suelo se encuentra completamente saturado y presenta diferentes valores los cuales dependen al tipo de suelo, para el caso de las arenas presenta un valor de 4.7 pulgadas/ hora y para las arcillas 0.01 pulgadas/hora, entre otros.

Tasa de infiltración máxima. Se desarrolla al inicio de una tormenta y se define como la tasa de infiltración inicial, depende de las condiciones de la cantidad de agua que presenta el suelo, la arena presenta un valor típico de 5 in/h y para las arcillas de 1 in/h. Coeficiente de extinción. Este coeficiente determina la velocidad con la cual la tasa de infiltración se reduce del valor máximo inicial hasta el valor mínimo. este valor se encuentra entre 2 a 7 hr.

- Precipitaciones de entrada. La precipitación es la variable principal de la conducción, el volumen y la velocidad están asociados de manera directa a la magnitud de la precipitación y su distribución espacio - tiempo sobre la cuenca.

2.2.7.5. Usos del suelo.

Los suelos presentan diferentes tipos de usos acorde a las actividades que se desarrollan sobre él, algunos ejemplos son: uso no urbanizado, industrial, residencial y comercial, entre las características del suelo superficiales tenemos: suelos sin uso, césped, terrazas, pavimentos entre otros.

El programa SWMM presenta múltiples usos de suelos, puede ser asignado varios tipos de usos de suelo para cada cuenca o definir un solo tipo de uso para las áreas impermeables y permeables. Los procesos que pueden definir cada uso de suelo son:

- Arrastre de contaminantes.
- Acumulación de contaminantes.
- Limpieza de calles.
- Impermeabilidad.

La impermeabilidad está determinada por el porcentaje de la zona (subcuenca), a través de la cual la lluvia no puede infiltrarse, está considerada por superficies impermeables como las carreteras y techados. Los porcentajes de impermeabilidad varían dependiendo del estado de la subcuenca, para zonas no desarrolladas 5% y para los lugares comerciales con densidad alta un 95%.

2.2.8. H - CANALES.

Se trata de un software creado por Máximo Villón Béjar que permite hacer frente a los retos más comunes en la construcción de canales y sistemas hidráulicos.

2.2.9. DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS.

La normativa nacional sobre construcción (2010) estipula:

- ✓ **Colector.** - Conducto subterráneo para el transporte de aguas pluviales, aguas residuales o ambas.
- ✓ **Berma.** - Tramo lateral pavimentado o sin pavimentar de los trenes o carreteras, utilizado para realizar paradas de emergencia sin impedir el flujo del tráfico.
- ✓ **Bombeo de la pista.** - Porcentaje de pendiente transversal medido desde el eje de la vía en el extremo de la superficie de rodadura de un vehículo.
- ✓ **Buzón.** - un estilo de construcción que normalmente es cilíndrico y tiene un diámetro de 1,20 metros. Pueden ser prefabricados o contruidos in situ, contruidos con materiales de mampostería u hormigón, pueden tener revestimiento plástico o no, y en la base del cilindro se produce una sección semicircular que se encarga de hacer la transición entre un colector y otro.
- ✓ **Calzada.** - Una sección del asfalto de la carretera que ha sido diseñada específicamente para actuar como superficie de conducción para los vehículos de motor.
- ✓ **Canal.** - un canal, abierto o cerrado, para el transporte de precipitaciones.
- ✓ **Coefficiente de escorrentía.** - Es la que indica el porcentaje de precipitaciones que son arrastradas desde la superficie de la tierra.
- ✓ **Coefficiente de fricción.** - Este parámetro determina la dificultad que tiene el fluido para atravesar los canales.
- ✓ **Cuenca hidrográfica.** - La región de tierra que está sujeta a las precipitaciones y que proporciona la fuente de agua para una corriente particular.
- ✓ **Zanja.** - Construcción hidráulica abierta, delgada y longitudinal, destinada a transportar las aguas pluviales, a menudo colocada al lado de una carretera.
- ✓ **Drenaje.** - Eliminación del agua sobrante e inútil de un terreno.
- ✓ **Drenaje urbano.** - Drenaje de zonas urbanas según los principios de planificación

urbana.

- ✓ **Duración de las precipitaciones.** - Período de tiempo entre el inicio y el cese de las precipitaciones, medido en minutos.
- ✓ **Hidrograma.** - Es la representación de la precipitación y los caudales referentes.
- ✓ **Hietograma.** - a menudo se presenta una representación gráfica de la distribución temporal de las precipitaciones. Tanto el tiempo, que se muestra en el eje de abscisas, como la cantidad de precipitación, que se representa en el eje de ordenadas, se mide en mm/hora o litros por segundo por hectárea l/s/Ha.
- ✓ **La intensidad de la precipitación.** - es el porcentaje de precipitación el cual cae sobre una superficie en un tiempo explícito. Tanto los milímetros por hora como los litros por segundo por acre son unidades de medida aceptables para ello.
- ✓ **Precipitación efectiva.** - Es la cantidad de precipitación que escurre por la superficie. Y después de la infiltración, la evaporación o la acumulación en charcos de conducto libre.
- ✓ **Pendiente longitudinal.** - Es el ángulo entre el eje longitudinal de un conducto y el eje longitudinal del mismo.
- ✓ **Pendiente transversal.** - La inclinación de un conducto es lo que determina si está o no en un plano perpendicular a su eje longitudinal.
- ✓ **Período de retorno.** - es el intervalo medio de recurrencia entre ocurrencias de igual o mayor tamaño. Este intervalo se utiliza para calcular el periodo de retorno.
- ✓ **Precipitación.** - fenómeno meteorológico que puede adoptar la forma de agua que cae al suelo como lluvia, llovizna, nieve o granizo. La precipitación también puede adoptar la forma de nieve.
- ✓ **Precipitación efectiva.** - es aquella que no queda asentada en la superficie del suelo ni se hunde en él.
- ✓ **Tiempo de Concentración.** - Se mide en términos de la cantidad de tiempo necesaria para que una gota de agua viaje de un extremo a otro de la cuenca, primero a los primeros sumideros, luego a través de los conductos, y finalmente al sitio que se está considerando.

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se llevó a cabo en el distrito, provincia y región de Cajamarca. El ámbito de estudio corresponde a las seis (6) cuadras del jirón Los Sauces – urbanización El Ingenio, ubicado al noreste de la ciudad. Las coordenadas de los puntos límites del jirón en estudio antes mencionado son:

TABLA N°10. Límites de estudio del jirón Los Sauces.

PUNTO	ESTE	NORTE
LIMITE POR EL NORTE	774380.52	9209413.94
LIMITE POR EL SUR	774732.55	9208861.92

FIGURA N°10. Imagen satelital de la zona de estudio.



FUENTE: Google Earth.

FIGURA N°11. Plano de localización a nivel regional.

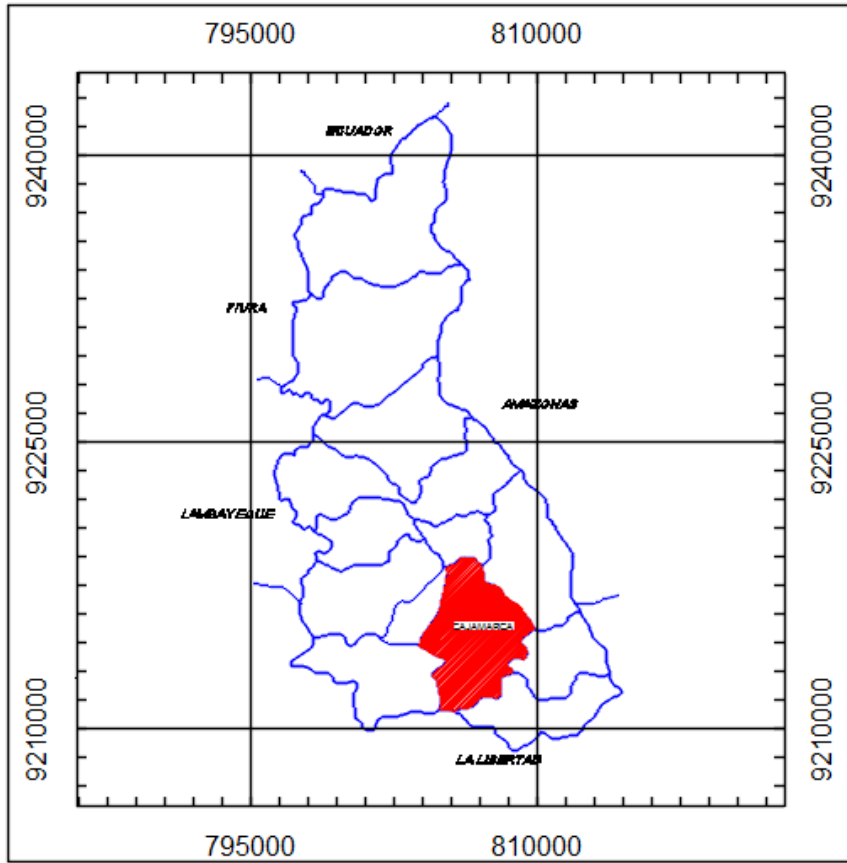


FIGURA N°12. Plano de localización a nivel distrital.

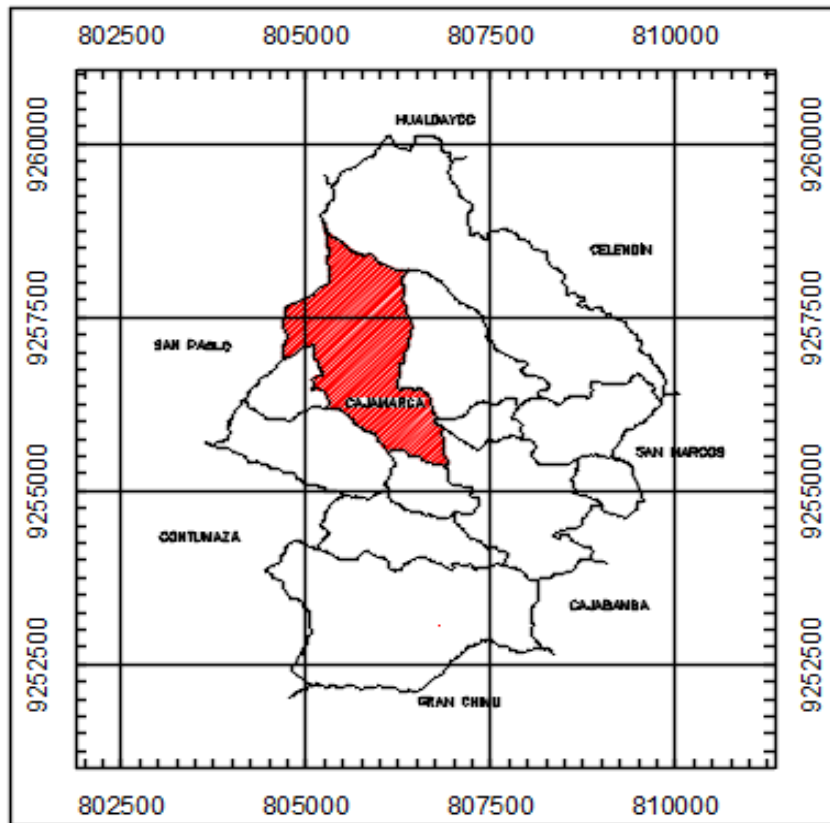
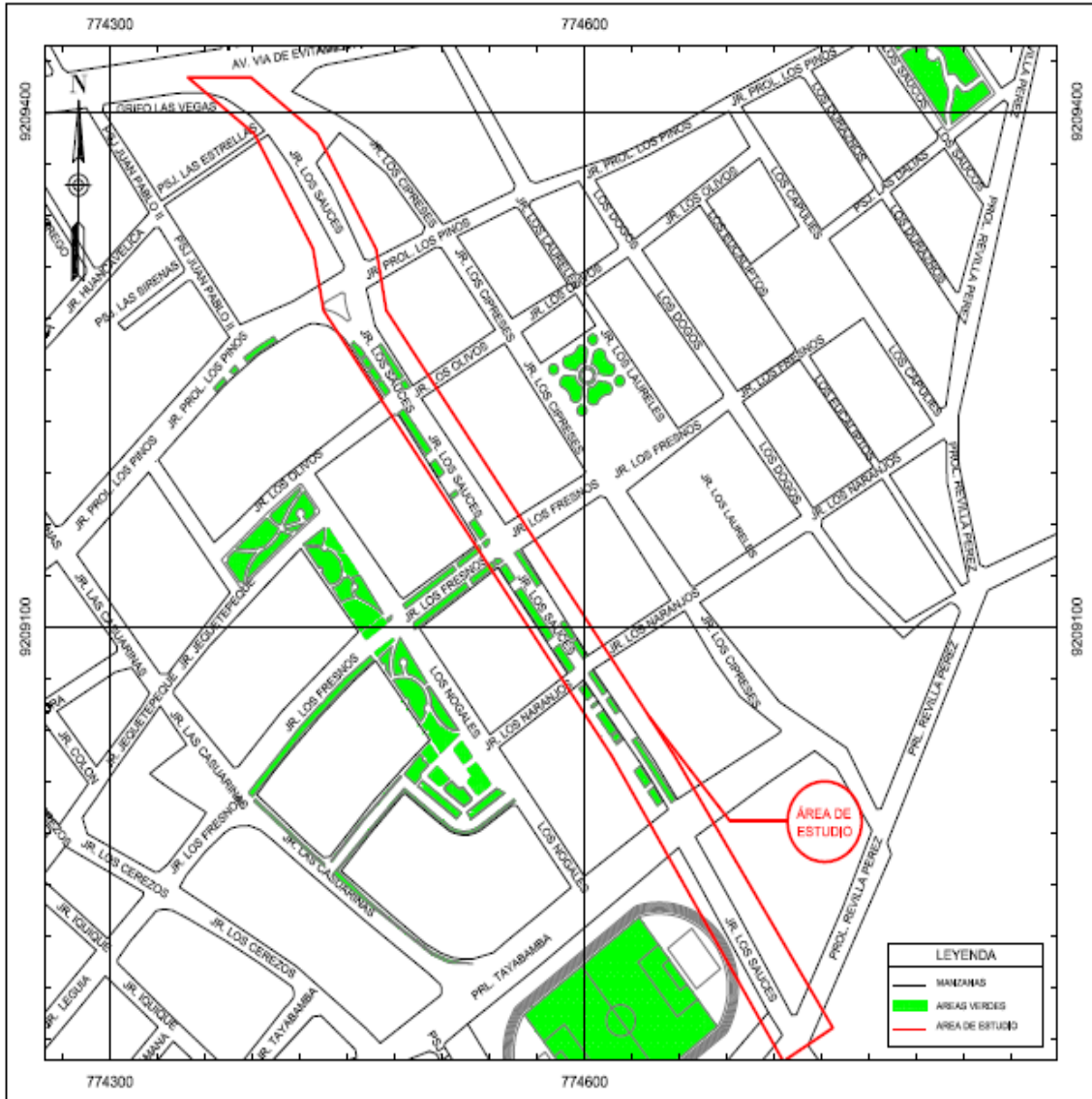


FIGURA N°13. Plano de ubicación del Jr. Los Sauces – urbanización El Ingenio - Cajamarca.



FUENTE: Plano de sectorización de Cajamarca – MPC 2022.

3.2. MATERIALES

a) Información meteorológica y topográfica

Para realizar la presente investigación, se procedió a recopilar información histórica de precipitación máxima en 24 horas del periodo 1968 – 2021 de la estación Augusto Weberbauer, además se elaboró el levantamiento topográfico del área de estudio con estación total Leica modelo TS-09.

b) Información histórica

La metodología principal que se usó, fue la del Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje, así

como los criterios de la norma de Drenaje Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones.

c) Equipo

TABLA N° 11. Equipos Necesarios para Realizar la Tesis.

Cámara fotográfica	Impresora multifuncional	Laptop	GPS
			
Estación total	Radio	Calculadora	Prisma
			

e) Software

- Software AutoCAD Civil 3D 2022
- SWMM.
- Microsoft Word 2016
- Microsoft Excel 2016
- Google Earth
- H Canales
- Hidroesta 2

3.3. PROCEDIMIENTO

a) Reconocimiento del área de estudio.

La investigación desarrollada inicio con el reconocimiento del área de estudio para definir los límites de la superficie del área urbana donde se analizarán, sentidos de flujo, pendientes, longitudes, etc.

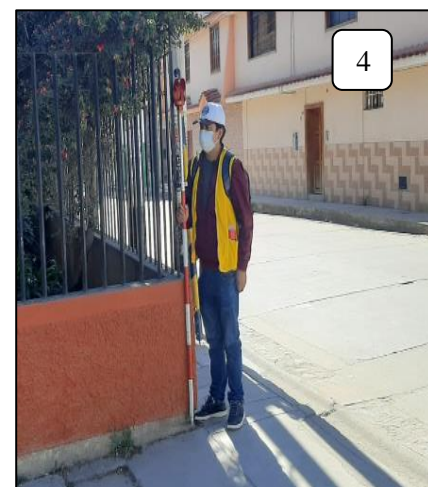
FOTOGRAFÍA N°1 y 2. Colector en Jr. Angamos (1) colector en Jr. Los sauces (2).



b) Levantamiento topográfico.

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico de las 6 cuadras del Jr. Los sauces procurando tomar puntos en el eje de la vía con el objetivo de dibujar los perfiles longitudinales y transversales para el posterior modelamiento de cada cuadra. Además de identificar los sentidos de flujo de la escorrentía así como la ubicación de los colectores que se detallan en los planos adjuntos al presente informe. Es preciso indicar que, para la realización del levantamiento topográfico se usó una estación total marca Leica modelo TS – 09.

FOTOGRAFÍA N°3 y 4. Levantamiento Topográfico (3) y (4) en Jr. Los Sauces – urbanización El Ingenio.

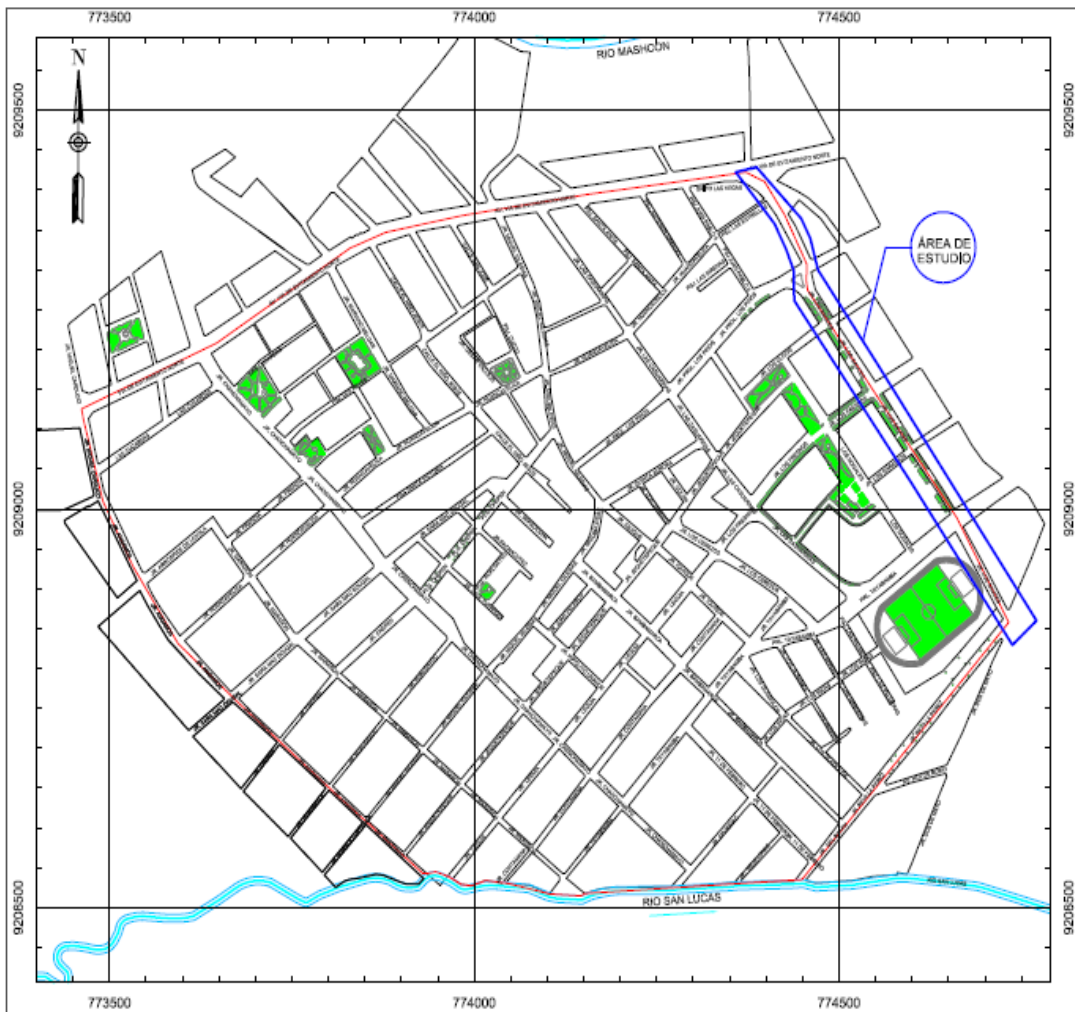


c) Delimitación del área analizada.

Para tal fin, luego del reconocimiento del terreno se observó que los límites del área analizada

para la determinación de caudales de escorrentía son el río San Lucas y el Jr. Angamos, ya que en este último existe un colector que recoge la el agua de escorrentía de la parte alta de la zona urbana de la ciudad. Para esto, se hizo uso del plano de desarrollo urbano actualizado de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

FIGURA N°14. Área de estudio analizada.

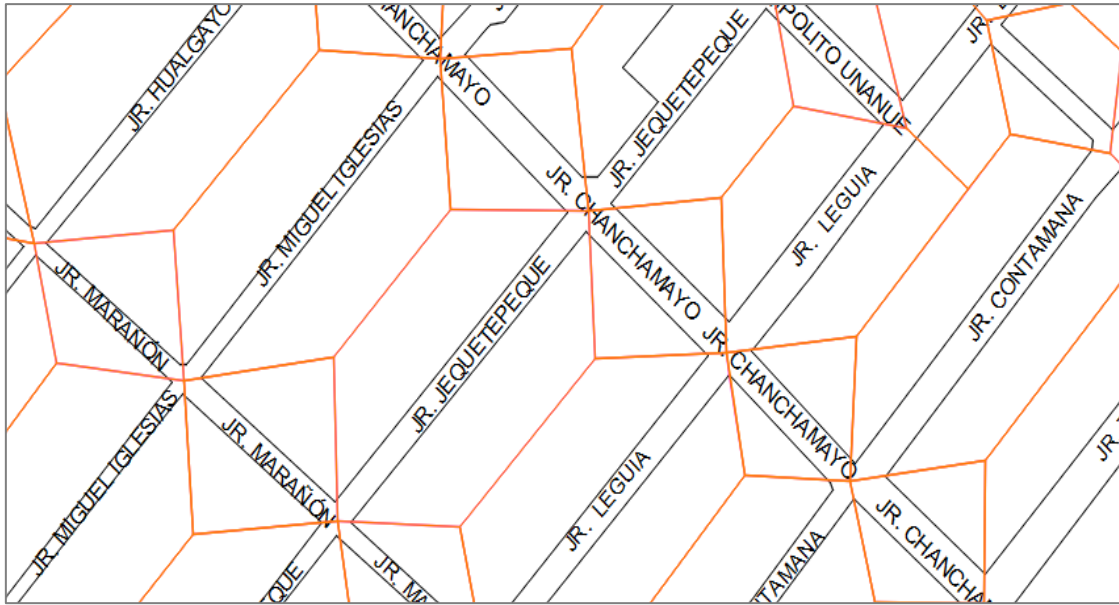


FUENTE: Elaboración propia en base al plano de sectorización de Cajamarca.

d) Determinación de áreas tributarias.

Con el uso del software AutoCAD 2022, se trazaron las áreas tributarias de todas las manzanas comprendidas dentro del área analizada, es decir, las manzanas que generan escorrentía y llegan al jirón Los Sauces.

FIGURA N°15. Áreas tributarias del área analizada.

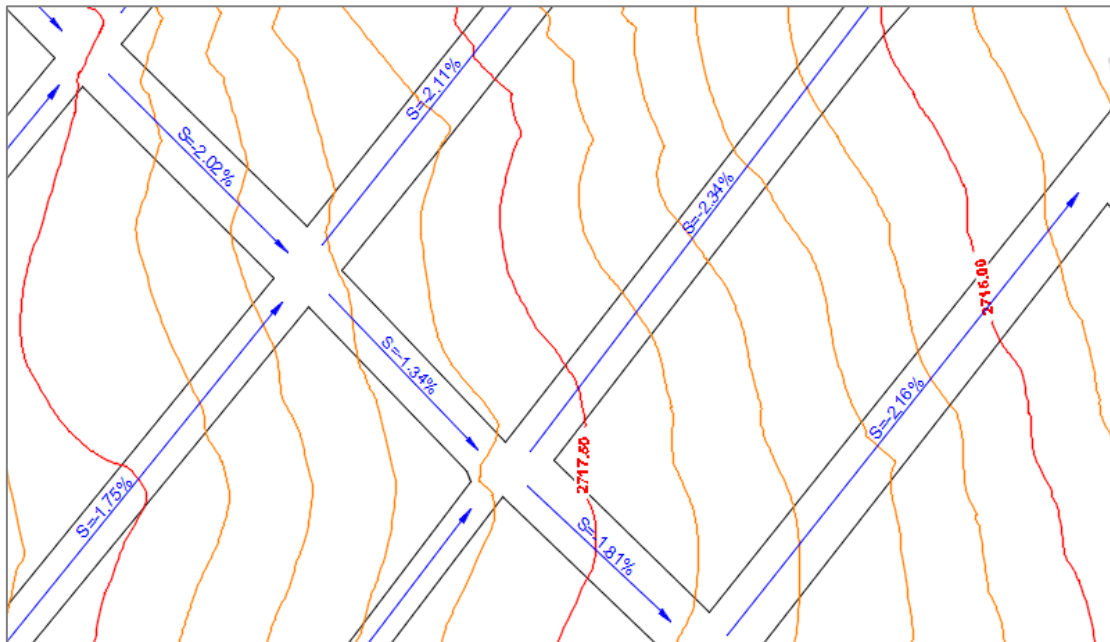


FUENTE: Elaboración propia en base al plano de sectorización de Cajamarca.

e) Determinación de los sentidos de flujo del área analizada

Con el uso del software AutoCAD Civil 3D 2022, y con el plano de desarrollo urbano actualizado de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, se procedió a trazar los sentidos de flujo del área analizada en función de la topografía y pendiente de terreno.

FIGURA N°16. Sentidos de flujo del área analizada.



FUENTE: Elaboración propia en base al plano de sectorización de Cajamarca.

f) Determinación de los caudales de escorrentía.

Luego de determinar las áreas tributarias, así como sentidos de flujo, se procedió a procesar la información de precipitaciones máximas en 24 horas del periodo 1968 – 2021, obtenidas de la estación Augusto Weberbauer. Para esto, se usó el software Hidroesta 2 y de esta manera verificar la distribución a la que se ajustan los datos. En esta investigación se usó la distribución Gumbel.

TABLA N°12. Datos de precipitación máxima en 24 horas – A. Weberbauer.

PRECIPITACIÓN MAX 24 hrs. (mm)- ESTACIÓN METEOROLÓGICA A. WEBERBAUER			
Long. Oeste:	78° 30'	REG:	CAJAMARCA
Latitud Sur:	07° 10'	PROV:	CAJAMARCA
Altitud:	2536 m.s.n.m.	DIST:	CAJAMARCA
AÑO	PP máx.	AÑO	PP máx.
1968	29.5	1995	20.6
1969	42.4	1996	35.1
1970	26	1997	27.6
1971	29.6	1998	31.7
1972	25.2	1999	38.8
1973	22.9	2000	36.1
1974	20	2001	28.2
1975	37.7	2002	22.3
1976	36.5	2003	20.8
1977	40.5	2004	28.1
1978	18.1	2005	20.2
1979	28	2006	20.6
1980	28.8	2007	25.4
1981	39.3	2008	27
1982	30.5	2009	22.2
1983	29.8	2010	36.4
1984	27.6	2011	27.7
1985	19.8	2012	27.9
1986	27.4	2013	35.3
1987	24.3	2014	24.4
1988	18.2	2015	25.4
1989	30	2016	32.4
1990	25.4	2017	51.8
1991	29.7	2018	33.5
1992	17.7	2019	25.5
1993	22.5	2020	17.2
1994	28.5	2021	32.6

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

FIGURA N°17. Ajuste a distribución Normal en Hidroesta 2 con $\alpha=0.05$.

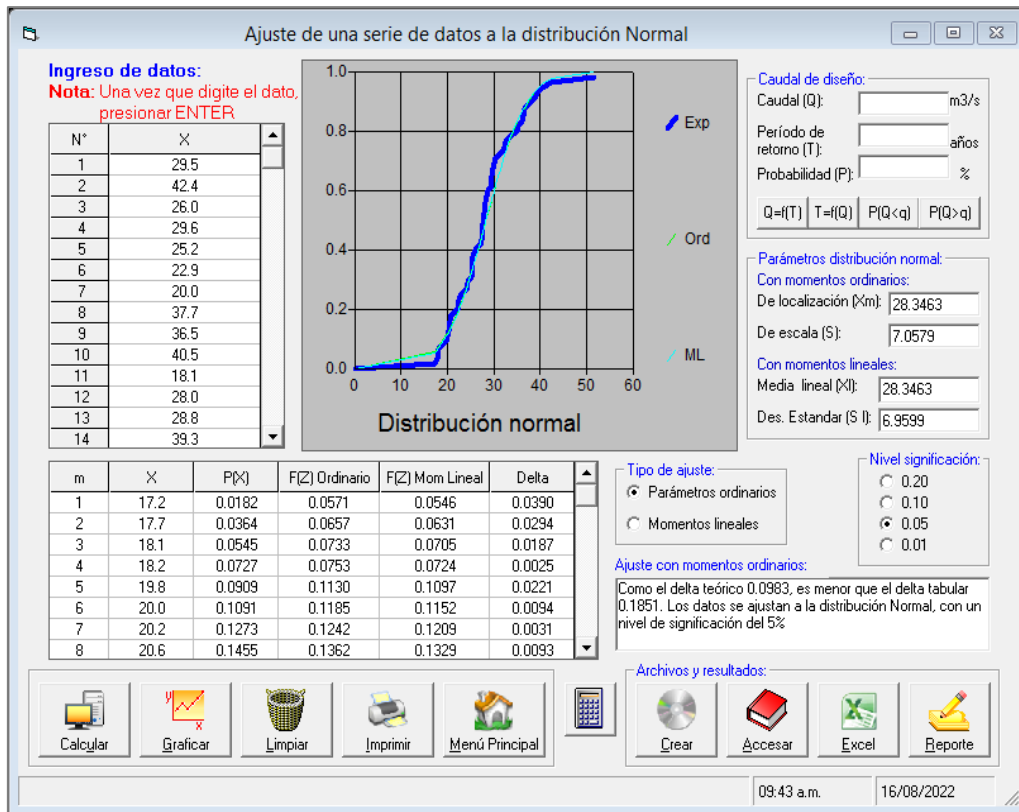


FIGURA N°18. Ajuste a distribución Normal de 2 parámetros en Hidroesta 2 con $\alpha=0.05$.

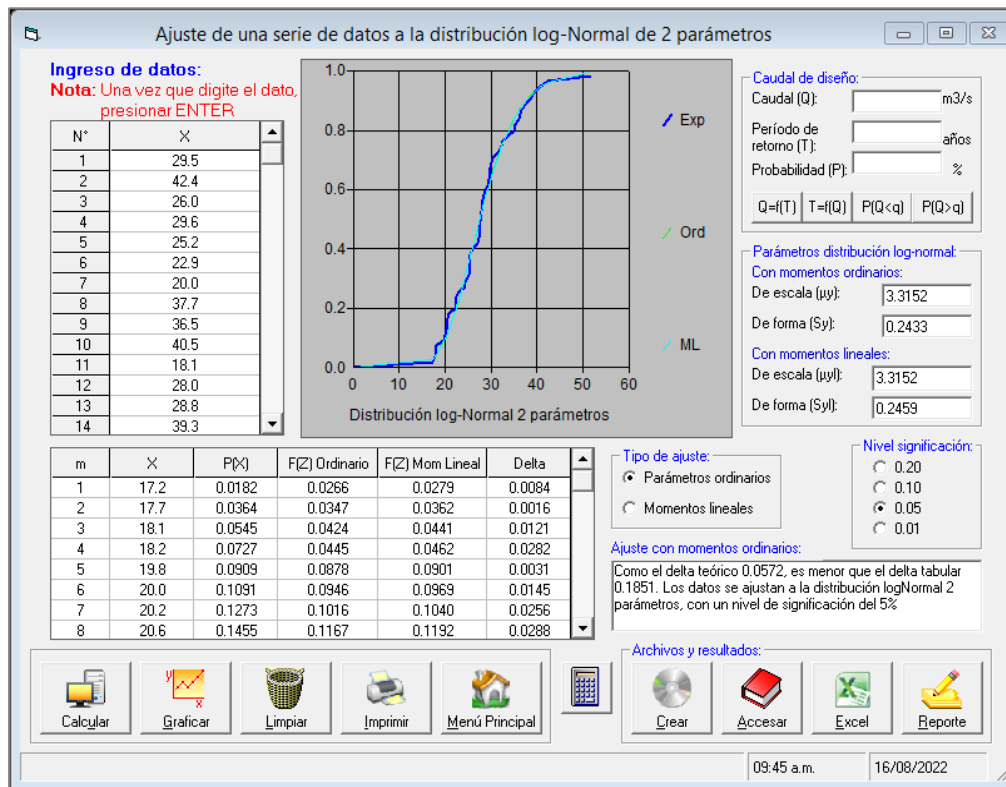


FIGURA N°19. Ajuste a distribución Normal de 3 parámetros en Hidroesta 2 con $\alpha=0.05$.

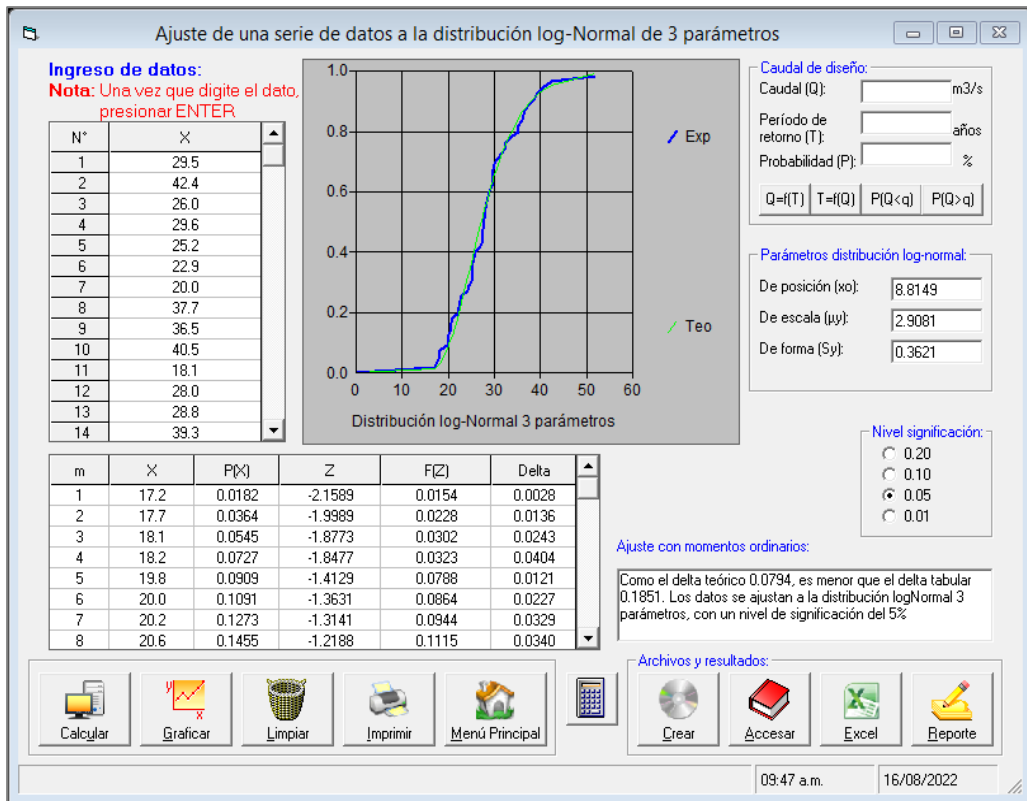


FIGURA N°20. Ajuste a distribución Gumbel en Hidroesta 2 con $\alpha=0.05$.

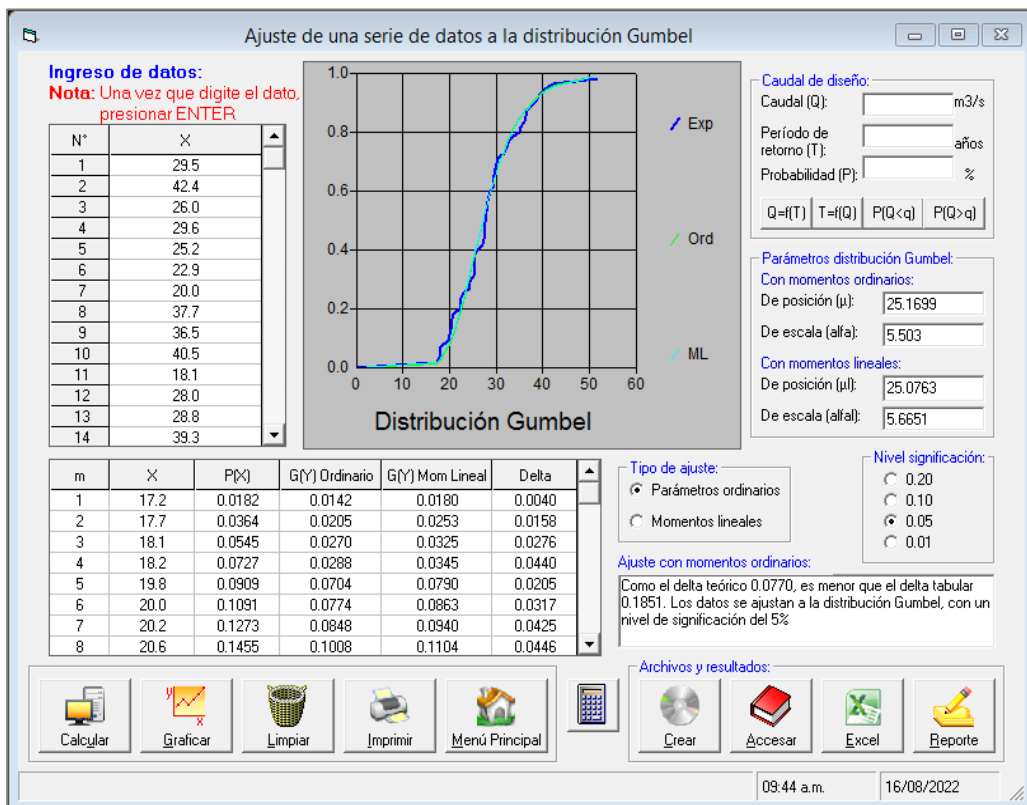
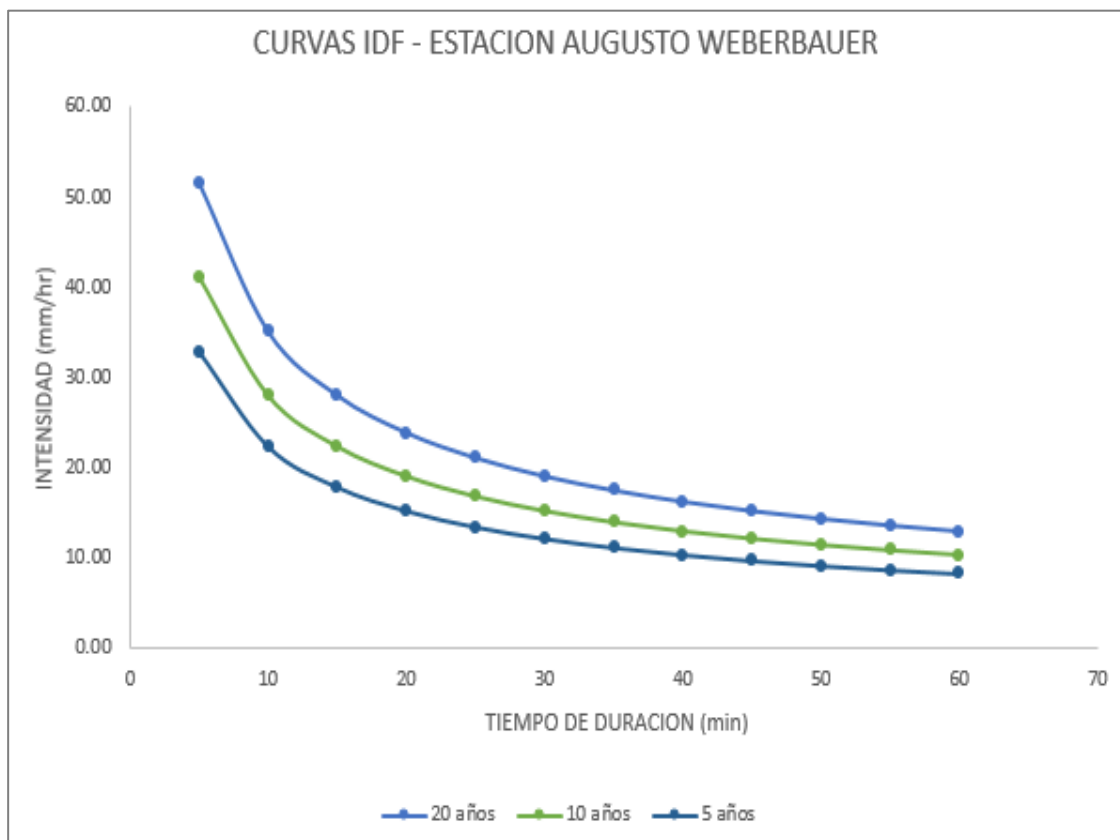


TABLA N°13. Datos de Intensidades – Tiempo.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
20	51.57	35.07	27.99	23.85	21.07	19.03	17.47	16.22	15.19	14.33	13.59	12.94
10	41.16	27.99	22.34	19.04	16.81	15.19	13.94	12.94	12.12	11.43	10.84	10.33
5	32.85	22.34	17.83	15.19	13.42	12.12	11.13	10.33	9.68	9.13	8.65	8.25

FIGURA N°21. Curvas IDF para diferentes periodos de retorno.



g) Determinación del Hietograma de diseño

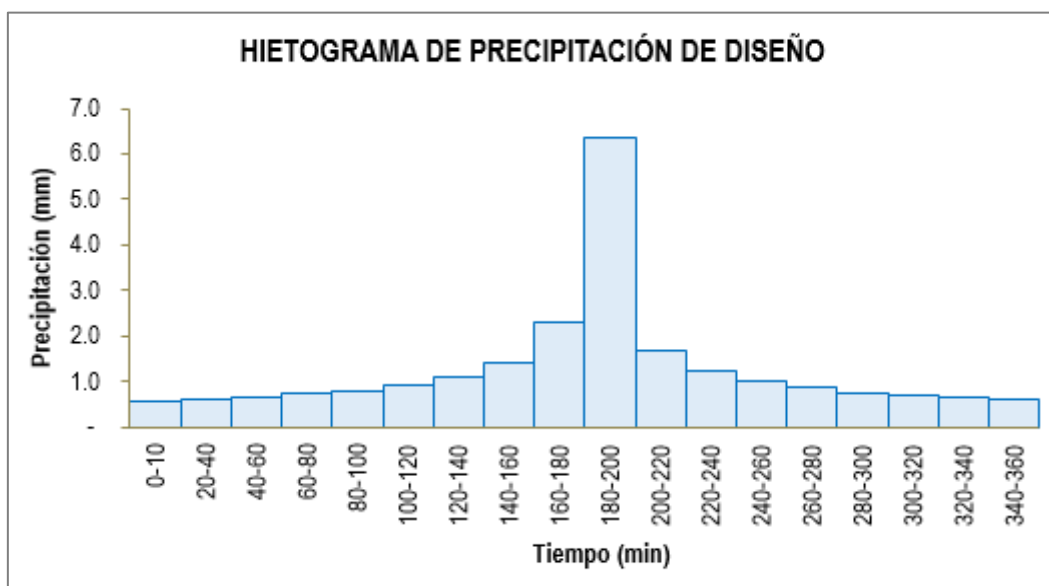
Teniendo en cuenta los criterios de la norma de drenaje pluvial CE-040 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el hietograma de diseño debe ser evaluado para un periodo de retorno de 10 años y con una duración de tormenta de 6 horas, los resultados se muestran a continuación.

TABLA N°14. Método del bloque alterno para el Hietograma de diseño.

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
DURACION	INTENSIDAD	PROFUNDIDAD ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
20	19.04	6.35	6.35	0-20	0.57
40	12.95	8.63	2.29	20-40	0.61
60	10.33	10.33	1.70	40-60	0.66
80	8.81	11.74	1.41	60-80	0.72
100	7.78	12.96	1.22	80-100	0.81
120	7.03	14.05	1.09	100-120	0.92
140	6.45	15.05	1.00	120-140	1.09
160	5.99	15.97	0.92	140-160	1.41
180	5.61	16.83	0.86	160-180	2.29
200	5.29	17.63	0.81	180-200	6.35
220	5.02	18.39	0.76	200-220	1.70
240	4.78	19.12	0.72	220-240	1.22
260	4.57	19.81	0.69	240-260	1.00
280	4.39	20.47	0.66	260-280	0.86
300	4.22	21.11	0.64	280-300	0.76
320	4.07	21.72	0.61	300-320	0.69
340	3.94	22.31	0.59	320-340	0.64
360	3.81	22.89	0.57	340-360	0.59

Para obtener la gráfica del hietograma de diseño, se grafica el tiempo en minutos (min) en el eje de las abscisas y la precipitación en milímetros (mm) en el eje de las ordenadas. A continuación, se muestra el hietograma para una duración de tormenta de 6 horas y un periodo de retorno de 10 años.

FIGURA N°22. Hietograma de diseño TR=10 años.



h) Modelamiento del sistema de drenaje pluvial en SWMM

Para llevar a cabo el modelamiento hidráulico fue necesario determinar las áreas tributarias de la zona de estudio tal y como se mostró anteriormente. Posteriormente se determinó la superficie en hectáreas, el porcentaje de impermeabilidad de acuerdo al uso de suelo, el ancho de cada subcuenca y la pendiente promedio.

FIGURA N°23. Determinación del ancho de las subcuencas 206.



Para la determinación del ancho de la subcuenca, se divide el área (m²) entre la longitud del flujo sobre la superficie, tal y como se muestra a continuación.

$$\text{Ancho SC} - 206 (m) = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{\text{Longitud de flujo (m)}}$$

$$\text{Ancho SC} - 206 (m) = \frac{6300}{77.78} = 81.00$$

i) Cálculo de la impermeabilidad

Para el cálculo de la impermeabilidad de las subcuencas analizadas se usó la TABLA N° 09, este parámetro representa el área impermeable, es decir, el área que descarga escorrentía directamente al sistema de drenaje pluvial. La impermeabilidad puede ser determinada en campo directamente o mediante fotografías satelitales, cuando no es posible llevar a cabo ninguno de estos métodos se debe estimar valores conservadores teniendo como base estudios similares. Para calcular el porcentaje de impermeabilidad se calculó el promedio ponderado de cada tipo de suelo afectado por el coeficiente C correspondiente $(\sum CiAi) / A$.

TABLA N°15. Características de las subcuencas.

Sub cuenca	Área (ha)	Impermeabilidad (%)	Ancho (m)	Pendiente (%)
SC-1	0.14	52.14	25.50	2
SC-2	0.27	47.87	46.85	2
SC-3	0.54	47.08	54.23	2
SC-4	0.59	53.69	47.48	2
SC-5	0.17	45.00	25.92	2
.
.
.
SC-225	0.21	54.17	26.07	2
SC-226	0.48	55.94	46.48	2
SC-227	0.70	49.71	49.85	2

Una vez obtenido todos los datos necesarios de las subcuencas, además de las cotas de los cruces de calle (nodos) y las sesiones transversales de cada una de las cuerdas del Jr. Los Sauces - Urbanización El Ingenio, se ingresan tales parámetros al software SWMM tal y como se muestra a continuación.

FIGURA N°24. Ingreso de datos de subcuencas al software SWMM.

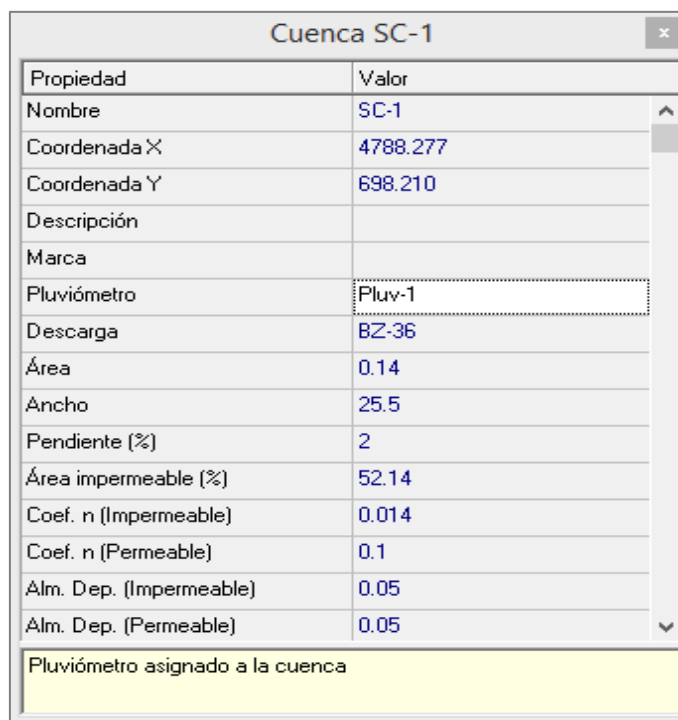


FIGURA N°25. Ingreso de datos de nudos al software SWMM.

Nudo BZ-1

Propiedad	Valor
Nombre	BZ-1
Coordenada X	4349.894
Coordenada Y	644.766
Descripción	
Marca	
Aportes	NO
Tratamiento	NO
Cota del fondo	2719.1738
Profundidad Máxima	0
Nivel inicial	0
Altura de Sobrepresión	0
Área de inundación	0

Pulsar para especificar aportes externos de agua u otros compuestos que se recogen en la conexión

FIGURA N°26. Sección de la cuadra 6 del Jr. Los Sauces en SWMM.

Editor de Secciones Transversales

Nombre de la Sección: C6 Descripción:

	Posición (m)	Altura (m)
1	0	0.40
2	0	0
3	0.5	0
4	1.1	0.3505
5	4.4	0.40
6	7.70	0.3505
7	8.25	0
8	8.85	0
9	8.85	0.35
10		

Propiedad	Valor
Coef. Manning:	
Margen izquierdo	0.014
Margen derecho	0.014
Cauce principal	0.014
Posición márgenes:	
Izquierdo	0.0
Derecho	0.0
Modificadores:	
Posiciones	0.0
Alturas	0.0
Meandro	0.0

Ver Aceptar Cancelar Ayuda

FIGURA N°27. Sección transversal de la cuadra 6 del Jr. Los Sauces en SWMM.

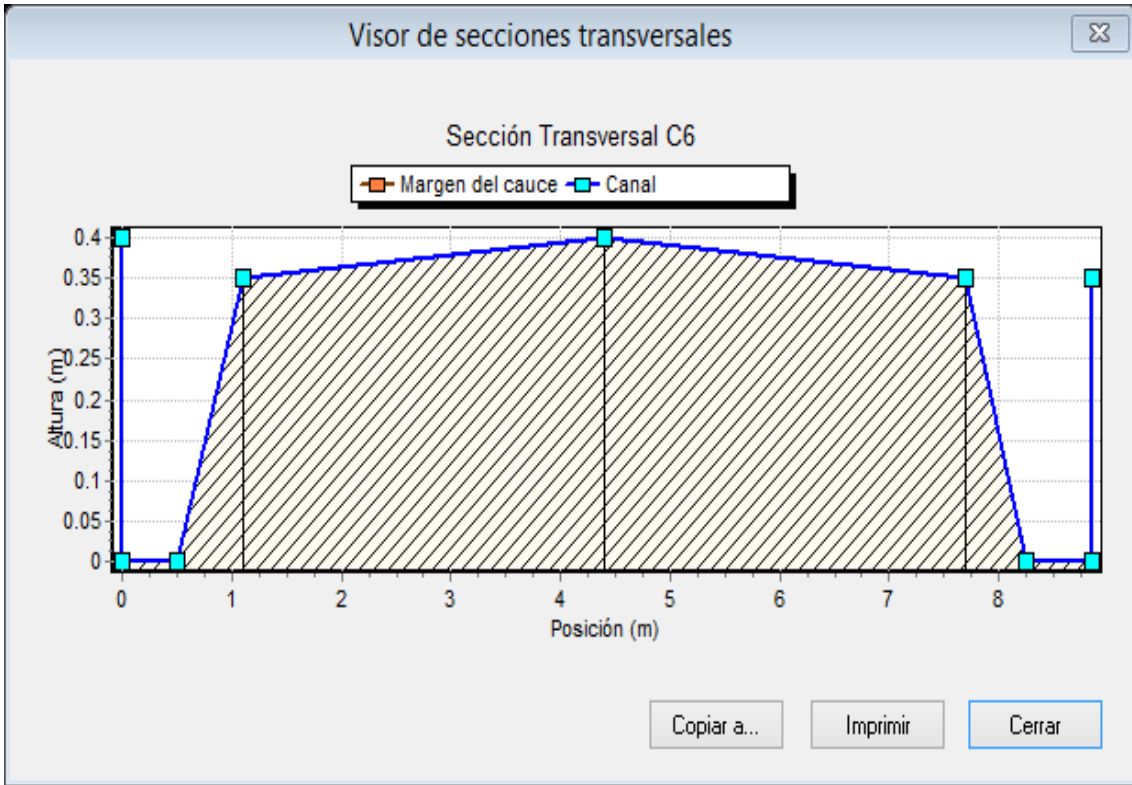


FIGURA N°28. Modelamiento del área de estudio en SWMM.

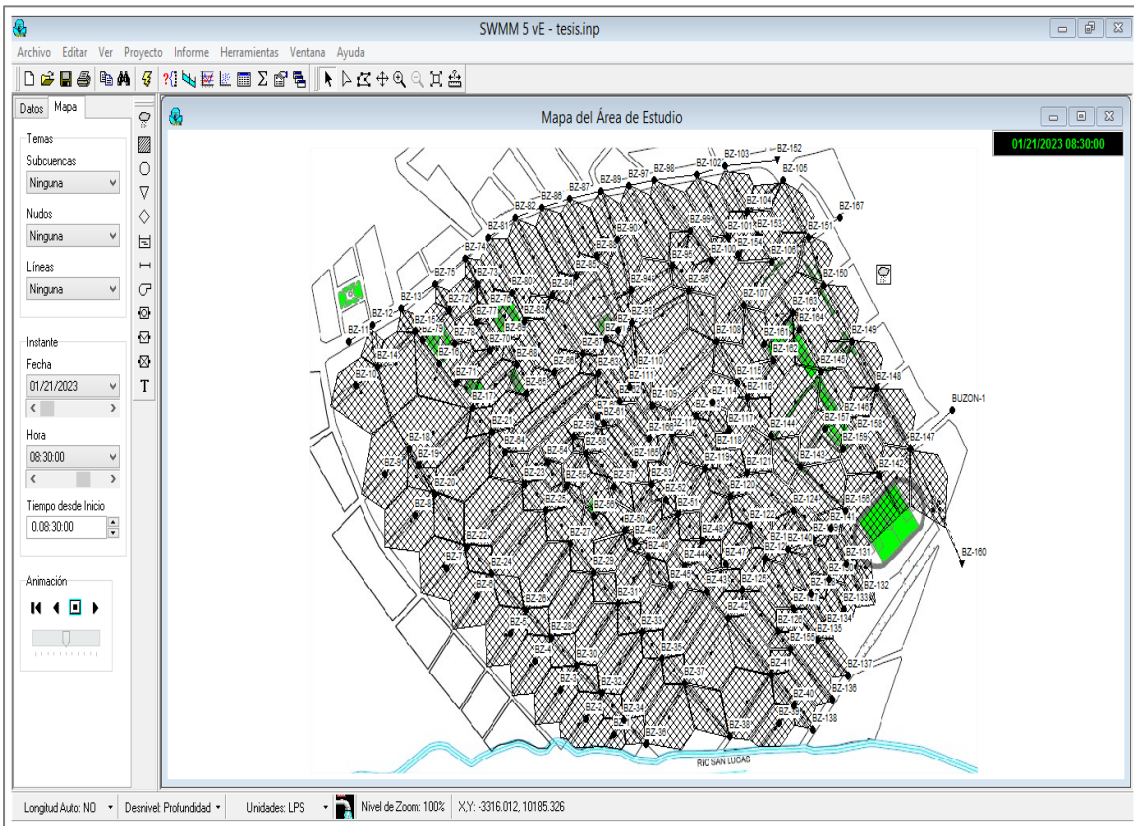
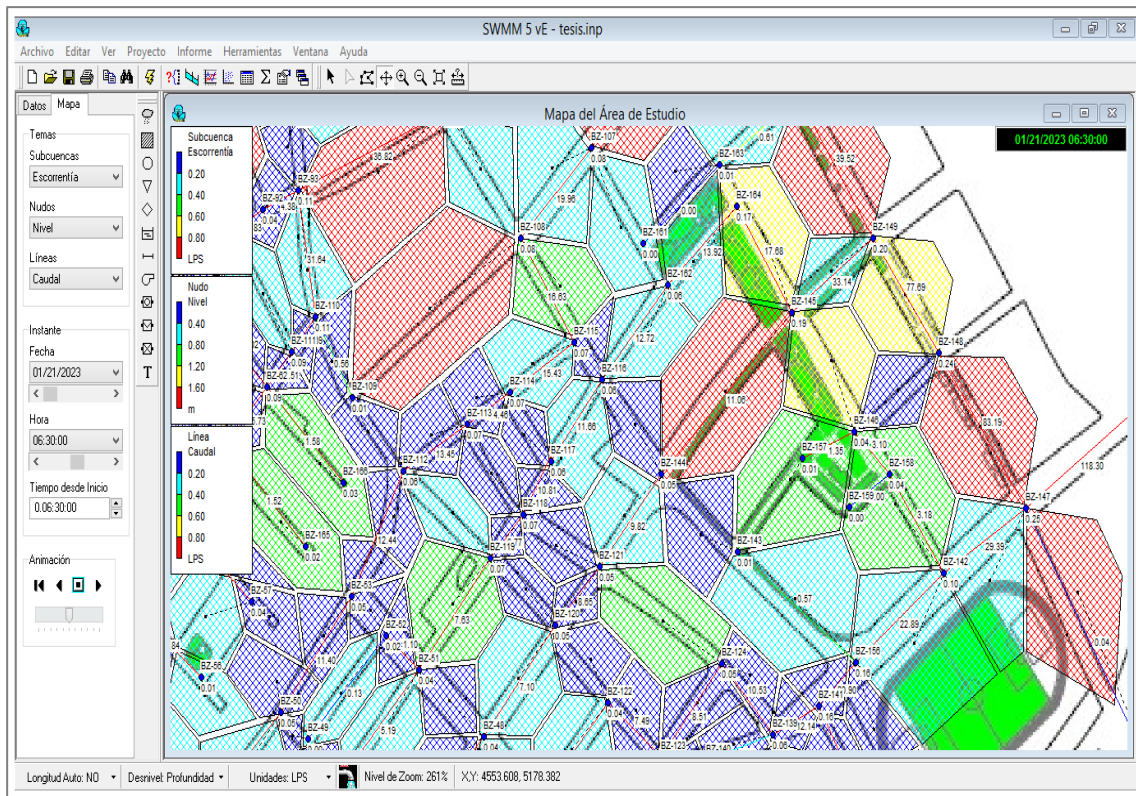


FIGURA N°29. Modelamiento en SWMM.

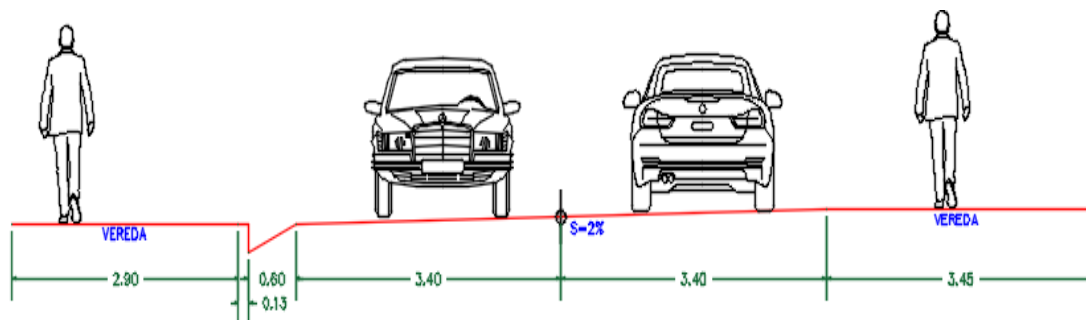


Es preciso indicar que, para tener mejores resultados, se llevó a cabo el modelamiento del sistema de drenaje pluvial en SWMM para 12 horas con una duración de tormenta de 6 horas y con un periodo de retorno de 10 años, tal y como lo menciona el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma técnica CE-040 de drenaje pluvial.

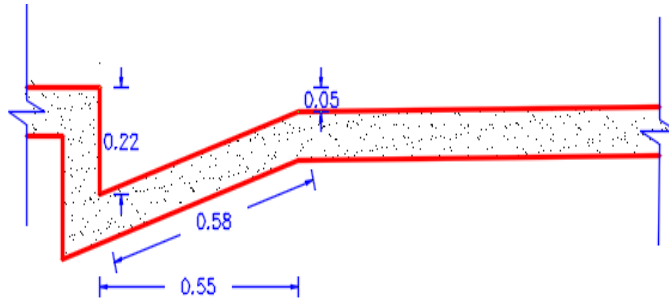
j) Determinación de la capacidad hidráulica

Para la determinación de la capacidad hidráulica de las seis cuadras del Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio, se hizo uso de la fórmula de Manning. A continuación, se presentan las dimensiones estructuras existentes en el Jr. Los Sauces.

FIGURA N°30. Jr. Los Sauces Cuadra 1 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta



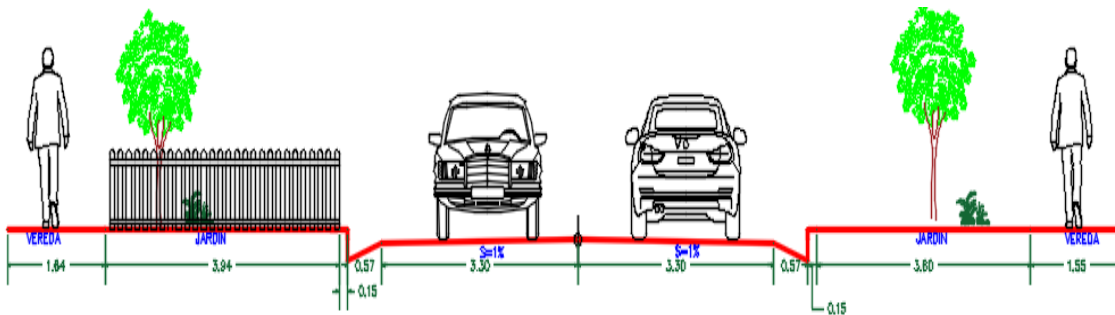
CAPACIDAD HIDRÁULICA C1 Jr. LOS SAUCES

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

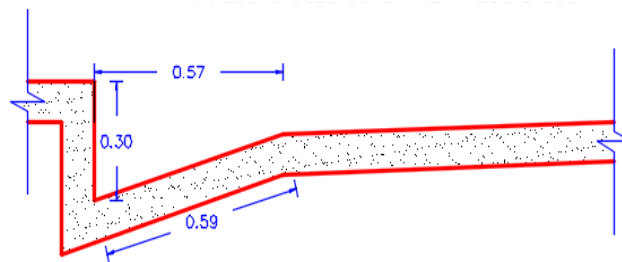
n: Coeficiente de rugosidad de Manning	0.014
S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m)	0.0045
R: Radio hidráulico (m)	0.0756
A: Área hidráulica (m ²)	0.0605

Q = 0.052 m³/s
Q = 52 Lts/s
V = 0.86 m/s

FIGURA N°31. Jr. Los Sauces Cuadra 2 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta (Ambos lados de calle)



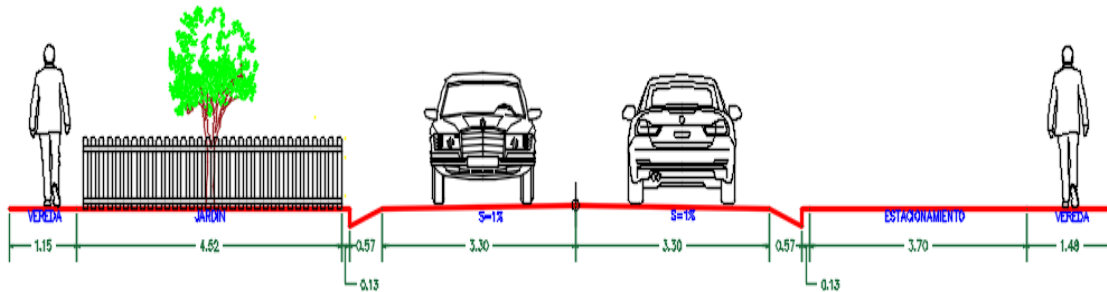
CAPACIDAD HIDRÁULICA C2 Jr. LOS SAUCES LD

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

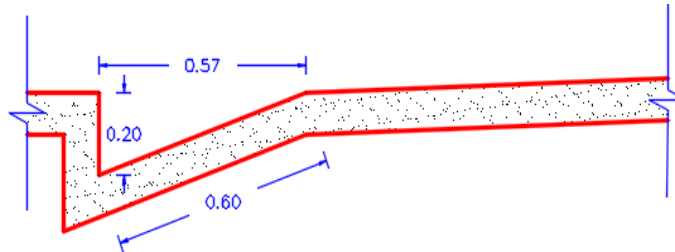
n: Coeficiente de rugosidad de Manning **0.014**
 S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m) **0.0024**
 R: Radio hidráulico (m) **0.096**
 A: Área hidráulica (m²) **0.0855**

Q = **0.063** m³/s
 Q = **0.126** m³/s
 Q = **126** Lts/s
 V = **0.74** m/s

FIGURA N°32. Jr. Los Sauces Cuadra 3 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta (Ambos lados de calle)



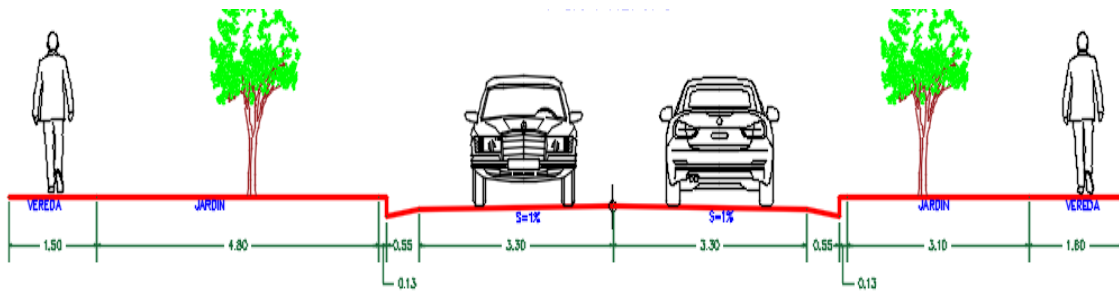
CAPACIDAD HIDRÁULICA C3 Jr. LOS SAUCES

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

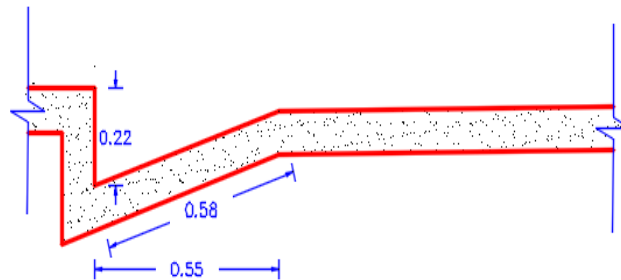
n: Coeficiente de rugosidad de Manning **0.014**
 S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m) **0.0058**
 R: Radio hidráulico (m) **0.0712**
 A: Área hidráulica (m²) **0.057**

Q = **0.053** m³/s
 Q = **0.106** m³/s (Para ambos lados)
 Q = **106** Lts/s
 V = **0.93** m/s

FIGURA N°33. Jr. Los Sauces Cuadra 4 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta (Ambos lados de calle).



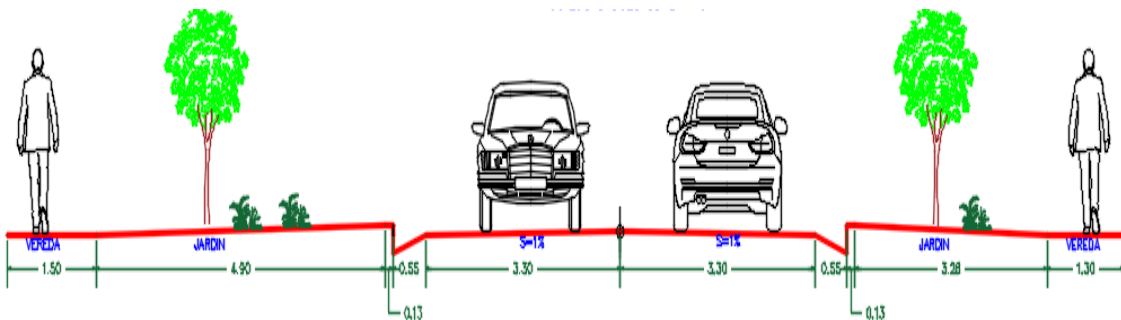
CAPACIDAD HIDRÁULICA C4 Jr. LOS SAUCES

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

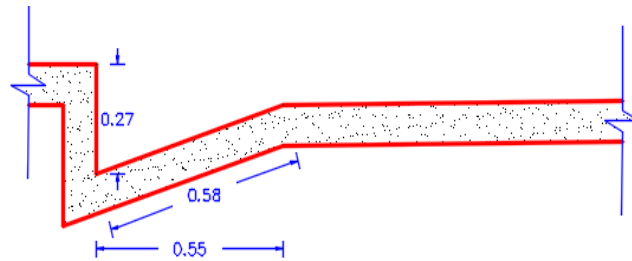
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning **0.014**
- S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m) **0.0083**
- R: Radio hidráulico (m) **0.0756**
- A: Área hidráulica (m²) **0.0605**

- Q = **0.07 m³/s**
- Q = **0.14 m³/s** (Para ambos lados)
- Q = **140 Lts/s**
- V = **1.16 m/s**

FIGURA N°34. Jr. Los Sauces Cuadra 5 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta (Ambos lados de calle).



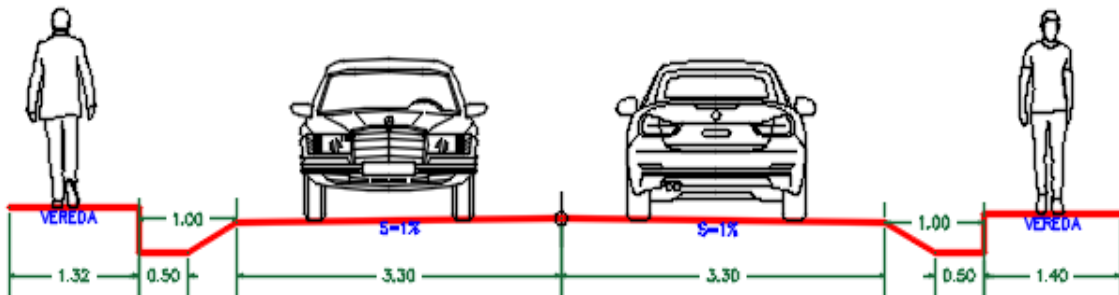
CAPACIDAD HIDRÁULICA C5 Jr. LOS SAUCES

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

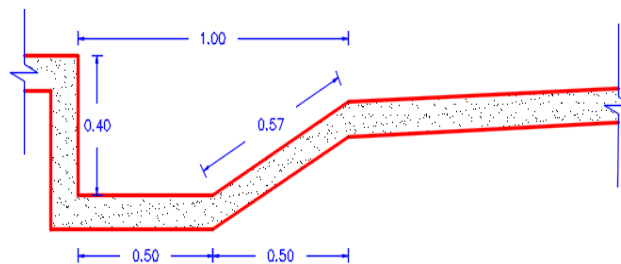
n: Coeficiente de rugosidad de Manning	0.014
S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m)	0.0027
R: Radio hidráulico (m)	0.0873
A: Área hidráulica (m ²)	0.0743

Q = 0.054	m³/s	
Q = 0.108	m³/s	(Para ambos lados)
Q = 108	Lts/s	
V = 0.73	m/s	

FIGURA N°35. Jr. Los Sauces Cuadra 6 – Urbanización El Ingenio.



Detalle de sección de cuneta (Lado Izquierdo)



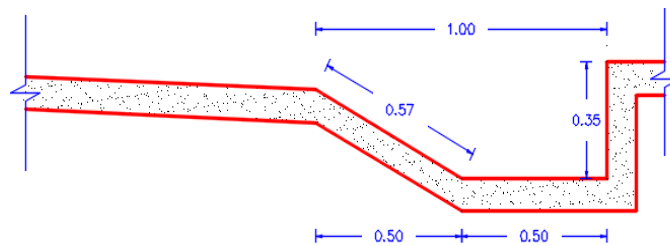
CAPACIDAD HIDRÁULICA C6 Jr. LOS SAUCES LI

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

n: Coeficiente de rugosidad de Manning	0.014
S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m)	0.002
R: Radio hidráulico (m)	0.204
A: Área hidráulica (m ²)	0.3

Q =	0.332	m³/s
Q =	332	Lts/s
V =	1.11	m/s

Detalle de sección de cuneta (Lado Derecho)



CAPACIDAD HIDRÁULICA C6 Jr. LOS SAUCES LD

$$Q = \frac{A}{n} (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

n: Coeficiente de rugosidad de Manning	0.014
S: Pendiente longitudinal de la calle (m/m)	0.002
R: Radio hidráulico (m)	0.185
A: Área hidráulica (m ²)	0.263

Q =	0.273	m³/s
Q =	273	Lts/s
V =	1.04	m/s

CAPÍTULO IV

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS.

a) Capacidad hidráulica en el Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.

TABLA N°16. Capacidad hidráulica.

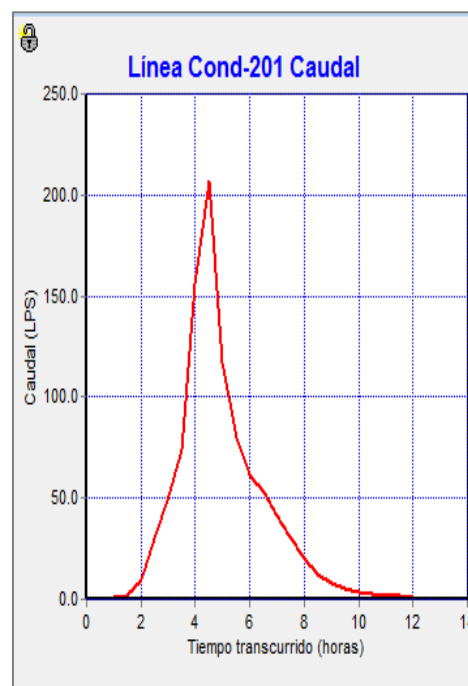
Cuadra	do Izquierdo (Lts/s)	do derecho (Lts/s)	Velocidad (m/s)	Total (Lts/s)
1	52	-	0.86	52
2	63	63	0.74	126
3	53	53	0.93	106
4	70	70	1.16	140
5	54	54	0.73	108
6	332	273	1.07	605

b) Caudal según modelamiento en SWMM.

- Cuadra 1 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.

FIGURA N°36. Hidrograma de la cuadra 1 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.

Días	Horas	Caudal (LPS)
0	00:30:00	0.00
0	01:00:00	0.51
0	01:30:00	1.75
0	02:00:00	9.62
0	02:30:00	30.13
0	03:00:00	51.01
0	03:30:00	73.96
0	04:00:00	155.61
0	04:30:00	207.28
0	05:00:00	116.71
0	05:30:00	80.02
0	06:00:00	61.52
0	06:30:00	52.44
0	07:00:00	41.04

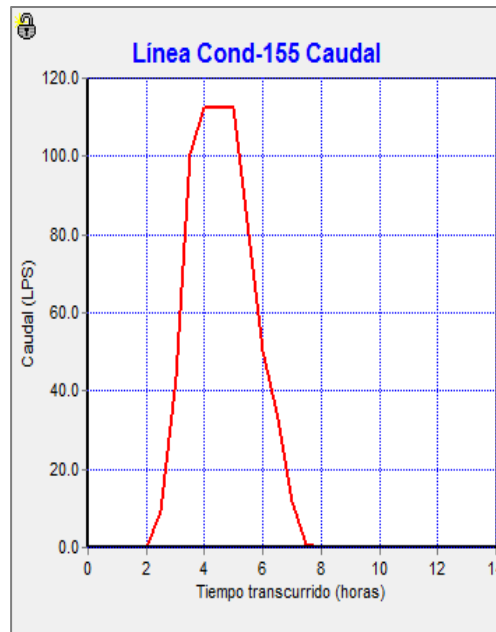


El caudal pico de la cuadra 1 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 207.28 Lts/s con una velocidad de 0.52 m/s.

- **Cuadra 2 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°37. Hidrograma de la cuadra 2 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.

Días	Horas	Caudal (LPS)
0	00:30:00	0.00
0	01:00:00	0.00
0	01:30:00	0.00
0	02:00:00	0.00
0	02:30:00	9.39
0	03:00:00	43.59
0	03:30:00	100.42
0	04:00:00	112.48
0	04:30:00	112.48
0	05:00:00	112.48
0	05:30:00	80.26
0	06:00:00	50.17
0	06:30:00	32.87
0	07:00:00	11.96

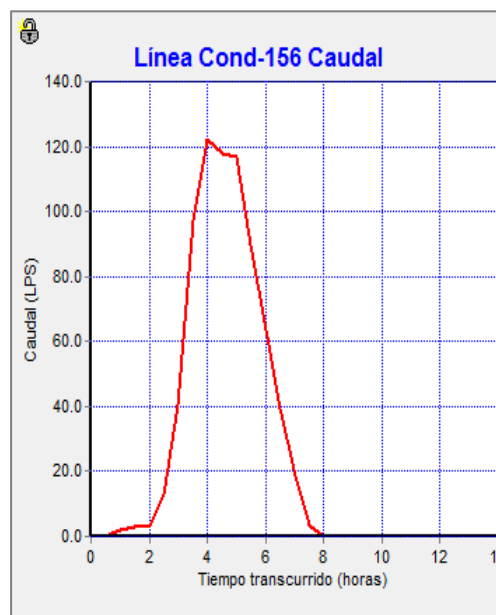


El caudal pico de la cuadra 2 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 112.48 Lts/s con una velocidad de 0.44 m/s.

- **Cuadra 3 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°38. Hidrograma de la cuadra 3 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.

Días	Horas	Caudal (LPS)
0	00:30:00	0.01
0	01:00:00	2.13
0	01:30:00	2.97
0	02:00:00	3.52
0	02:30:00	12.68
0	03:00:00	40.57
0	03:30:00	97.35
0	04:00:00	122.30
0	04:30:00	117.80
0	05:00:00	116.59
0	05:30:00	89.51
0	06:00:00	63.59
0	06:30:00	39.52
0	07:00:00	18.63

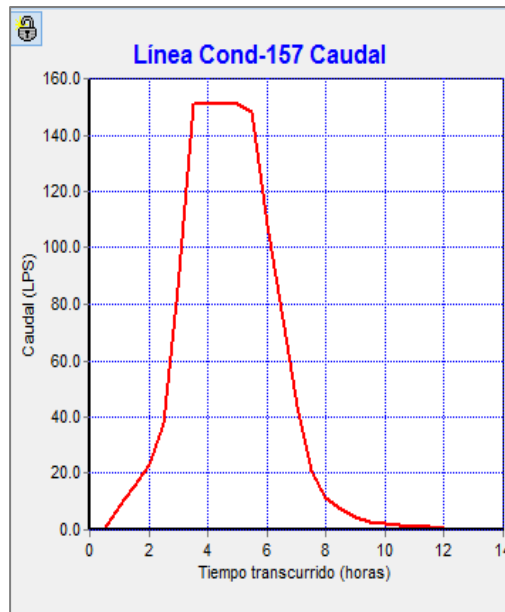


El caudal pico de la cuadra 3 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 122.30 Lts/s con una velocidad de 0.26 m/s.

- **Cuadra 4 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°39. Hidrograma de la cuadra 4 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.

Días	Horas	Caudal (LPS)
0	00:30:00	0.16
0	01:00:00	8.36
0	01:30:00	15.17
0	02:00:00	23.31
0	02:30:00	37.65
0	03:00:00	85.50
0	03:30:00	151.04
0	04:00:00	151.04
0	04:30:00	151.04
0	05:00:00	151.04
0	05:30:00	148.21
0	06:00:00	108.09
0	06:30:00	77.69
0	07:00:00	44.02

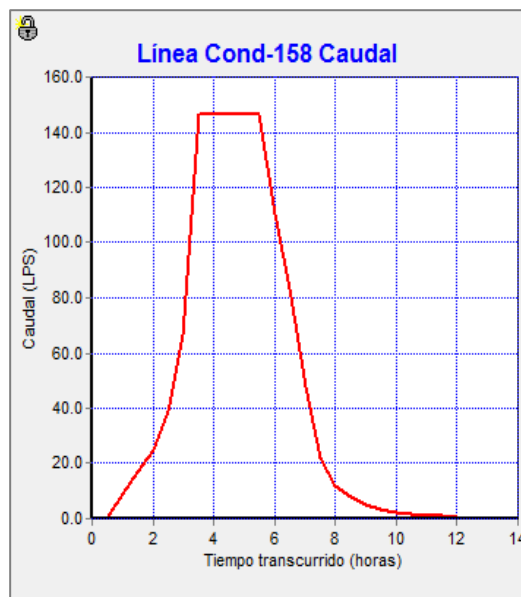


El caudal pico de la cuadra 4 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 151.04 Lts/s con una velocidad de 0.63 m/s.

- **Cuadra 5 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°40. Hidrograma de la cuadra 5 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.

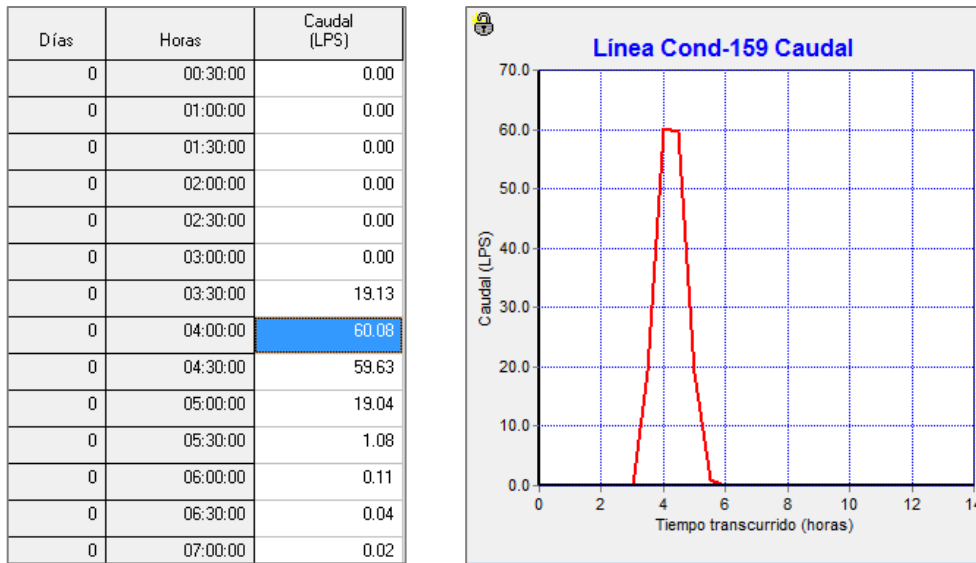
Días	Horas	Caudal (LPS)
0	00:30:00	0.05
0	01:00:00	9.16
0	01:30:00	16.87
0	02:00:00	25.05
0	02:30:00	38.68
0	03:00:00	66.56
0	03:30:00	146.43
0	04:00:00	146.43
0	04:30:00	146.43
0	05:00:00	146.43
0	05:30:00	146.43
0	06:00:00	110.27
0	06:30:00	83.19
0	07:00:00	47.91



El caudal pico de la cuadra 5 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 146.43 Lts/s con una velocidad de 0.60 m/s.

- **Cuadra 6 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°41. Hidrograma de la cuadra 6 Jr. Los Sauces-Urbanización El Ingenio.



El caudal pico de la cuadra 6 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio resulta ser 60.08Lts/s con una velocidad de 0.49 m/s.

A continuación, se presenta la tabla resumen de los caudales resultantes.

TABLA N°17. Caudales modelados.

Cuadra	Velocidad (m/s)	Total (Lts/s)
1	0.52	207.28
2	0.44	112.48
3	0.26	122.30
4	0.63	151.04
5	0.60	146.43
6	0.49	60.080

c) Determinación de la eficiencia.

Para el cálculo de la eficiencia del drenaje pluvial en el Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio, se deberá evaluar los parámetros de caudal obtenidos para identificar el volumen de agua que evacua es sistema. La eficiencia se determinará mediante el cociente del caudal de trabajo y caudal a evacuar. (Yañez, 2014).

$$E\% = \frac{\text{Caudal de trabajo } (Qt)}{\text{Caudal a evacuar } (Qe)} \times 100$$

E%: Eficiencia en porcentaje.

- **Cuadra 1 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe:207.28	$E (\%) = 52.00/207.28$	25.6
Qt: 52.00		

La sección existente es ineficiente, existe una alta probabilidad de inundación.

- **Cuadra 2 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe:112.48	$E (\%) = 126.00/112.48$	112.02
Qt: 126.00		

La sección existente es eficiente, las dimensiones son suficientes para evacuar la escorrentía generada.

- **Cuadra 3 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe: 122.30	$E (\%) = 106.00/122.30$	85.97
Qt: 106.00		

La sección existente es ineficiente, existe probabilidad de inundación.

- **Cuadra 4 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe: 151.04	$E (\%) = 140.00/151.04$	92.69
Qt: 140.00		

La sección existente es ineficiente, existe probabilidad de inundación.

- **Cuadra 5 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe: 146.44	$E (\%) = 108.00/146.44$	73.75
Qt: 108.00		

La sección existente es ineficiente, existe probabilidad de inundación.

- **Cuadra 6 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

Datos (Lts/s)	Operación	Eficiencia (%)
Qe: 60.080	$E (\%) = 605.00/60.08$	1006.99
Qt: 605.00		

La sección existente es eficiente, las dimensiones son suficientes para evacuar la escorrentía generada.

TABLA N°18. Eficiencia del Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.

Cuadra	Caudal de trabajo (Lts/s)	Caudal a evacuar (Lts/s)	Eficiencia (%)	Resultado
1	52.00	207.28	25.60	DEFICIENTE
2	126.00	112.48	112.02	EFICIENTE
3	106.00	122.30	85.97	DEFICIENTE
4	140.00	151.04	92.69	DEFICIENTE
5	108.00	146.44	73.75	DEFICIENTE
6	605.00	60.08	1006.99	EFICIENTE

4.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Luego de llevar a cabo el cálculo de los parámetros necesarios para el modelamiento del sistema de drenaje pluvial en estudio y la capacidad hidráulica de cada cuadra del Jr. Los Sauces, se corroboró que:

La cuadra 1, comprendida entre la vía de evitamiento norte y Jr. Prolongación Los Pinos son deficiente, transportando un 25.6% del volumen de escorrentía generado; la cuadra 3, comprendida entre Jr. Los Olivos y Jr. Los Fresnos es deficiente, transportando un 85.97% del volumen de escorrentía generado; la cuadra 4, comprendida entre Jr. Los Fresnos y Jr. Los Naranjos es deficiente, transportando un 92.69% del volumen de escorrentía generado y la cuadra 5, comprendida entre Jr. Los Naranjos y Prolongación Tayabamba es deficiente transportando un 73.75% del volumen de escorrentía generado.

Es preciso indicar que, el caudal que transporta la cuadra 1 descarga en un colector de sección rectangular de 0.95m de alto por 1.00 m de ancho, del mismo modo el caudal, al término de la cuadra 5, descarga en un colector de sección circular de diámetro 0.60 m de acero corrugado. Si comparamos los resultados obtenidos en la presente investigación con estudios similares, Yañez (2014) corrobora que las secciones de cunetas existentes en el Jr. Angamos de la ciudad de Cajamarca son deficientes, por otro lado Oroz (2021) concluye que las secciones de las cunetas y canales abiertos de la Urbanización Las Riveras de la ciudad de Cajamarca reciben caudales superiores a su capacidad hidráulica, teniendo más notoriedad en la cuadra 3 del Jr. Santa María, en el mismo sentido Olivera (2021) afirma que el nivel de insatisfacción de los usuarios del sistema de drenaje pluvial correspondientes a las avenidas, Héroes del Cenepa, La Paz y Alfonso Ugarte del barrio Mollepampa se encuentra en la orden de 33.04%. Todo lo descrito líneas arriba es evidente puesto que el diseño poco eficiente en algunos puntos críticos de la ciudad que no tienen la capacidad de evacuar la escorrentía generada, trayendo como consecuencia inundaciones de ciertos sectores de la ciudad, y en el peor de los casos, pérdidas económicas de considerable importancia.

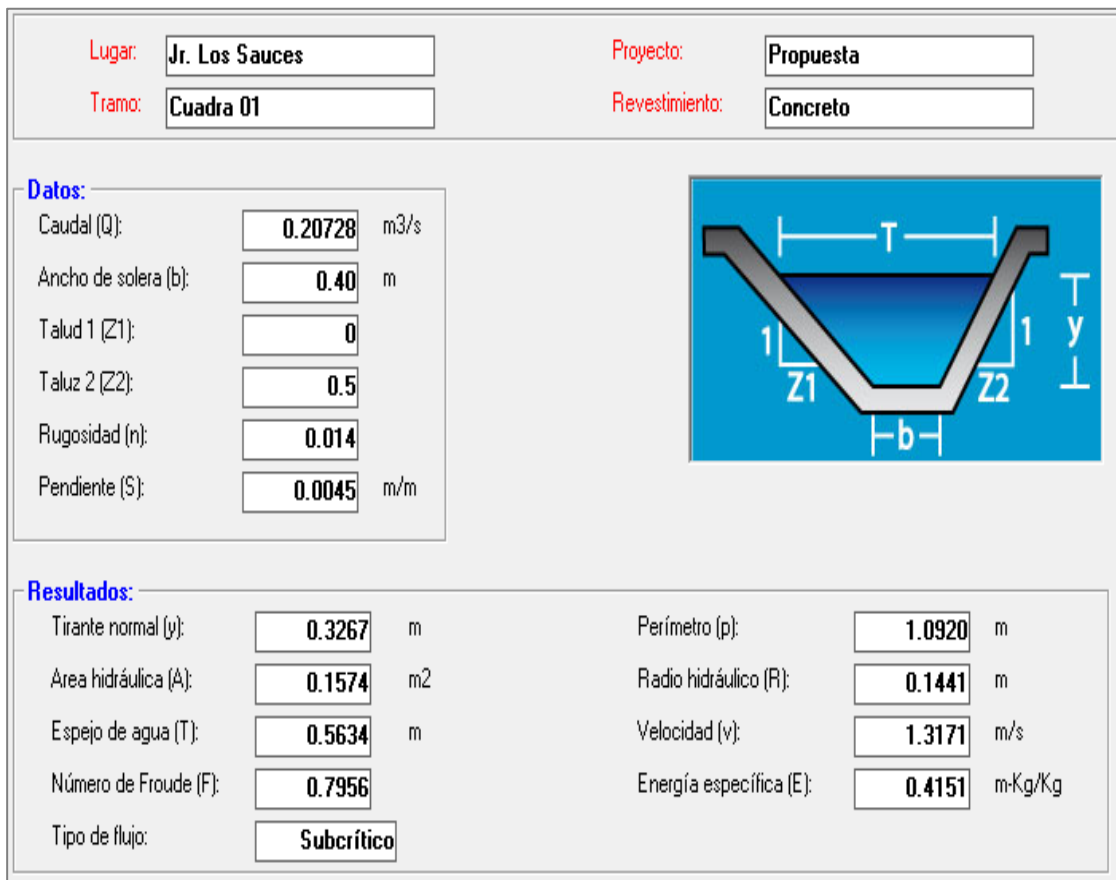
4.3. PROPUESTA.

La presente investigación propone el redimensionamiento de las cunetas de las calles ineficientes (cuadras 1, 3, 4 y 5) del Jr. Los Sauces de acuerdo a los caudales a evacuar calculados anteriormente y con las pendientes longitudinales que tiene cada cuadra. Para tal fin se usó el software H CANALES 3.1

A manera de uniformizar las secciones de las cuadras 3, 4 y 5 se optó por una sección similar a la de la cuadra 6 y eligiendo la sección con mayor área, en este caso la sección de la cuadra 5.

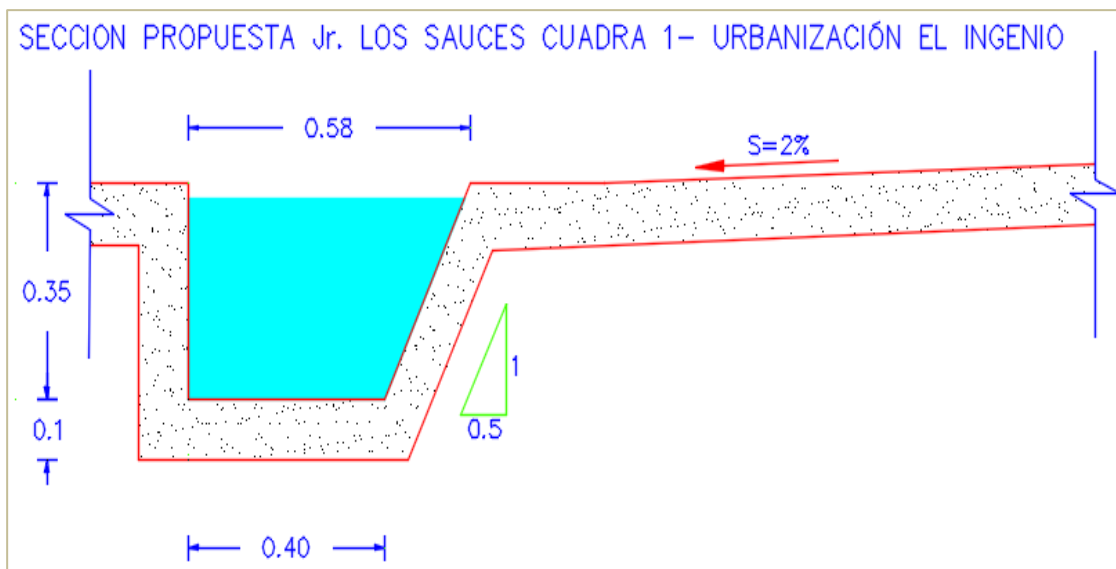
- **Cuadra 1 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°42. Propuesta de sección cuadra 1 Jr. Los Sauces.



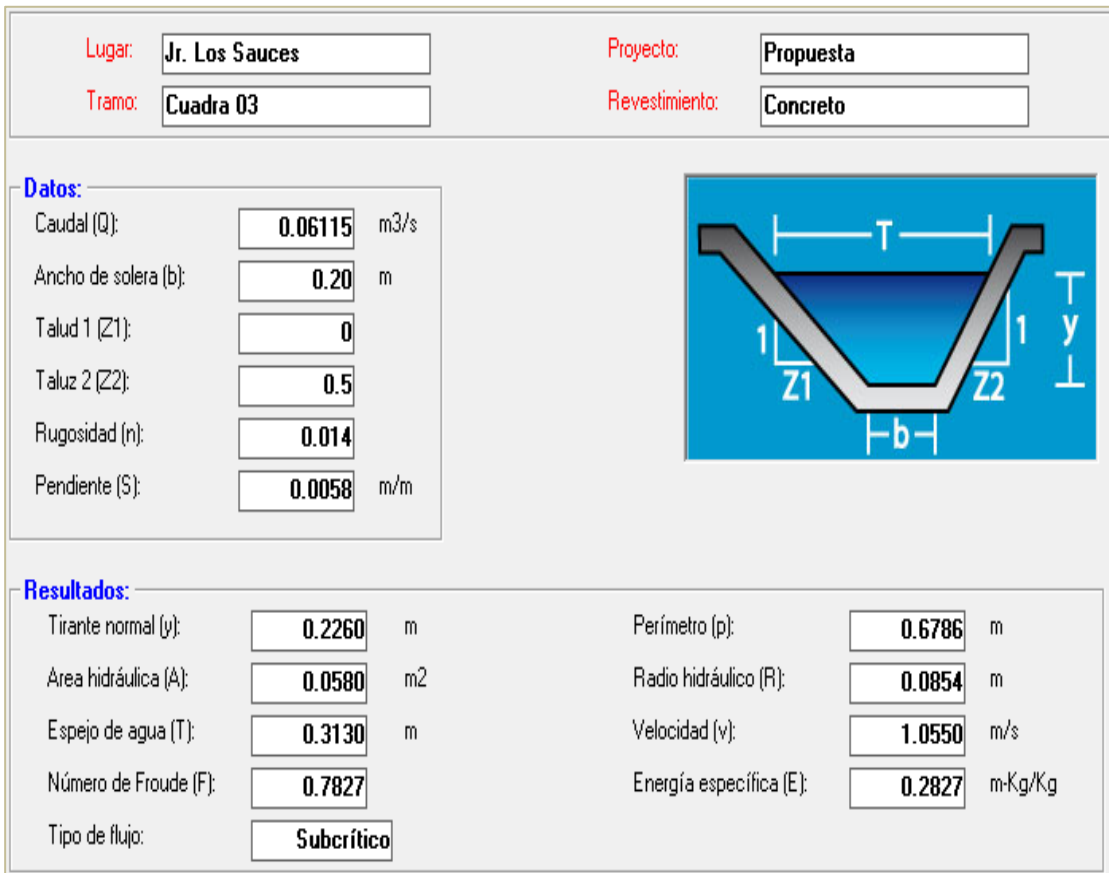
FUENTE: Software H CANALES.

FIGURA N°43. Sección propuesta cuadra 1 Jr. Los Sauces.



- **Cuadra 3 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°44. Propuesta de sección cuadra 3 Jr. Los Sauces.



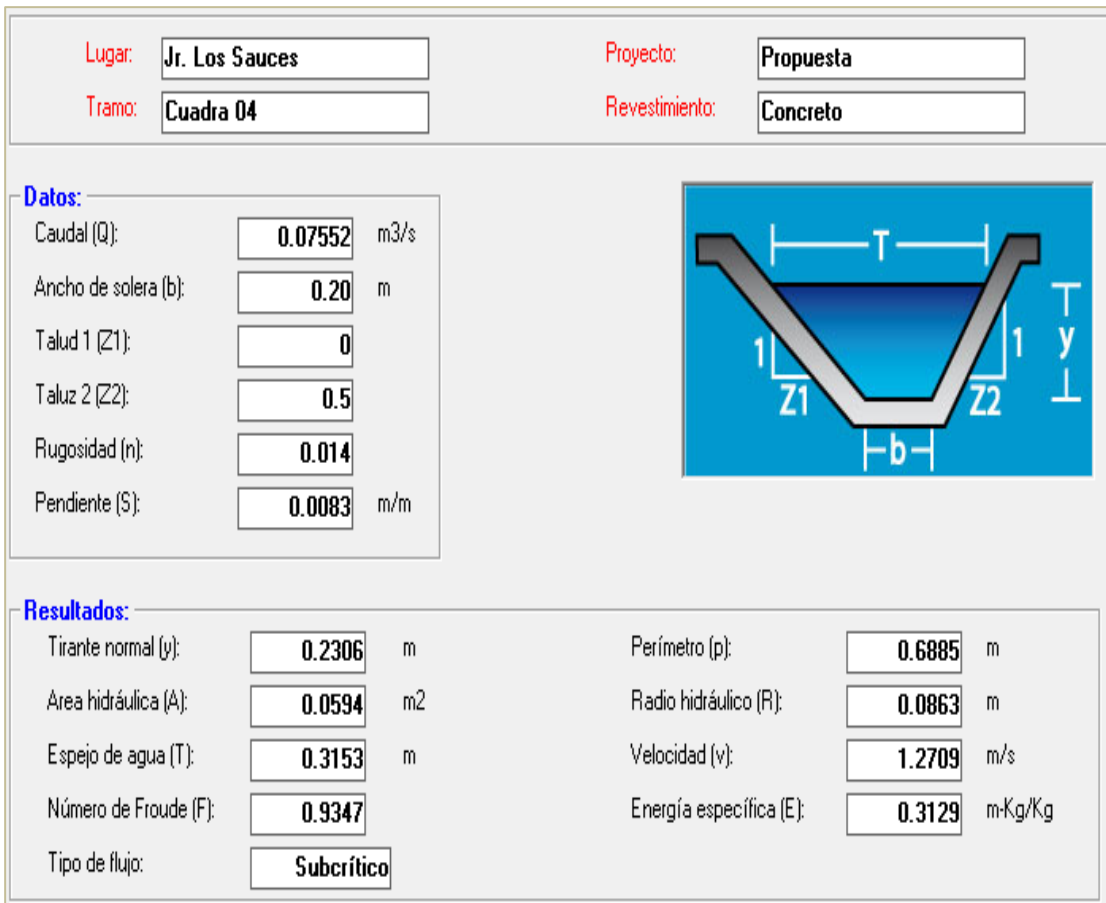
FUENTE: Software H CANALES.

FIGURA N°45. Sección propuesta cuadra 3 Jr. Los Sauces.



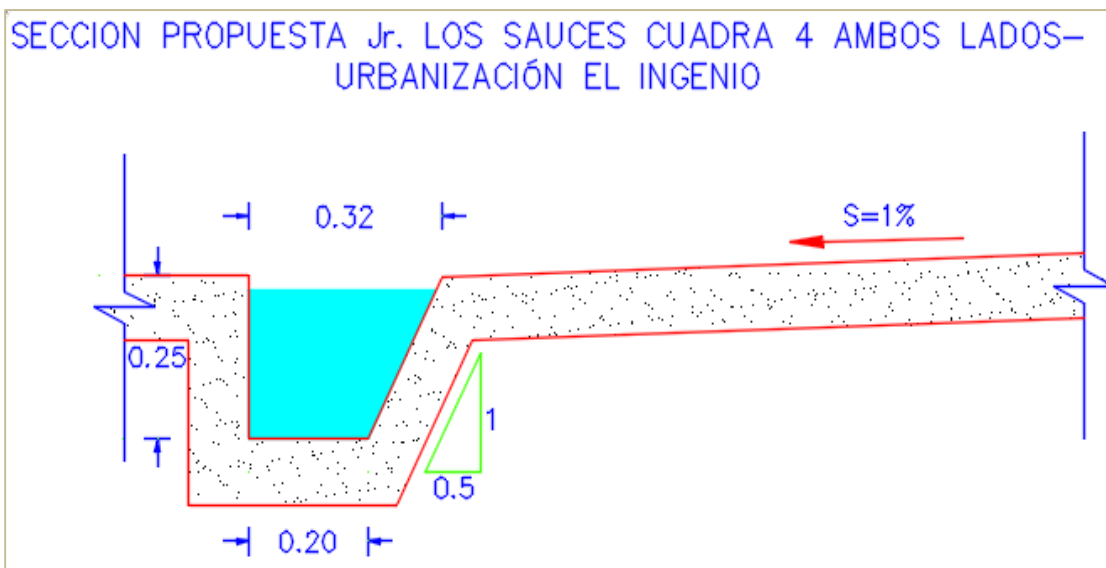
- **Cuadra 4 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio.**

FIGURA N°46. Propuesta de sección cuadra 4 Jr. Los Sauces.



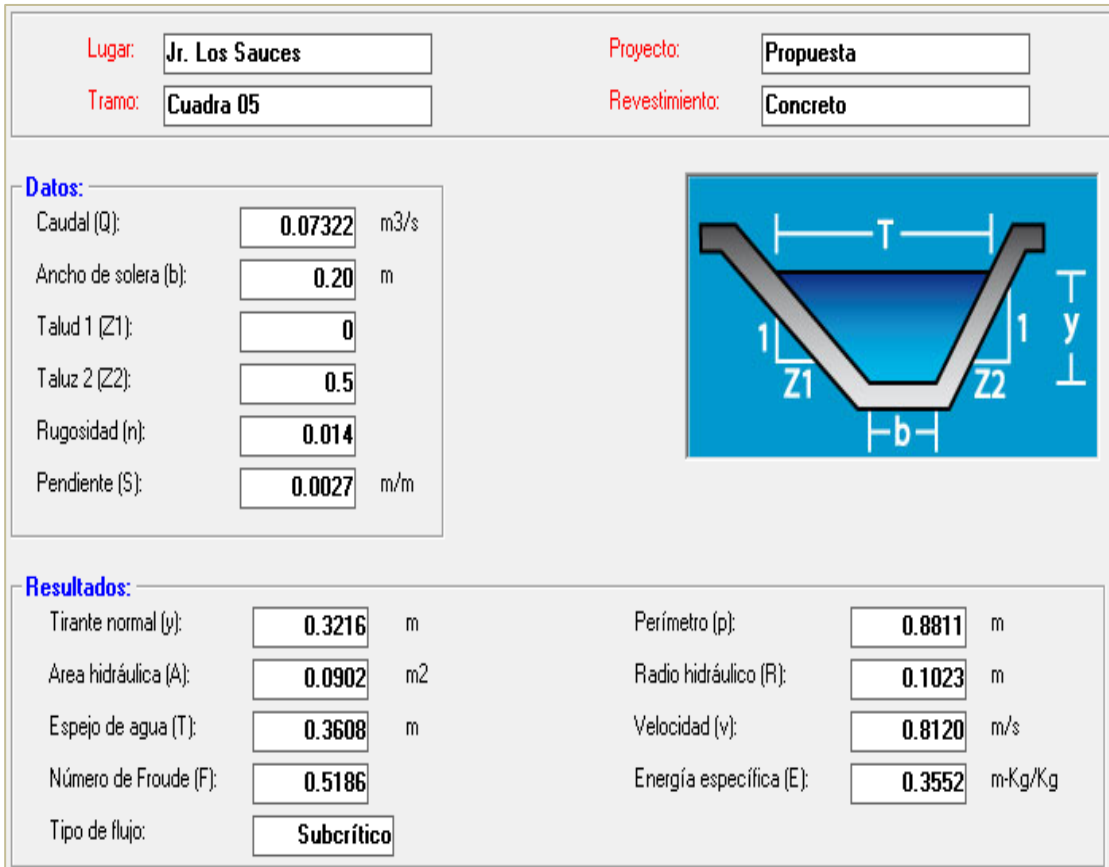
FUENTE: Software H CANALES.

FIGURA N°47. Sección propuesta cuadra 4 Jr. Los Sauces.



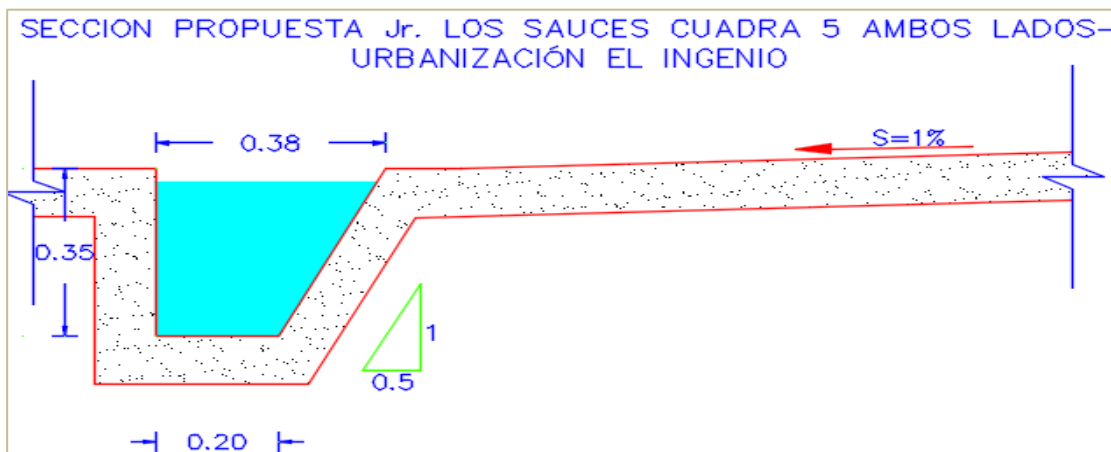
- Cuadra 5 Jr. Los Sauces – Urbanización El Ingenio

FIGURA N°48. Propuesta de sección cuadra 5 Jr. Los Sauces.



FUENTE: Software HCANALES.

FIGURA N°49. Sección propuesta cuadra 5 Jr. Los Sauces.



Las secciones propuestas de las cuadras 3, 4 y 5 se diseñaron con la mitad del caudal a evacuar, para ambos lados de la calle.

CAPÍTULO V:

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- ✚ Se realizó el levantamiento topográfico del jirón Los Sauces de la Urbanización El Ingenio – Cajamarca, dicha vía cuenta con pendientes longitudinales que oscilan entre 0.20% a 2.45% y pendientes transversales entre 1% a 2%.
- ✚ Se determinaron los caudales de trabajo de las cunetas mediante Manning para las 6 cuadras del Jr. Los Sauces: QC1= 52 Lts/s, QC2= 126 Lts/s, QC3= 106 Lts/s, QC4= 140 Lts/s, QC5= 108 Lts/s, QC6= 605 Lts/s, por otro lado se determinó los caudales a evacuar(diseño) mediante el software SWMM obteniendo: QC1= 207.28 Lts/s, QC2= 112.48 Lts/s, QC3= 122.30 Lts/s, QC4= 151.04 Lts/s, QC5= 146.44 Lts/s, QC6= 60.08 Lts/s. Producto de la evaluación se determinó que de las 6 cuadras del Jr. Los Sauces, 4 cuadras (1,3,4 y 5) tienen un drenaje superficial deficiente, puesto que el caudal a ser evacuado o de diseño supera al caudal de trabajo de las cunetas existentes.
- ✚ Se dimensionaron las estructuras de drenaje superficial existentes (cunetas), mediante el levantamiento topográfico, y haciendo uso del software AUTOCAD CIVIL 3D se dibujaron las secciones transversales de las 6 cuadras del Jr. Los Sauces, cabe indicar que la cuadra 1, 2, 3, 4 y 5 son de sección triangular y la cuadra 6 de sección trapezoidal.
- ✚ Se realizó el modelamiento Hidrodinámico del área en estudio a través del software SWMM para un periodo de retorno de 10 años, donde se pudo determinar que el mayor caudal de diseño circula por la cuadra 1 QC1= 207.28 Lts/s y que la sección de la cuneta solo evacua un 25.6% del caudal de escorrentía generado, cabe precisar que dicha cuadra solo presenta cuneta en uno de sus extremos.
- ✚ Se rediseñaron las estructuras del sistema de drenaje longitudinal (cunetas) de las cuadras que presentan un servicio deficiente cuadras 1,3,4 y 5, con lo que la vía tendrá mejor evacuación del drenaje pluvial. Para ello se utilizó el software H CANALES en su versión 3.1.
- ✚ Se concluyó que las competencias de operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en el Jr. Los Sauces no se lleva a cabo de forma periódica ocasionado que la capacidad hidráulica de las cunetas disminuya.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✚ Se recomienda a las autoridades locales realizar el mantenimiento periódico respectivo

(limpieza, descolmatación, etc.) de las estructuras del sistema de drenaje superficial de la ciudad de Cajamarca.

- ✚ Se recomienda que para el diseño de futuros proyectos de drenaje se haga uso de softwares de modelamientos en 2D como SWMM, IBER entre otros, con la finalidad de disminuir las deficiencias en los diseños de obras Hidráulicas en la ciudad de Cajamarca.
- ✚ Se recomienda a la población no construir rampas de acceso vehicular a sus viviendas, que afecten el libre tránsito de las aguas que son evacuadas por las cunetas con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema de drenaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ✓ DOLZ RIPOLLES, José; GÓMEZ, Manuel. Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores. *Ingeniería del agua*, 1994, vol. 1, no 1, p. 55-66.
- ✓ ROMERO VANEGAS, Andersson Jadir, et al. Propuesta de diseño de un sistema de drenaje vial para el tramo de carretera terciaria San Joaquín-Alto del tigre en el municipio de La Mesa, Cundinamarca. 2017.
- ✓ GUEVARA, E.; CARTAYA, H. Hidrología ambiental. *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela*, 2004.
- ✓ INEI. (2017). Datos estadísticos de población. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf.
- ✓ ESCUDERO CUEVA, Clorinda Steppany; PEREZ TAYPE, Giancarlo Jose. Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Áncash-Perú. 2019.
- ✓ GRANDA ACHA, Rudy Ronaldy. Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la Urb. Angamos. 2014.

- ✓ TZATCHKOV, Velitchko, et al. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: datos básicos. 2007.
- ✓ APARICIO MIJARES, Francisco Javier. Fundamentos de Hidrología de Superficie México. *Editorial Limusa*, 1993.
- ✓ RODRÍGUEZ MERCHÁN, Byron Patricio; CALLE CALVA, Franklin Santiago. Diseño integral del sistema de drenaje vial para obras de arte menor (drenaje longitudinal y transversal) para la carretera Pachon Mina Zharo de 7.2 km ubicada en el Canton Suscal en la provincia de Cañar. 2013.
- ✓ MTC, M. D. Manual de hidrología, Hidráulica y Drenaje. Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú. 2008.
- ✓ Norma GH-020 (2022). Reglamento Nacional de Edificaciones. Componentes de diseño urbano.
- ✓ TAPIA, Juan; VEIZAGA, Romel. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico. *Lic. Ing. Cochabamba. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón*, 2006.
- ✓ BAÑÓN BLAZQUEZ, Luis; BEVIA GARCÍA, José Francisco. Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. *Manual de Carreteras*, 2000, vol. 2.
- ✓ YAÑEZ PORTAL, Eric Paul. Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en el Jr. Angamos y Jr. Santa Rosa. 2014.
- ✓ RÓMULO, Rojas León Cevero. Cuentas Ambientales del Agua y el Sistema Nacional de Contabilidad, Cuenca del Mantaro-2020. 2022.
- ✓ BERVIS, Elmer. Guía hidráulica para el diseño de obras de drenaje en caminos rurales. 2004.
- ✓ Norma Técnica CE.040 drenaje pluvial del reglamento nacional de edificaciones 2021.
- ✓ VARGAS, Tania Katherine Ita. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E

HIDROLOGÍA DEL PERÚ–SENAMHI–. 2013.

- ✓ GARCÍA, Br Armando Jirón. *UNAN-MANAGUA*. 2015. Tesis Doctoral. Universidad Nacional.
- ✓ CHOW, Ven Te, et al. *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill, 1994.
- ✓ CARDENAS, Grisales James. *Diseño Geométrico de Carreteras*. 2ª. Edición. *ECOE Ediciones*, 2013.

CAPITULO VI

ANEXOS

ANEXO 01.

**CARTA MEMBRETADA ENVIADA DE LA ESCUELA
ACADÉMICOPROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AL SENAMHI –
CAJAMARCA.**



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Teléfono Nº 341518, Anexo 1217-Edificio 1C-106
Cajamarca - Perú



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Cajamarca, 12 de julio de 2022.

CARTA Nº 001-2022-EAPIC-FI-UNC

Señor:
M. Sc. Ing. Felipe Huamán Solís
Director Zonal 3 – SENAMHI – Cajamarca.

PRESENTE:

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, indicar que el Sr. Luis Guillermo Tarrillo Vásquez, está realizando su proyecto de tesis titulado: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO – CAJAMARCA"; por tal motivo necesita información de su representada para el desarrollo de dicha tesis.

Agradeciendo por anticipado la atención que le brinde al presente, es propicia la ocasión para expresar las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil
Mag. Ing. Hector Hugo Miramanda Rojas
DIRECTOR

Cc.
- Archivo

ANEXO 02.

**CORREO DE ENVÍO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA POR
PARTE DE LORENZA VALENCIA LOPEZ(DZ3) – SENAMHI.**



Luis Guillermo Tarrillo Vasquez <lgarrillov@unc.edu.pe>

REMITE INFORMACION METEOROLOGICA

2 mensajes

Lorenza Valencia López (DZ3) <lvalencia@senamhi.gob.pe>
 Para: Luis Guillermo Tarrillo Vásquez <lgarrillov@unc.edu.pe>
 Cc: "Walter Iván Veneros Terán (DZ3)" <iveneros@senamhi.gob.pe>

27 de julio de 2022, 17:35

Buenas tardes señor Luis Tarrillo Vásquez
 Se remite la información meteorológica, para el desarrollo de su tesis.

Atte.



Lorenza Valencia López
 ESPECIALISTA ADMINISTRATIVO CONTABLE
 DIRECCION ZONAL 3
 SENAMHI - PERÚ

D: Pje. Jaén 121-Urb. Ramón Castilla-
 Cajamarca
 T: 076-364500
 C: 976681616
 E: lvalencia@senamhi.gob.pe
 W: www.senamhi.gob.pe

De: Luis Guillermo Tarrillo Vasquez <lgarrillov@unc.edu.pe>

Enviado: miércoles, 20 de julio de 2022 9:30

Para: Felipe Huaman Solis (DZ3) <fhuaman@senamhi.gob.pe>

Asunto: SOLICITO INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA PARA DESARROLLO DE TESIS

Muy buenos días,les saluda Luis Guillermo Tarrillo Vásquez ex alumno de la Universidad Nacional de Cajamarca de la facultad de Ingeniería Civil, a través de la presente, solicito me puedan brindar la información hidrometeorológica de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Augusto Weberbauer con fines de desarrollo de mi tesis titulada "Evaluación del sistema de drenaje sobre el pavimento del jirón Los Sauces Urbanización el Ingenio Cajamarca". Por tal motivo adjunto los requisitos solicitados.

LUIS TARRILLO VASQUEZ-informacion.xlsx
 17K

Luis Guillermo Tarrillo Vasquez <lgarrillov@unc.edu.pe>
 Para: "Lorenza Valencia López (DZ3)" <lvalencia@senamhi.gob.pe>
 Cc: "Walter Iván Veneros Terán (DZ3)" <iveneros@senamhi.gob.pe>

27 de julio de 2022, 17:44

MUCHÍSIMAS GRACIAS POR LA INFORMACIÓN QUE TENGA BUENA TARDE.

[El texto citado está oculto]

ANEXO 03.

**DATOS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS DE LA
ESTACIÓN AUGUSTO WEBERBAUER POR PARTE DE LORENZA
VALENCIA LOPEZ(DZ3) – SENAMHI.**

TABLA N°19. Precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Augusto Weberbauer.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	10.8	26.9	10.2	13	S/D	1.4	1.3	4.7	18.3	14.8	29.5	15.4
1969	13.1	S/D	10.8	21.8	S/D	6.3	0.3	S/D	9.2	S/D	17.9	42.4
1970	18.1	9.3	17.9	8.2	10.2	8.7	1.7	2.5	7.6	26	15.3	8.4
1971	10.7	29.6	27.8	12.1	3.4	3.2	6.6	3.3	9.5	19	7.6	S/D
1972	9.3	25.2	24.4	S/D	S/D	1.3	1.8	S/D	S/D	10.3	19.9	10.6
1973	22.9	16.2	11.2	15	10.7	5.4	3.3	5.2	20	9.8	11.7	12.9
1974	12.4	16.8	14.2	18.2	3.7	6.4	2.6	9.7	8.5	20	10.3	17
1975	20.4	20.8	37.7	30.1	9.9	3.5	3.9	5.6	10.9	14.6	18.4	0.3
1976	36.5	22.5	16	15.2	19.7	11.4	0.1	2.8	3.9	8.8	24	12.8
1977	40.5	20.1	29	22.9	11.6	2.4	7.1	0.1	6.6	10.6	12	11.3
1978	4.6	11.9	10	9.5	18.1	3.8	2	3.8	8	5.9	12	14.8
1979	20.6	10.5	28	5.8	5.2	1.8	3.9	7.3	9.4	10	7.5	17.2
1980	9.8	7.8	13.3	8.1	3	10.7	2.1	2.3	2.2	28.8	16.7	19.2
1981	21.4	23.1	39.3	12.2	4.9	2.3	2.6	4.8	8	15.2	11.9	29.5
1982	29.9	25.1	S/D	28.2	13.2	3.6	1.1	6.4	7.6	18.5	20.7	30.5
1983	19.4	28	28.1	16.8	8.2	4.7	6.5	1.2	8.9	18.9	6.8	29.8
1984	6.8	25.1	23.3	13.3	21.2	9.5	10.8	13.9	16.5	16.3	27.6	23.5
1985	7.7	7	11.2	11.9	19.8	0.4	3.4	5.9	13.3	16.2	5.4	8.3
1986	17	12	27.4	16.7	4.5	0.5	1	5.1	1.1	11.6	11	8
1987	12.5	14.9	9.6	17.2	2.8	2.6	4	10.1	9.8	12.8	24.3	18.2
1988	15.8	18.2	11	16	2.4	3.3	0	0.4	5.4	10.5	11.2	11.9
1989	14.7	30	13.5	16.6	15.5	4.8	1.4	2.8	11.5	20	16.3	1.1
1990	18	24.7	11.7	6.5	9.5	7.1	0.8	6.2	13.2	14.6	20.5	25.4
1991	10.4	29.7	20.5	19.4	7.1	0.3	0.4	0.3	3.7	9.7	9.3	18.7
1992	10.8	9.7	12	11.9	6.7	12.8	2.3	3.8	10.5	17.7	7.9	6.7
1993	9.2	12.5	20.6	12.8	8	1.5	3.3	1.9	22.5	17	20.2	13.9
1994	14.2	18.7	24.5	22.7	4.9	1.4	0	0.2	3.1	8.7	21.3	28.5
1995	8.3	19.3	16.4	20.6	3.9	1.3	7.8	6.1	3	16.1	19.5	16
1996	11.3	25.6	16.6	15.7	3.4	0.4	0.4	6.4	3.7	13	35.1	10.5
1997	16.3	16.3	7.1	8.3	7.5	6.6	0.2	0	7.6	10.2	27.6	23.8
1998	12.5	16.5	31.7	22.3	6.3	4.1	1.3	3.5	4.6	17.7	14.6	9.8
1999	15.9	38.8	13.5	10.4	13.9	6.4	11.6	0.5	21.8	14.3	18.6	13.1
2000	17.3	36.1	18.6	19.7	14.4	5.3	1.8	5	10.9	3.3	17.9	20.4
2001	27.6	17.7	28.2	14.3	14.7	1	6.9	0	5.7	14.7	20.3	15.9
2002	8.2	10.8	15.7	18.2	12.7	5.4	4.7	3.4	7.7	22.3	16.8	10.6
2003	18.7	18.4	20.1	8.8	6.7	7	1.6	6.1	8.9	19.2	17.1	20.8
2004	11.9	21.5	10.5	12.4	6.5	0.9	6	10.2	4	9.5	28.1	22.7
2005	20.2	10	19.7	10.8	3.6	3.5	0.3	3.5	14.3	9.3	11.6	15.3
2006	15.2	13.5	18.8	17	2.2	6.2	1.6	5.4	10.2	4	20.6	12.3
2007	15.6	6.8	25.4	21	5.2	1.4	3	4	10.2	19	15.7	16.7
2008	20.2	17.1	23.6	27	7.4	6	1.3	4.8	11.6	10.8	19.7	S/D
2009	21.9	16.4	20.5	17.8	18.2	9.1	5.3	0.9	5.2	18.1	22.2	12.6
2010	14.6	36.4	34	21.6	12.6	2.8	2.2	1.3	10.5	16.8	12.8	21.9
2011	14.9	16.4	25.5	22.4	9.7	0.4	5.1	0	12.7	9.3	5.2	27.7
2012	18	27.9	26.7	11.3	10.8	0.3	0	1.9	12.8	24.2	27.3	17.6
2013	11.7	13.1	35.3	15.9	10.2	4.5	2.5	5.7	1.9	19.4	6.1	9.6
2014	13.7	15.3	22.1	24.4	6.8	2.4	2	1.7	5.8	13.5	11.1	20.2
2015	23.3	14	25.4	11.9	19.5	2.3	3.2	0.1	25.2	4.6	20.5	10.7
2016	13.1	16.7	32.4	12.6	2.6	0.7	1.4	1.1	17.9	17.3	4.5	11.9
2017	12.9	11.6	14.3	14.1	9.6	6.3	2.3	8.2	10.4	21.7	18.2	51.8
2018	16.9	33.5	18.3	12.1	8.7	5	0.4	0	11.2	13.7	14	16.2
2019	14.6	14.8	25.5	12.9	8.5	4.9	4.4	0	2.2	19	15.7	20.2
2020	11.4	6.5	S/D	S/D	S/D	S/D	10.9	0.4	5.1	14.6	17.2	14.4
2021	15.5	32.6	29.1	31.5	9.8	2.7	1.6	4.7	5.7	20.6	17.2	11.9

FUENTE: Estación Weberbahuer -Senamhi Cajamarca.

ANEXO 04.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

TABLA N°20. Levantamiento Topográfico.

Pto.	Este	Norte	Cota	Desc.	Pto.	Este	Norte	Cota	Desc.
1	774651.894	9208996.764	2699.782	E1	450	774465.192	9209283.099	2698.889	VEREDA
2	774732.358	9208862.059	2705.602	CRUCE	451	774454.943	9209285.193	2700.039	VIA
3	774724.660	9208864.850	2705.917	VEREDA	452	774452.514	9209291.321	2700.736	VEREDA
4	774725.767	9208865.937	2705.858	VEREDA	453	774456.210	9209291.709	2700.402	VEREDA
5	774726.167	9208866.191	2705.853	CUNETA	454	774460.338	9209296.171	2700.348	E6
6	774726.220	9208866.639	2705.808	CUNETA	455	774458.725	9209301.480	2700.912	VIA
7	774727.835	9208868.177	2705.549	EJE	456	774457.489	9209300.671	2700.962	VIA
8	774729.209	9208871.612	2705.148	CUNETA	457	774453.383	9209300.285	2701.310	VIA
9	774729.664	9208872.058	2705.087	CUNETA	458	774455.543	9209302.724	2701.295	EJE
10	774730.017	9208872.456	2705.037	VEREDA	459	774448.957	9209314.447	2702.715	VEREDA
11	774730.121	9208873.054	2704.980	VEREDA	460	774453.574	9209316.962	2702.521	EJE
12	774729.572	9208873.605	2704.953	VEREDA	461	774457.170	9209319.738	2702.420	VEREDA
13	774729.521	9208873.556	2704.959	VEREDA	462	774455.422	9209327.623	2702.273	VEREDA
14	774728.614	9208872.962	2705.048	CUNETA	463	774451.076	9209327.901	2702.556	VIA
15	774727.758	9208872.568	2705.121	CUNETA	464	774452.837	9209322.556	2702.649	VIA
16	774726.449	9208871.826	2705.254	EJE	465	774449.260	9209323.083	2702.894	VIA
17	774724.131	9208870.442	2705.262	CUNETA	466	774448.745	9209322.578	2702.955	VIA
18	774723.527	9208870.196	2705.249	CUNETA	467	774447.718	9209321.821	2703.068	VEREDA
19	774722.972	9208869.750	2705.264	VEREDA	468	774444.134	9209321.078	2703.379	VEREDA
20	774722.217	9208869.255	2705.272	VEREDA	469	774442.123	9209327.695	2703.172	VEREDA
21	774720.172	9208871.960	2704.808	VEREDA	470	774444.952	9209330.475	2702.839	VIA
22	774721.683	9208872.750	2704.822	VEREDA	471	774445.978	9209330.977	2702.749	VIA
23	774722.036	9208873.048	2704.813	CUNETA	472	774451.366	9209334.251	2702.271	VEREDA
24	774722.439	9208873.295	2704.814	CUNETA	473	774448.775	9209337.865	2702.258	VEREDA
25	774723.851	9208874.285	2704.808	EJE	474	774447.759	9209337.871	2702.313	VEREDA
26	774726.923	9208875.964	2704.807	CUNETA	475	774446.743	9209337.876	2702.367	VIA
27	774727.427	9208876.311	2704.760	VEREDA	476	774445.218	9209337.884	2702.448	VIA
28	774727.982	9208876.757	2704.703	VEREDA	477	774443.693	9209337.640	2702.543	VIA
29	774726.289	9208879.410	2704.454	VEREDA	478	774442.677	9209337.646	2702.598	VIA
30	774725.683	9208878.815	2704.462	VEREDA	479	774441.661	9209337.651	2702.652	VIA
31	774725.331	9208878.717	2704.441	CUNETA	480	774440.390	9209337.658	2702.720	VIA
32	774724.877	9208878.370	2704.438	CUNETA	481	774439.374	9209337.664	2702.775	VIA
33	774723.065	9208877.582	2704.366	CUNETA	482	774438.358	9209337.669	2702.830	VEREDA
34	774719.993	9208875.902	2704.306	CUNETA	483	774437.341	9209337.422	2702.900	VEREDA
35	774719.538	9208875.456	2704.325	CUNETA	484	774436.327	9209337.932	2702.923	VEREDA
36	774719.086	9208875.358	2704.300	VEREDA	485	774435.315	9209338.695	2702.928	VEREDA
37	774718.431	9208875.013	2704.292	VEREDA	486	774435.065	9209339.453	2702.893	VEREDA
38	774715.393	9208879.295	2703.462	VEREDA	487	774434.310	9209340.719	2702.848	VEREDA
39	774717.058	9208880.364	2703.474	VEREDA	488	774433.807	9209341.731	2702.806	VEREDA
40	774717.700	9208880.994	2703.453	CUNETA	489	774433.049	9209342.493	2702.792	VEREDA
41	774720.197	9208882.376	2703.524	VIA	490	774433.307	9209343.248	2702.729	VEREDA
42	774722.309	9208883.379	2703.618	CUNETA	491	774434.325	9209343.495	2702.665	VEREDA
43	774722.693	9208883.567	2703.636	VEREDA	492	774435.596	9209343.741	2702.591	VEREDA
44	774723.781	9208884.195	2703.678	VEREDA	493	774436.868	9209343.986	2702.518	VIA
45	774721.631	9208887.885	2703.009	VEREDA	494	774438.140	9209344.232	2702.445	VIA
46	774720.799	9208887.446	2702.966	VEREDA	495	774439.157	9209344.479	2702.385	VIA
47	774720.094	9208886.942	2702.947	CUNETA	496	774440.431	9209345.229	2702.285	VIA
48	774718.944	9208886.758	2702.840	CUNETA	497	774441.199	9209346.234	2702.195	VIA
49	774715.615	9208884.937	2702.713	CUNETA	498	774441.458	9209347.242	2702.128	VEREDA
50	774715.167	9208884.686	2702.700	CUNETA	499	774441.719	9209348.503	2702.047	VEREDA
51	774714.847	9208884.497	2702.692	VEREDA	500	774441.980	9209349.763	2701.968	VEREDA
52	774713.503	9208883.871	2702.638	VEREDA	501	774442.240	9209350.771	2701.903	VEREDA
53	774710.341	9208888.371	2701.627	VEREDA	502	774442.753	9209351.778	2701.830	VEREDA
54	774711.924	9208888.990	2701.721	VEREDA	503	774442.759	9209352.787	2701.775	VEREDA
55	774712.400	9208889.406	2701.717	CUNETA	504	774442.253	9209353.295	2701.764	VEREDA
56	774712.875	9208889.613	2701.744	CUNETA	505	774440.983	9209353.302	2701.804	VEREDA
57	774714.936	9208891.170	2701.777	CUNETA	506	774439.713	9209353.309	2701.845	VEREDA
58	774717.207	9208892.622	2701.870	CUNETA	507	774438.695	9209353.062	2701.892	VEREDA
59	774717.577	9208892.882	2701.883	CUNETA	508	774437.424	9209352.816	2701.949	VIA
60	774718.739	9208893.555	2701.948	VEREDA	509	774436.152	9209352.571	2702.007	VIA
61	774719.637	9208894.126	2701.995	VEREDA	510	774434.881	9209352.325	2702.065	VIA
62	774716.866	9208897.540	2701.170	VEREDA	511	774433.609	9209352.080	2702.124	VIA

63	774715.862	9208896.970	2701.104	VEREDA	512	774432.844	9209351.579	2702.185	VIA
64	774715.016	9208896.295	2701.078	CUNETA	513	774431.828	9209351.585	2702.219	VEREDA
65	774714.541	9208895.983	2701.056	CUNETA	514	774429.796	9209351.596	2702.290	VEREDA
66	774712.640	9208894.896	2700.950	EJE	515	774428.526	9209351.602	2702.333	VEREDA
67	774712.587	9208894.791	2700.958	EJE	516	774427.001	9209351.611	2702.386	VEREDA
68	774709.946	9208893.237	2700.839	CUNETA	517	774426.499	9209352.623	2702.325	VEREDA
69	774709.419	9208893.030	2700.802	CUNETA	518	774426.507	9209354.137	2702.209	VEREDA
70	774709.049	9208892.771	2700.794	VEREDA	519	774426.515	9209355.651	2702.092	VEREDA
71	774708.310	9208892.357	2700.763	VEREDA	520	774426.523	9209357.165	2701.976	VEREDA
72	774705.283	9208897.289	2699.560	VEREDA	521	774427.290	9209357.918	2701.945	VEREDA
73	774706.760	9208897.856	2699.677	VEREDA	522	774428.561	9209358.164	2701.918	VEREDA
74	774707.500	9208898.270	2699.717	CUNETA	523	774429.068	9209357.909	2701.898	VEREDA
75	774707.870	9208898.582	2699.721	CUNETA	524	774430.334	9209357.145	2701.874	VIA
76	774709.611	9208899.409	2699.848	EJE	525	774431.600	9209356.381	2701.893	VIA
77	774712.092	9208900.546	2700.048	CUNETA	526	774432.618	9209356.628	2701.847	VIA
78	774712.725	9208900.909	2700.091	CUNETA	527	774433.385	9209357.633	2701.778	VIA
79	774713.200	9208901.168	2700.126	VEREDA	528	774434.151	9209358.386	2701.773	VIA
80	774713.939	9208901.425	2700.202	VEREDA	529	774434.918	9209359.139	2701.767	VIA
81	774710.465	9208906.263	2699.190	VEREDA	530	774435.685	9209360.144	2701.765	VEREDA
82	774709.322	9208905.440	2699.076	VEREDA	531	774435.943	9209360.900	2701.772	VEREDA
83	774708.636	9208904.841	2699.016	CUNETA	532	774435.951	9209362.414	2701.800	VEREDA
84	774707.114	9208904.170	2698.831	EJE	533	774435.703	9209363.425	2701.827	VEREDA
85	774704.905	9208902.749	2698.597	CUNETA	534	774434.946	9209364.439	2701.870	VEREDA
86	774703.992	9208902.377	2698.515	CUNETA	535	774434.188	9209365.200	2701.909	VEREDA
87	774703.536	9208902.304	2698.457	VEREDA	536	774433.175	9209365.710	2701.951	VEREDA
88	774702.775	9208901.931	2698.403	VEREDA	537	774432.161	9209366.220	2701.995	VEREDA
89	774698.710	9208908.212	2697.183	VEREDA	538	774431.147	9209366.478	2702.033	VEREDA
90	774700.156	9208908.959	2697.351	VEREDA	539	774430.380	9209365.725	2702.041	VEREDA
91	774700.917	9208909.331	2697.441	CUNETA	540	774430.121	9209364.717	2702.026	VIA
92	774701.375	9208909.706	2697.483	EJE	541	774429.861	9209363.709	2702.011	VIA
93	774703.126	9208910.601	2697.687	VIA	542	774429.856	9209362.700	2701.988	VIA
94	774705.638	9208911.945	2697.974	CUNETA	543	774429.090	9209361.947	2701.993	VIA
95	774706.170	9208912.093	2698.046	VEREDA	544	774428.328	9209361.951	2702.015	VIA
96	774706.628	9208912.618	2698.076	VEREDA	545	774427.061	9209362.715	2702.072	VIA
97	774703.310	9208916.633	2697.231	VEREDA	546	774426.045	9209362.720	2702.102	VEREDA
98	774702.549	9208916.185	2697.147	VEREDA	547	774424.775	9209362.727	2702.141	VEREDA
99	774702.015	9208915.811	2697.094	CUNETA	548	774423.760	9209362.985	2702.232	VEREDA
100	774701.634	9208915.436	2697.063	CUNETA	549	774422.998	9209362.989	2702.295	VEREDA
101	774700.111	9208914.614	2696.890	EJE	550	774421.473	9209362.745	2702.414	VEREDA
102	774698.360	9208913.644	2696.692	CUNETA	551	774420.455	9209362.498	2702.490	VEREDA
103	774697.903	9208913.420	2696.638	CUNETA	552	774419.438	9209362.251	2702.567	VEREDA
104	774697.447	9208913.271	2696.578	VEREDA	553	774417.678	9209365.794	2702.824	VEREDA
105	774696.534	9208912.899	2696.465	VEREDA	554	774417.431	9209367.057	2702.885	VEREDA
106	774691.307	9208920.932	2694.997	VEREDA	555	774417.438	9209368.319	2702.925	VEREDA
107	774692.739	9208921.817	2695.151	VEREDA	556	774417.442	9209369.076	2702.949	VEREDA
108	774693.216	9208922.182	2695.197	CUNETA	557	774418.462	9209369.827	2702.884	VEREDA
109	774693.747	9208922.547	2695.251	CUNETA	558	774419.733	9209369.821	2702.773	VEREDA
110	774695.020	9208923.485	2695.376	EJE	559	774420.750	9209370.067	2702.691	VEREDA
111	774697.034	9208924.420	2695.618	CUNETA	560	774422.274	9209370.059	2702.558	VEREDA
112	774697.564	9208924.732	2695.677	CUNETA	561	774423.290	9209370.054	2702.469	VEREDA
113	774698.042	9208924.992	2695.731	VEREDA	562	774424.561	9209370.047	2702.357	VEREDA
114	774698.624	9208925.199	2695.806	VEREDA	563	774425.581	9209370.798	2702.327	VEREDA
115	774693.901	9208933.520	2694.395	VEREDA	564	774426.346	9209371.299	2702.313	VEREDA
116	774692.840	9208933.000	2694.269	VEREDA	565	774427.115	9209372.557	2702.317	VEREDA
117	774692.222	9208932.741	2694.193	CUNETA	566	774426.866	9209373.568	2702.351	VEREDA
118	774691.691	9208932.306	2694.144	CUNETA	567	774426.362	9209374.327	2702.390	VEREDA
119	774690.453	9208931.612	2694.005	EJE	568	774425.607	9209375.593	2702.451	VEREDA
120	774687.802	9208930.401	2693.821	CUNETA	569	774425.104	9209376.606	2702.498	VEREDA
121	774687.271	9208930.053	2693.857	CUNETA	570	774425.110	9209377.615	2702.524	VEREDA
122	774686.653	9208929.794	2693.887	VEREDA	571	774424.861	9209378.626	2702.563	VEREDA
123	774685.858	9208929.448	2693.928	VEREDA	572	774424.100	9209378.882	2702.641	VEREDA
124	774679.309	9208940.954	2693.012	VEREDA	573	774422.830	9209378.889	2702.760	VEREDA
125	774680.371	9208941.649	2693.039	VEREDA	574	774422.067	9209378.641	2702.824	VEREDA

126	774681.167	9208942.170	2693.057	CUNETA	575	774420.795	9209378.395	2702.936	VEREDA
127	774681.874	9208942.516	2693.068	CUNETA	576	774419.779	9209378.401	2703.031	VIA
128	774682.582	9208943.038	2693.084	VIA	577	774418.253	9209378.157	2703.165	VIA
129	774683.732	9208943.732	2693.104	VIA	578	774416.983	9209378.164	2703.284	VIA
130	774684.973	9208945.039	2693.140	CUNETA	579	774415.967	9209378.169	2703.379	VIA
131	774687.624	9208946.425	2693.163	VEREDA	580	774414.948	9209377.670	2703.457	VEREDA
132	774682.920	9208956.608	2693.553	VEREDA	581	774413.675	9209377.172	2703.557	VEREDA
133	774682.388	9208956.085	2693.546	VEREDA	582	774413.420	9209376.921	2703.572	VIA
134	774681.505	9208955.740	2693.552	CUNETA	583	774418.072	9209384.419	2703.381	VIA
135	774680.797	9208955.218	2693.547	CUNETA	584	774416.481	9209384.165	2703.528	VIA
136	774678.324	9208954.268	2693.558	EJE	585	774415.156	9209384.172	2703.657	VIA
137	774675.849	9208952.968	2693.547	CUNETA	586	774414.096	9209384.177	2703.760	VIA
138	774675.319	9208952.796	2693.548	CUNETA	587	774413.039	9209384.710	2703.882	VIA
139	774674.788	9208952.449	2693.541	VEREDA	588	774412.247	9209385.240	2703.978	VIA
140	774673.462	9208951.668	2693.525	VEREDA	589	774411.192	9209386.299	2704.120	VIA
141	774667.939	9208961.921	2694.177	VEREDA	590	774410.403	9209387.356	2704.238	VIA
142	774668.991	9208962.609	2694.184	VEREDA	591	774410.144	9209388.411	2704.303	VIA
143	774670.978	9208963.756	2694.183	VIA	592	774410.150	9209389.464	2704.341	VIA
144	774672.031	9208964.676	2694.195	EJE	593	774410.158	9209391.043	2704.399	VIA
145	774674.485	9208966.051	2694.178	CUNETA	594	774410.957	9209391.829	2704.347	VIA
146	774675.886	9208966.738	2694.159	CUNETA	595	774412.020	9209392.350	2704.257	VIA
147	774673.925	9208970.219	2694.395	VEREDA	596	774412.819	9209393.135	2704.202	VEREDA
148	774670.688	9208974.750	2694.763	VEREDA	597	774413.882	9209393.656	2704.110	VEREDA
149	774667.884	9208973.145	2694.805	VIA	598	774414.418	9209394.706	2704.091	VEREDA
150	774666.363	9208971.996	2694.807	EJE	599	774413.627	9209395.500	2704.208	VEREDA
151	774664.843	9208970.847	2694.804	VIA	600	774412.567	9209395.506	2704.320	VEREDA
152	774663.673	9208969.928	2694.796	VEREDA	601	774411.507	9209395.511	2704.432	VEREDA
153	774662.854	9208969.354	2694.792	VEREDA	602	774410.444	9209394.991	2704.517	VEREDA
154	774660.886	9208971.563	2695.015	VEREDA	603	774409.118	9209394.735	2704.646	VIA
155	774662.055	9208972.251	2695.010	VEREDA	604	774408.058	9209394.740	2704.757	VIA
156	774663.693	9208973.630	2695.023	VIA	605	774406.734	9209395.011	2704.906	VIA
157	774664.862	9208974.434	2695.018	EJE	606	774416.315	9209376.739	2703.299	VEREDA
158	774665.914	9208975.123	2695.010	VIA	607	774409.195	9209383.700	2704.219	VEREDA
159	774667.549	9208975.924	2694.977	VEREDA	608	774409.754	9209382.575	2704.122	VEREDA
160	774669.886	9208977.300	2694.936	VEREDA	609	774410.689	9209381.260	2703.984	VEREDA
161	774668.612	9208979.864	2695.327	VIA	610	774411.063	9209380.884	2703.935	VEREDA
162	774672.052	9208982.321	2695.592	VIA	611	774411.432	9209379.385	2703.845	VEREDA
163	774675.019	9208983.698	2695.668	VIA	612	774412.179	9209378.258	2703.735	VEREDA
164	774674.714	9208984.938	2695.908	VIA	613	774412.740	9209377.507	2703.656	VEREDA
165	774673.786	9208986.180	2696.188	VIA	614	774413.493	9209377.316	2703.579	VEREDA
166	774673.015	9208987.577	2696.490	VIA	615	774414.057	9209377.125	2703.521	VEREDA
167	774672.096	9208990.522	2697.086	VIA	616	774415.187	9209377.119	2703.416	VEREDA
168	774670.703	9208992.232	2697.497	VIA	617	774415.751	9209376.929	2703.357	VEREDA
169	774667.590	9208992.558	2697.779	EJE	618	774417.256	9209376.734	2703.212	VEREDA
170	774666.057	9208997.054	2698.748	VIA	619	774418.195	9209376.167	2703.108	VEREDA
171	774664.977	9208999.071	2699.220	VIA	620	774418.570	9209375.791	2703.062	VEREDA
172	774664.203	9209000.004	2699.463	VIA	621	774419.127	9209374.291	2702.964	VEREDA
173	774662.340	9209001.097	2699.830	VEREDA	622	774419.500	9209373.728	2702.913	VEREDA
174	774662.340	9209001.097	2699.830	VEREDA	623	774419.495	9209372.793	2702.885	VEREDA
175	774647.479	9208989.263	2698.866	VEREDA	624	774419.491	9209372.044	2702.862	VEREDA
176	774644.819	9208987.111	2698.884	VEREDA	625	774419.485	9209370.922	2702.828	VEREDA
177	774644.506	9208986.803	2698.875	VEREDA	626	774420.046	9209370.170	2702.756	VEREDA
178	774644.960	9208984.325	2698.278	VIA	627	774420.608	9209369.606	2702.690	VEREDA
179	774646.509	9208982.769	2697.674	VIA	628	774418.781	9209380.093	2703.177	VIA
180	774648.054	9208980.440	2696.905	VIA	629	774418.967	9209379.531	2703.142	VIA
181	774648.208	9208980.129	2696.811	VIA	630	774419.150	9209378.595	2703.095	VIA
182	774649.757	9208978.419	2696.187	VIA	631	774419.334	9209377.845	2703.055	VIA
183	774651.144	9208975.781	2695.763	VIA	632	774419.518	9209377.096	2703.015	VIA
184	774651.602	9208974.076	2695.607	VIA	633	774420.077	9209375.970	2702.929	VIA
185	774651.601	9208973.767	2695.583	VIA	634	774420.638	9209375.219	2702.855	VIA
186	774652.992	9208971.748	2695.365	VIA	635	774421.197	9209374.093	2702.771	VIA
187	774652.989	9208971.284	2695.330	VIA	636	774421.573	9209373.904	2702.732	VIA
188	774653.607	9208970.352	2695.233	VEREDA	637	774422.321	9209372.964	2702.637	VIA

189	774655.948	9208971.268	2695.204	VEREDA	638	774423.635	9209372.022	2702.493	VIA
190	774657.206	9208973.427	2695.304	VEREDA	639	774424.948	9209371.079	2702.357	VIA
191	774655.047	9208977.307	2695.688	VIA	640	774426.261	9209370.137	2702.286	VIA
192	774652.567	9208979.642	2696.137	VIA	641	774427.201	9209369.757	2702.243	VIA
193	774651.643	9208981.658	2696.612	VIA	642	774427.952	9209369.379	2702.208	VIA
194	774650.104	9208985.071	2697.515	VIA	643	774428.703	9209369.001	2702.173	VIA
195	774651.838	9208988.930	2698.134	VIA	644	774429.265	9209368.437	2702.141	VIA
196	774655.886	9208988.444	2697.767	VIA	645	774429.827	9209367.872	2702.108	VIA
197	774659.757	9208984.245	2696.676	VIA	646	774429.825	9209367.498	2702.100	VIA
198	774660.202	9209005.104	2700.806	VEREDA	647	774429.631	9209366.376	2702.080	VIA
199	774659.809	9209004.524	2700.725	VEREDA	648	774428.873	9209365.445	2702.083	VIA
200	774658.436	9209003.562	2700.651	VIA	649	774427.930	9209365.263	2702.108	VIA
201	774656.478	9209002.603	2700.624	EJE	650	774427.177	9209365.267	2702.132	VIA
202	774655.188	9209001.468	2700.500	VIA	651	774426.050	9209365.834	2702.182	VIA
203	774653.995	9209000.688	2700.437	VIA	652	774425.297	9209366.026	2702.211	VIA
204	774652.901	9208999.906	2700.363	VIA	653	774424.546	9209366.404	2702.260	VIA
205	774652.106	9208999.419	2700.325	JARDIN	654	774424.169	9209366.406	2702.292	VEREDA
206	774651.409	9208998.636	2700.215	JARDIN	655	774423.228	9209366.411	2702.372	VEREDA
207	774649.122	9208997.074	2700.230	VEREDA	656	774421.909	9209366.418	2702.484	VEREDA
208	774647.733	9208996.589	2700.364	VEREDA	657	774420.779	9209366.424	2702.581	VEREDA
209	774645.279	9209000.636	2701.627	VEREDA	658	774419.838	9209366.616	2702.666	VEREDA
210	774645.089	9209002.113	2701.967	VEREDA	659	774419.086	9209366.808	2702.736	VEREDA
211	774643.120	9209004.387	2702.767	VEREDA	660	774418.521	9209366.811	2702.784	VEREDA
212	774645.008	9209005.459	2702.679	JARDIN	661	774417.763	9209365.879	2702.820	VEREDA
213	774645.206	9209005.458	2702.646	JARDIN	662	774417.194	9209365.134	2702.844	VEREDA
214	774647.094	9209006.628	2702.582	JARDIN	663	774417.189	9209364.198	2702.814	VEREDA
215	774648.287	9209007.507	2702.572	JARDIN	664	774417.371	9209363.075	2702.762	VEREDA
216	774649.578	9209008.091	2702.485	VIA	665	774418.122	9209362.697	2702.688	VEREDA
217	774650.472	9209008.479	2702.423	VIA	666	774419.062	9209362.317	2702.599	VEREDA
218	774650.769	9209008.478	2702.374	VIA	667	774420.756	9209362.121	2702.455	VEREDA
219	774651.762	9209009.063	2702.389	VIA	668	774421.509	9209362.117	2702.393	VEREDA
220	774651.960	9209009.062	2702.371	VIA	669	774422.828	9209362.110	2702.284	VEREDA
221	774652.756	9209009.648	2702.419	EJE	670	774423.768	9209361.918	2702.202	VEREDA
222	774653.752	9209010.626	2702.529	VIA	671	774425.273	9209361.535	2702.094	VEREDA
223	774653.950	9209010.724	2702.530	VIA	672	774426.587	9209360.780	2702.037	VEREDA
224	774654.845	9209011.407	2702.585	VIA	673	774427.713	9209360.025	2701.986	VEREDA
225	774655.044	9209011.603	2702.606	JARDIN	674	774428.273	9209359.087	2701.948	VEREDA
226	774656.239	9209012.679	2702.710	VEREDA	675	774428.457	9209358.337	2701.925	VEREDA
227	774656.537	9209012.874	2702.721	VEREDA	676	774428.452	9209357.402	2701.906	VEREDA
228	774652.601	9209017.618	2703.906	VEREDA	677	774428.449	9209356.841	2701.948	VEREDA
229	774649.723	9209016.551	2704.219	VIA	678	774428.068	9209355.907	2702.028	VEREDA
230	774648.925	9209015.572	2704.171	VIA	679	774427.686	9209354.974	2702.109	VEREDA
231	774648.130	9209014.986	2704.173	EJE	680	774428.058	9209354.036	2702.168	VEREDA
232	774647.236	9209014.597	2704.232	VIA	681	774428.995	9209353.283	2702.194	VEREDA
233	774646.839	9209014.402	2704.254	VIA	682	774430.311	9209352.714	2702.192	VEREDA
234	774644.953	9209013.527	2704.370	JARDIN	683	774431.063	9209352.523	2702.180	VEREDA
235	774643.960	9209013.040	2704.426	JARDIN	684	774431.815	9209352.332	2702.168	VEREDA
236	774640.766	9209008.532	2704.007	VEREDA	685	774432.569	9209352.328	2702.143	VEREDA
237	774640.568	9209008.533	2704.040	VEREDA	686	774434.266	9209352.693	2702.062	VIA
238	774637.911	9209011.696	2705.115	VEREDA	687	774435.587	9209353.247	2701.982	VIA
239	774631.128	9209021.178	2707.463	VEREDA	688	774435.967	9209353.806	2701.934	VIA
240	774632.483	9209022.465	2707.331	JARDIN	689	774436.150	9209352.870	2701.988	VIA
241	774635.002	9209024.054	2707.027	JARDIN	690	774436.521	9209351.745	2702.046	VIA
242	774637.339	9209025.288	2706.725	CUNETETA	691	774436.515	9209350.623	2702.117	VIA
243	774638.780	9209026.527	2706.567	VIA	692	774436.696	9209349.312	2702.192	VIA
244	774645.609	9209029.518	2705.615	JARDIN	693	774430.730	9209360.570	2701.914	VIA
245	774647.587	9209030.576	2705.345	VEREDA	694	774432.789	9209358.314	2701.808	VIA
246	774632.605	9209044.906	2708.810	VEREDA	695	774404.616	9209395.285	2705.140	VIA
247	774630.087	9209043.494	2709.160	JARDIN	696	774403.557	9209395.554	2705.271	VIA
248	774628.104	9209041.546	2709.373	VIA	697	774402.232	9209395.562	2705.411	VEREDA
249	774625.768	9209040.490	2709.706	VIA	698	774401.172	9209395.567	2705.522	VEREDA
250	774622.710	9209038.547	2710.095	VIA	699	774400.382	9209396.361	2705.675	VEREDA
251	774620.727	9209036.599	2710.292	JARDIN	700	774400.389	9209397.678	2705.790	VEREDA

252	774619.290	9209036.072	2710.498	JARDIN	701	774401.188	9209398.463	2705.772	VIA
253	774608.143	9209049.476	2712.632	VEREDA	702	774402.251	9209398.984	2705.700	VIA
254	774611.058	9209051.384	2712.772	JARDIN	703	774403.312	9209399.241	2705.605	VIA
255	774613.000	9209052.336	2712.844	JARDIN	704	774404.109	9209399.500	2705.539	VIA
256	774614.362	9209053.483	2712.726	JARDIN	705	774405.438	9209400.283	2705.455	VIA
257	774616.112	9209054.820	2712.452	VIA	706	774406.237	9209401.068	2705.428	VIA
258	774619.223	9209057.112	2711.799	VIA	707	774406.508	9209402.120	2705.481	VIA
259	774620.973	9209058.449	2711.421	CUNETETA	708	774405.979	9209402.386	2705.563	VIA
260	774623.502	9209060.552	2710.857	VEREDA	709	774404.389	9209402.395	2705.746	VIA
261	774609.249	9209075.058	2712.510	VEREDA	710	774403.594	9209402.399	2705.837	VIA
262	774605.366	9209073.155	2712.606	EJE	711	774402.003	9209402.144	2705.998	VIA
263	774601.288	9209071.061	2712.698	JARDIN	712	774400.942	9209401.887	2706.097	VIA
264	774599.922	9209069.144	2712.747	JARDIN	713	774399.882	9209401.892	2706.218	VIA
265	774597.201	9209067.427	2712.801	JARDIN	714	774398.555	9209401.636	2706.346	VIA
266	774596.034	9209066.472	2712.825	JARDIN	715	774397.760	9209401.641	2706.436	VIA
267	774594.487	9209066.865	2712.833	VIA	716	774396.170	9209401.649	2706.617	VIA
268	774592.747	9209067.451	2712.841	VIA	717	774394.844	9209401.393	2706.743	VIA
269	774591.591	9209068.612	2712.839	VIA	718	774393.519	9209401.400	2706.894	VIA
270	774590.052	9209070.544	2712.834	VIA	719	774391.664	9209401.410	2707.105	VIA
271	774589.672	9209071.893	2712.825	VEREDA	720	774390.873	9209402.204	2707.274	VIA
272	774592.198	9209073.418	2712.776	VIA	721	774391.674	9209403.253	2707.288	VIA
273	774594.718	9209073.790	2712.738	VIA	722	774392.738	9209404.037	2707.242	VIA
274	774595.482	9209071.862	2712.754	VIA	723	774393.798	9209404.031	2707.118	VIA
275	774598.191	9209071.462	2712.728	VIA	724	774395.126	9209404.551	2707.012	VIA
276	774601.708	9209077.215	2712.580	CRUCE	725	774395.921	9209404.546	2706.918	VIA
277	774605.427	9209084.505	2712.369	VEREDA	726	774397.246	9209404.539	2706.762	VIA
278	774609.701	9209086.983	2712.219	VEREDA	727	774399.101	9209404.529	2706.543	VIA
279	774611.048	9209085.437	2712.227	VIA	728	774400.956	9209404.519	2706.324	VIA
280	774612.007	9209083.700	2712.250	VIA	729	774402.016	9209404.513	2706.199	VIA
281	774613.357	9209082.539	2712.253	VIA	730	774403.606	9209404.505	2706.012	VIA
282	774613.348	9209080.999	2712.293	VIA	731	774405.196	9209404.496	2705.824	VIA
283	774610.820	9209079.089	2712.388	VIA	732	774406.521	9209404.489	2705.668	VIA
284	774609.267	9209078.328	2712.433	VIA	733	774407.582	9209404.747	2705.563	VIA
285	774607.728	9209080.260	2712.415	VIA	734	774408.642	9209404.741	2705.438	VIA
286	774606.963	9209081.996	2712.391	VIA	735	774409.703	9209404.998	2705.332	VIA
287	774603.313	9209087.402	2712.357	VEREDA	736	774410.503	9209405.784	2705.295	VIA
288	774602.143	9209086.062	2712.409	VEREDA	737	774410.773	9209406.835	2705.340	VIA
289	774600.591	9209085.493	2712.453	JARDIN	738	774410.249	9209407.891	2705.482	VIA
290	774598.646	9209083.965	2712.520	JARDIN	739	774409.721	9209408.157	2705.567	VIA
291	774637.669	9209036.634	2707.388	E2	740	774408.394	9209407.901	2705.710	VIA
292	774602.328	9209083.524	2712.452	JARDIN	741	774407.069	9209407.908	2705.872	VIA
293	774594.882	9209079.946	2712.652	JARDIN	742	774406.008	9209407.651	2705.981	VIA
294	774590.527	9209077.881	2712.752	JARDIN	743	774407.216	9209386.057	2704.503	VEREDA
295	774589.966	9209077.745	2712.762	JARDIN	744	774406.693	9209387.377	2704.607	VEREDA
296	774587.869	9209078.591	2712.789	JARDIN	745	774405.378	9209389.226	2704.813	VEREDA
297	774584.955	9209083.897	2712.803	JARDIN	746	774403.795	9209390.551	2705.028	VEREDA
298	774583.148	9209086.690	2712.826	JARDIN	747	774402.215	9209392.403	2705.268	VEREDA
299	774586.433	9209088.141	2712.741	JARDIN	748	774401.425	9209393.197	2705.384	VEREDA
300	774587.478	9209089.168	2712.708	JARDIN	749	774400.896	9209393.463	2705.450	VEREDA
301	774588.695	9209090.022	2712.670	CUNETETA	750	774400.105	9209394.257	2705.567	VEREDA
302	774591.301	9209091.556	2712.589	VIA	751	774398.522	9209395.582	2705.802	VEREDA
303	774596.166	9209094.283	2712.490	VIA	752	774397.465	9209396.114	2705.962	VEREDA
304	774597.558	9209095.480	2712.484	VEREDA	753	774396.408	9209396.646	2706.124	VEREDA
305	774598.086	9209097.026	2712.506	VEREDA	754	774395.354	9209397.705	2706.336	VEREDA
306	774587.056	9209107.237	2712.661	VEREDA	755	774394.300	9209398.764	2706.552	VEREDA
307	774584.971	9209106.044	2712.658	JARDIN	756	774394.036	9209399.028	2706.606	VEREDA
308	774583.755	9209105.362	2712.662	VIA	757	774389.014	9209401.425	2707.406	VEREDA
309	774582.884	9209104.506	2712.670	VIA	758	774387.958	9209402.220	2707.609	VEREDA
310	774579.759	9209103.147	2712.696	VIA	759	774386.901	9209402.752	2707.782	VEREDA
311	774578.541	9209102.121	2712.721	VIA	760	774385.579	9209403.286	2707.935	VEREDA
312	774578.194	9209101.951	2712.727	JARDIN	761	774384.258	9209404.083	2708.115	VEREDA
313	774576.454	9209100.412	2712.775	JARDIN	762	774383.202	9209404.878	2708.273	VEREDA
314	774575.759	9209100.071	2712.790	JARDIN	763	774382.413	9209405.936	2708.439	VEREDA

315	774574.370	9209099.391	2712.647	JARDIN	764	774381.624	9209406.993	2708.604	VEREDA
316	774572.460	9209098.541	2712.376	VEREDA	765	774381.360	9209407.258	2708.649	VEREDA
317	774565.907	9209111.750	2711.099	E3	766	774379.777	9209408.582	2708.895	VEREDA
318	774571.968	9209116.894	2711.845	VIA	767	774378.719	9209408.851	2708.995	VEREDA
319	774574.443	9209118.243	2712.158	VIA	768	774377.663	9209409.647	2709.147	VEREDA
320	774576.917	9209119.319	2712.325	VEREDA	769	774376.872	9209410.441	2709.280	VEREDA
321	774578.297	9209120.946	2712.332	VEREDA	770	774376.348	9209411.497	2709.420	VIA
322	774568.476	9209130.535	2711.024	VEREDA	771	774375.824	9209412.553	2709.559	VIA
323	774566.822	9209128.909	2710.868	VIA	772	774375.830	9209413.606	2709.662	VIA
324	774564.065	9209126.200	2710.556	VIA	773	774376.890	9209413.600	2709.592	VIA
325	774561.589	9209124.851	2710.247	VIA	774	774378.744	9209413.590	2709.469	VIA
326	774558.846	9209124.593	2709.881	JARDIN	775	774380.864	9209413.578	2709.329	VIA
327	774555.577	9209128.697	2709.384	JARDIN	776	774381.924	9209413.573	2709.258	VIA
328	774549.308	9209135.815	2708.456	JARDIN	777	774382.984	9209413.567	2709.188	VIA
329	774546.011	9209134.743	2708.091	JARDIN	778	774384.049	9209414.351	2709.200	VIA
330	774547.674	9209138.003	2708.254	JARDIN	779	774384.849	9209415.400	2709.258	VIA
331	774551.799	9209140.160	2708.633	VIA	780	774385.650	9209416.448	2709.316	VIA
332	774553.996	9209140.693	2708.829	VIA	781	774386.449	9209417.234	2709.348	VIA
333	774556.472	9209142.042	2709.010	VIA	782	774387.774	9209417.227	2709.214	VIA
334	774558.952	9209144.208	2709.128	VEREDA	783	774388.833	9209416.958	2709.043	VIA
335	774556.500	9209147.218	2708.807	VIA	784	774389.624	9209416.164	2708.854	VIA
336	774560.904	9209150.191	2708.961	VIA	785	774390.947	9209415.893	2708.650	VIA
337	774563.106	9209151.814	2708.995	VIA	786	774392.802	9209415.883	2708.402	VIA
338	774561.473	9209154.002	2708.780	VIA	787	774394.657	9209415.873	2708.154	VIA
339	774560.389	9209156.460	2708.599	VIA	788	774395.981	9209415.603	2707.952	VIA
340	774558.219	9209160.831	2708.316	VIA	789	774397.038	9209415.071	2707.762	VIA
341	774553.825	9209159.765	2708.240	VIA	790	774397.561	9209413.752	2707.572	VIA
342	774551.619	9209157.597	2708.226	VIA	791	774397.552	9209412.172	2707.428	VIA
343	774551.615	9209156.780	2708.244	VIA	792	774396.753	9209411.387	2707.457	VEREDA
344	774555.435	9209153.218	2708.517	VIA	793	774388.538	9209411.431	2708.504	VIA
345	774555.434	9209152.945	2708.527	VIA	794	774387.212	9209411.175	2708.646	VIA
346	774552.398	9209149.420	2708.457	VIA	795	774386.146	9209410.128	2708.617	VIA
347	774551.298	9209148.881	2708.398	VIA	796	774385.613	9209409.604	2708.598	VIA
348	774548.820	9209146.987	2708.258	VIA	797	774386.397	9209407.494	2708.321	VIA
349	774547.699	9209142.634	2708.214	JARDIN	798	774387.719	9209406.960	2708.136	VIA
350	774547.698	9209142.362	2708.217	JARDIN	799	774389.044	9209406.953	2707.976	VIA
351	774545.226	9209141.830	2707.997	JARDIN	800	774390.372	9209407.472	2707.868	VIA
352	774543.310	9209142.386	2707.826	VIA	801	774391.701	9209408.255	2707.785	VIA
353	774543.053	9209145.656	2707.827	VIA	802	774392.762	9209408.512	2707.680	VIA
354	774542.524	9209149.201	2707.818	VIA	803	774393.559	9209408.771	2707.608	VIA
355	774538.682	9209148.677	2707.554	JARDIN	804	774395.150	9209409.026	2707.436	VIA
356	774534.836	9209147.608	2707.315	JARDIN	805	774396.476	9209409.282	2707.295	VIA
357	774537.877	9209151.950	2707.584	JARDIN	806	774398.066	9209409.273	2707.097	VIA
358	774540.351	9209153.027	2707.741	JARDIN	807	774399.125	9209409.004	2706.942	VIA
359	774540.361	9209154.934	2707.774	JARDIN	808	774400.185	9209408.999	2706.810	VIA
360	774532.681	9209154.703	2707.342	VEREDA	809	774401.774	9209408.727	2706.590	VIA
361	774531.857	9209154.435	2707.288	VEREDA	810	774403.100	9209408.983	2706.448	VIA
362	774530.233	9209158.530	2707.254	VEREDA	811	774404.161	9209409.240	2706.338	VIA
363	774531.882	9209159.066	2707.373	JARDIN	812	774405.226	9209410.025	2706.270	VIA
364	774535.455	9209160.682	2707.647	JARDIN	813	774406.290	9209410.809	2706.199	VIA
365	774538.210	9209162.846	2707.871	JARDIN	814	774407.356	9209411.856	2706.146	VIA
366	774542.881	9209164.456	2707.969	VIA	815	774407.890	9209412.643	2706.139	VIA
367	774546.454	9209166.071	2708.007	E4	816	774407.895	9209413.696	2706.220	VIA
368	774538.043	9209170.593	2707.862	VEREDA	817	774406.840	9209414.491	2706.420	VIA
369	774529.888	9209180.421	2706.922	JARDIN	818	774406.050	9209415.548	2706.609	VEREDA
370	774531.547	9209183.674	2706.879	VEREDA	819	774406.056	9209416.601	2706.693	VEREDA
371	774526.193	9209180.034	2706.737	VIA	820	774406.062	9209417.654	2706.776	VEREDA
372	774522.488	9209178.015	2706.581	JARDIN	821	774406.874	9209420.809	2706.916	VEREDA
373	774520.831	9209175.171	2706.535	JARDIN	822	774407.146	9209422.124	2706.981	VEREDA
374	774522.848	9209168.637	2706.808	JARDIN	823	774407.418	9209423.439	2707.045	VEREDA
375	774529.429	9209171.455	2707.218	VIA	824	774407.692	9209425.017	2707.129	VEREDA
376	774515.536	9209182.537	2706.146	JARDIN	825	774409.022	9209426.063	2707.014	VEREDA
377	774515.969	9209186.612	2706.137	JARDIN	826	774412.462	9209424.991	2706.430	VIA

378	774519.664	9209187.000	2706.280	VIA	827	774414.052	9209424.982	2706.197	VIA
379	774522.952	9209187.797	2706.392	VIA	828	774415.376	9209424.975	2706.003	VIA
380	774525.835	9209189.820	2706.444	VEREDA	829	774417.231	9209424.965	2705.731	VIA
381	774518.078	9209197.200	2706.099	VIA	830	774418.556	9209424.958	2705.536	VIA
382	774509.833	9209190.314	2705.910	JARDIN	831	774418.816	9209423.904	2705.433	VIA
383	774506.557	9209191.555	2705.819	JARDIN	832	774418.809	9209422.587	2705.351	VIA
384	774503.710	9209196.462	2705.823	JARDIN	833	774418.009	9209421.802	2705.416	VIA
385	774501.270	9209200.552	2705.871	JARDIN	834	774417.212	9209421.280	2705.495	VIA
386	774506.192	9209200.118	2705.922	JARDIN	835	774416.149	9209420.759	2705.610	VIA
387	774509.886	9209200.098	2705.967	VIA	836	774414.289	9209419.979	2705.818	VIA
388	774512.370	9209204.162	2705.999	via	837	774414.285	9209419.190	2705.764	VIA
389	774510.351	9209210.288	2705.338	VEREDA	838	774414.808	9209417.870	2705.602	VIA
390	774506.276	9209215.610	2704.507	VEREDA	839	774414.804	9209417.081	2705.549	VIA
391	774500.527	9209214.825	2704.598	VIA	840	774414.533	9209416.029	2705.514	VIA
392	774499.704	9209214.422	2704.628	VIA	841	774413.996	9209414.716	2705.495	VIA
393	774492.699	9209209.160	2704.636	VEREDA	842	774413.989	9209413.399	2705.405	VIA
394	774488.650	9209219.374	2703.017	JARDIN	843	774413.982	9209412.083	2705.315	VIA
395	774491.121	9209220.991	2703.006	JARDIN	844	774413.183	9209411.298	2705.362	VIA
396	774495.642	9209222.190	2703.146	VIA	845	774412.912	9209410.246	2705.322	VIA
397	774502.225	9209225.416	2702.940	VEREDA	846	774410.843	9209419.735	2706.280	VIA
398	774497.744	9209231.555	2701.880	JARDIN	847	774410.306	9209418.421	2706.257	VIA
399	774496.511	9209231.154	2701.909	JARDIN	848	774410.032	9209416.843	2706.176	VIA
400	774490.349	9209229.964	2701.890	EJE	849	774409.762	9209415.792	2706.134	VIA
401	774482.110	9209224.301	2702.110	VEREDA	850	774410.018	9209414.211	2705.981	VIA
402	774470.600	9209220.694	2701.604	VEREDA	851	774410.543	9209413.155	2705.835	VIA
403	774469.806	9209225.591	2701.388	VIA	852	774411.067	9209412.099	2705.689	VIA
404	774471.480	9209231.697	2701.231	VEREDA	853	774411.328	9209411.308	2705.599	VIA
405	774475.983	9209229.634	2701.461	VIA	854	774382.754	9209419.886	2709.856	VIA
406	774477.210	9209228.812	2701.554	VIA	855	774410.041	9209400.722	2704.974	VIA
407	774478.885	9209234.919	2701.186	VIA	856	774410.413	9209399.971	2704.876	VIA
408	774483.829	9209238.561	2700.908	VIA	857	774410.597	9209399.222	2704.801	VIA
409	774492.458	9209240.553	2700.613	VIA	858	774410.779	9209397.911	2704.685	VIA
410	774496.156	9209241.348	2700.450	VIA	859	774410.773	9209396.789	2704.603	VIA
411	774504.394	9209247.011	2699.762	VEREDA	860	774410.769	9209396.040	2704.548	VIA
412	774508.886	9209242.910	2700.350	VEREDA	861	774410.765	9209395.292	2704.494	VIA
413	774507.637	9209239.655	2700.819	VEREDA	862	774410.759	9209394.169	2704.454	VIA
414	774492.829	9209233.212	2701.550	VIA	863	774411.509	9209393.604	2704.355	VIA
415	774489.546	9209233.230	2701.491	CRUCE	864	774412.259	9209393.039	2704.257	VIA
416	774483.401	9209235.302	2701.199	VIA	865	774413.198	9209392.472	2704.140	VIA
417	774485.903	9209242.627	2700.495	JARDIN	866	774413.947	9209391.720	2704.036	VIA
418	774486.748	9209247.106	2700.068	JARDIN	867	774414.886	9209391.154	2703.921	VIA
419	774483.463	9209246.717	2700.203	JARDIN	868	774415.636	9209390.588	2703.825	VIA
420	774481.817	9209245.910	2700.318	JARDIN	869	774416.198	9209390.024	2703.749	VIA
421	774478.110	9209243.484	2700.606	JARDIN	870	774416.383	9209389.461	2703.712	VIA
422	774473.186	9209243.511	2700.728	JARDIN	871	774416.754	9209388.337	2703.638	VIA
423	774470.737	9209245.970	2700.641	JARDIN	872	774416.937	9209387.400	2703.589	VIA
424	774468.689	9209246.796	2700.651	JARDIN	873	774416.936	9209387.213	2703.583	VIA
425	774467.054	9209248.028	2700.627	JARDIN	874	774470.648	9209305.492	2700.249	VIA
426	774459.301	9209256.224	2700.556	JARDIN	875	774471.879	9209305.485	2700.152	VIA
427	774455.222	9209260.730	2700.648	VEREDA	876	774476.003	9209309.132	2700.120	VIA
428	774454.842	9209266.440	2700.437	JARDIN	877	774474.381	9209312.810	2700.541	VIA
429	774455.253	9209266.438	2700.402	JARDIN	878	774469.461	9209313.652	2700.994	VIA
430	774471.619	9209257.380	2699.864	EJE	879	774465.759	9209312.041	2701.156	VIA
431	774478.549	9209248.781	2700.198	EJE	880	774458.778	9209311.264	2701.663	VIA
432	774476.917	9209250.421	2700.132	EJE	881	774457.547	9209311.270	2701.768	VIA
433	774467.959	9209263.515	2699.658	EJE	882	774454.237	9209306.396	2701.685	VIA
434	774465.452	9209255.375	2700.258	E5	883	774448.073	9209304.799	2702.114	VIA
435	774472.409	9209251.668	2700.210	VIA	884	774442.718	9209301.158	2702.349	VIA
436	774480.630	9209254.070	2699.713	VEREDA	885	774437.368	9209298.334	2702.662	VIA
437	774476.555	9209259.392	2699.493	VEREDA	886	774434.901	9209297.532	2702.843	VIA
438	774475.734	9209259.396	2699.533	VEREDA	887	774420.898	9209288.231	2703.701	VIA
439	774472.881	9209263.081	2699.422	VEREDA	888	774428.273	9209286.152	2702.827	VIA
440	774470.864	9209269.615	2699.107	VEREDA	889	774434.418	9209284.081	2702.075	VIA

441	774466.355	9209270.454	2699.340	VIA	890	774439.336	9209282.831	2701.487	VIA
442	774464.711	9209270.056	2699.467	VIA	891	774440.971	9209281.599	2701.258	VIA
443	774461.426	9209269.666	2699.717	VIA	892	774445.059	9209278.723	2700.910	VIA
444	774456.912	9209269.690	2700.116	VIA	893	774446.685	9209275.861	2700.833	VIA
445	774450.771	9209272.577	2700.555	VEREDA	894	774450.376	9209275.433	2700.490	VIA
446	774454.476	9209274.596	2700.128	VIA	895	774435.693	9209292.227	2702.444	VIA
447	774459.820	9209276.197	2699.540	EJE	896	774436.518	9209293.038	2702.413	VIA
448	774463.520	9209277.400	2699.144	VIA	897	774445.986	9209298.287	2701.854	VIA
449	774465.995	9209279.833	2698.822	VEREDA	898	774446.806	9209298.283	2701.777	VIA
					899	774475.964	9209225.965	2701.674	VIA

ANEXO 05.

TABLA DE INFILTRACIÓN PARA CADA SUB CUENCA.

TABLA N°21. Tabla de infiltración para cada sub cuenca.

Sub cuenca	Área (ha)	C - C	C - A	R - U	R -MS	R - MA	R - SU	O - PC	O - PJ	P - AC	P - L	TA	IMPERMEABILIDAD (%)
		0.7-0.95	0.5-0.7	0.3-0.5	0.4-0.6	0.6-0.75	0.25-0.4	0.1-0.25	0.2-0.35	0.7-0.95	0.7-0.95	0.7-0.95	
SC-1	0.14			0.1								0.04	52.14
SC-2	0.27			0.22								0.05	47.87
SC-3	0.54			0.45								0.09	47.08
SC-4	0.59			0.4								0.19	53.69
SC-5	0.17			0.15								0.02	45.00
SC-6	0.15			0.1								0.05	54.17
SC-7	0.24			0.16								0.08	54.17
SC-8	0.6			0.3								0.3	61.25
SC-9	0.61			0.4								0.21	54.63
SC-10	0.19			0.1								0.09	60.13
SC-11	0.25			0.16								0.09	55.30
SC-12	0.65			0.42								0.23	55.04
SC-13	0.74			0.5								0.24	53.78
SC-14	0.2			0.12								0.08	57.00
SC-15	0.39			0.3								0.09	49.81
SC-16	0.82			0.75								0.07	43.63
SC-17	0.14			0.1								0.04	52.14
SC-18	0.89			0.73								0.16	47.64
SC-19	0.92			0.8								0.12	45.54
SC-20	0.15			0.1								0.05	54.17
SC-21	0.78			0.6								0.18	49.81
SC-22	0.06			0.04								0.02	54.17
SC-23	0.5			0.3								0.2	57.00
SC-24	1.18			1								0.18	46.48
SC-25	0.08			0.04								0.04	61.25
SC-26	0.19			0.12								0.07	55.66
SC-27	0.83			0.76								0.07	43.58
SC-28	0.96			0.82								0.14	46.20
SC-29	0.25			0.16								0.09	55.30
SC-30	0.21			0.15								0.06	52.14
SC-31	0.83			0.73								0.1	45.12
SC-32	0.78			0.69								0.09	44.90
SC-33	0.66			0.54								0.12	47.73
SC-34	0.64			0.55								0.09	45.98
SC-35	0.62			0.52								0.1	46.85

SC-36	0.57		0.46				0.11	48.20
SC-37	0.79		0.62				0.17	49.15
SC-38	0.47		0.32				0.15	53.56
SC-39	0.86		0.73				0.13	46.42
SC-40	0.4		0.23				0.17	58.06
SC-41	0.18		0.1				0.08	58.89
SC-42	0.24		0.13				0.11	59.48
SC-43	0.13		0.09				0.04	53.08
SC-44	0.54		0.38				0.16	52.59
SC-45	0.91		0.8				0.11	45.14
SC-46	0.17		0.1				0.07	57.50
SC-47	0.16		0.11				0.05	53.28
SC-48	0.65		0.52				0.13	48.50
SC-49	0.43		0.32				0.11	50.87
SC-50	0.21		0.16				0.05	50.12
SC-51	0.22		0.1				0.12	63.18
SC-52	0.27		0.13				0.14	62.04
SC-53	0.28		0.12				0.16	64.29
SC-54	0.22		0.14				0.08	55.45
SC-55	0.47		0.29				0.18	56.28
SC-56	0.31		0.21				0.1	53.71
SC-57	0.22		0.11				0.11	61.25
SC-58	0.17		0.1				0.07	57.50
SC-59	0.11		0.08				0.03	51.59
SC-60	0.13		0.09				0.04	53.08
SC-61	0.17		0.09				0.08	60.00
SC-62	0.9		0.05				0.85	80.14
SC-63	0.35		0.23				0.12	54.57
SC-64	0.38		0.3				0.08	48.95
SC-65	0.12				0.1		0.02	65.83
SC-66	0.2		0.12				0.08	57.00
SC-67	0.27		0.2				0.07	51.02
SC-68	0.16		0.09				0.07	58.59
SC-69	0.45				0.4		0.05	64.72
SC-70	0.09		0.05			0.04		58.89
SC-71	0.08		0.05			0.03		55.94
SC-72	0.28		0.2			0.08		52.14
SC-73	0.09		0.05			0.04		58.89
SC-74	0.15		0.1			0.05		54.17
SC-75	0.09		0.05			0.04		58.89

SC-76	0.14		0.1			0.04		52.14
SC-77	0.19				0.12	0.07		69.87
SC-78	0.28		0.24			0.04		46.07
SC-79	0.23		0.18			0.05		49.24
SC-80	0.43		0.38			0.05		44.94
SC-81	0.11		0.07			0.04		55.45
SC-82	0.42				0.39		0.03	63.93
SC-83	0.12		0.08			0.04		54.17
SC-84	0.13		0.1			0.03		49.81
SC-85	0.51		0.45			0.06		45.00
SC-86	0.7		0.6			0.1		46.07
SC-87	0.51		0.45			0.06		45.00
SC-88	0.14		0.1			0.04		52.14
SC-89	0.15		0.1			0.05		54.17
SC-90	0.48		0.43			0.05		44.43
SC-91	0.43		0.35			0.08		47.91
SC-92	0.36		0.3			0.06		47.08
SC-93	0.43		0.35			0.08		47.91
SC-94	0.12		0.08			0.04		54.17
SC-95	0.06		0.04			0.02		54.17
SC-96	0.85				0.78	0.07		64.15
SC-97	0.12		0.09			0.03		50.63
SC-98	0.4		0.3			0.1		50.63
SC-99	0.16		0.1			0.06		55.94
SC-100	0.12		0.08			0.04		54.17
SC-101	0.11		0.08			0.03		51.59
SC-102	0.21		0.15			0.06		52.14
SC-103	0.23		0.16			0.07		52.93
SC-104	0.07		0.04			0.03		58.21
SC-105	0.07		0.04			0.03		58.21
SC-106	0.24		0.15			0.09		55.94
SC-107	0.2		0.12			0.08		57.00
SC-108	0.28		0.2			0.08		52.14
SC-109	0.12		0.04			0.08		68.33
SC-110	0.05		0.03			0.02		57.00
SC-111	0.24		0.15			0.09		55.94
SC-112	0.29				0.2	0.09		68.71
SC-113	0.24		0.15			0.09		55.94
SC-114	0.21		0.19			0.02		44.05
SC-115	0.04		0.03			0.01		50.63

SC-116	0.18	0.1		0.08	58.89
SC-117	0.16	0.1		0.06	55.94
SC-118	0.22	0.16		0.06	51.59
SC-119	0.06	0.04		0.02	54.17
SC-120	0.33	0.25		0.08	50.30
SC-121	0.14	0.1		0.04	52.14
SC-122	0.2	0.1		0.1	61.25
SC-123	0.17	0.1		0.07	57.50
SC-124	0.16	0.1		0.06	55.94
SC-125	0.15	0.1		0.05	54.17
SC-126	0.2	0.1		0.1	61.25
SC-127	0.12	0.08		0.04	54.17
SC-128	0.19	0.11		0.08	57.89
SC-129	0.38	0.25		0.13	54.54
SC-130	0.12	0.06		0.06	61.25
SC-131	0.53	0.45		0.08	46.42
SC-132	0.3	0.2		0.1	54.17
SC-133	0.21	0.12		0.09	58.21
SC-134	0.12	0.07		0.05	57.71
SC-135	0.08	0.05		0.03	55.94
SC-136	0.39	0.25		0.14	55.26
SC-137	0.26	0.15		0.11	57.98
SC-138	0.35	0.29		0.06	47.29
SC-139	0.39	0.3		0.09	49.81
SC-140	0.19	0.1		0.09	60.13
SC-141	0.46	0.35		0.11	50.16
SC-142	0.09	0.04		0.05	63.61
SC-143	0.12	0.08		0.04	54.17
SC-144	0.17	0.09		0.08	60.00
SC-145	0.11	0.08		0.03	51.59
SC-146	0.53	0.4		0.13	50.42
SC-147	0.46	0.38		0.08	47.39
SC-148	0.25	0.19		0.06	50.20
SC-149	0.84	0.7		0.14	47.08
SC-150	0.17	0.1		0.07	57.50
SC-151	0.17	0.1		0.07	57.50
SC-152	1.08	0.9		0.18	47.08
SC-153	0.26	0.15		0.11	57.98
SC-154	0.17	0.1		0.07	57.50
SC-155	0.22	0.16		0.06	51.59

SC-156	0.24		0.16			0.08		54.17
SC-157	0.13		0.09			0.04		53.08
SC-158	0.19		0.11			0.08		57.89
SC-159	0.06		0.04			0.02		54.17
SC-160	0.16		0.12			0.04		50.63
SC-161	0.21		0.16			0.05		50.12
SC-162	0.09		0.05			0.04		58.89
SC-163	0.28		0.19			0.09		53.66
SC-164	0.23		0.18			0.05		49.24
SC-165	0.33		0.25			0.08		50.30
SC-166	0.1		0.06			0.04		57.00
SC-167	0.22		0.18			0.04		47.73
SC-168	0.21		0.16			0.05		50.12
SC-169	0.21		0.16			0.05		50.12
SC-170	0.52		0.45			0.07		45.72
SC-171	0.09		0.05			0.04		58.89
SC-172	0.13		0.09			0.04		53.08
SC-173	0.27		0.18			0.09		54.17
SC-174	0.2		0.12			0.08		57.00
SC-175	0.15		0.1			0.05		54.17
SC-176	0.11		0.06			0.05		59.32
SC-177	0.09		0.05			0.04		58.89
SC-178	0.03		0.02			0.01		54.17
SC-179	0.14		0.1			0.04		52.14
SC-180	0.1		0.06			0.04		57.00
SC-181	0.27		0.2			0.07		51.02
SC-182	0.23		0.15			0.08		54.78
SC-183	0.17		0.1			0.07		57.50
SC-184	0.18		0.12			0.06		54.17
SC-185	0.11		0.06			0.05		59.32
SC-186	0.11		0.06			0.05		59.32
SC-187	0.17		0.1			0.07		57.50
SC-188	0.69				0.65	0.04		30.69
SC-189	0.34				0.3	0.04		33.97
SC-190	0.81				0.79		0.02	28.86
SC-191	0.51				0.45	0.06		33.97
SC-192	0.72		0.5			0.22		52.99
SC-193	0.63			0.4		0.23		69.80
SC-194	0.62		0.55			0.07		44.80
SC-195	0.64		0.59			0.05		43.32

SC-196	0.21		0.18			0.03	46.07
SC-197	0.46			0.35		0.11	67.28
SC-198	0.44			0.37		0.07	65.68
SC-199	0.2			0.1		0.1	72.50
SC-200	0.84			0.75		0.09	64.64
SC-201	0.09		0.05			0.04	58.89
SC-202	0.31		0.25			0.06	48.23
SC-203	0.3			0.15		0.15	72.50
SC-204	0.48			0.3		0.18	70.00
SC-205	0.61			0.2		0.41	75.94
SC-206	0.63		0.55			0.08	45.40
SC-207	0.41		0.35			0.06	46.22
SC-208	0.36		0.29			0.07	48.26
SC-209	0.2		0.12			0.08	57.00
SC-210	0.34			0.1		0.24	76.62
SC-211	0.33			0.1		0.23	76.44
SC-212	0.63			0.1		0.53	79.33
SC-213	0.45		0.35			0.1	49.44
SC-214	0.33		0.25			0.08	50.30
SC-215	0.48		0.4			0.08	47.08
SC-216	0.52		0.45			0.07	45.72
SC-217	0.19		0.1			0.09	60.13
SC-218	0.23		0.15			0.08	54.78
SC-219	0.29		0.19			0.1	54.66
SC-220	0.19		0.15			0.04	48.95
SC-221	0.26		0.16			0.1	56.35
SC-222	0.13		0.09			0.04	53.08
SC-223	0.5		0.3			0.2	57.00
SC-224	0.34		0.2			0.14	57.50
SC-225	0.21		0.14			0.07	54.17
SC-226	0.48		0.3			0.18	55.94
SC-227	0.7		0.54			0.16	49.71

ANEXO 06.
PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA N°5 Medición del ancho de vía del Jirón Los Sauces cuadra 1 – urbanización El Ingenio – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N°6 Levantamiento topográfico cuadra 2 del jirón Los Sauces – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 7 Jirón Los Sauces cuadra 4 – urbanización El Ingenio – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 8 Colector 2, entre el jirón Los Pinos y Los Sauces – urbanización El Ingenio – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 9 Colector 3 prolongación Tayabamba– urbanización El Ingenio – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 10 Construcciones sobre las cunetas para paso vehicular en la cuadra 4 del Jr. Los Sauces – urbanización El Ingenio – Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 11 Falta de mantenimiento en cunetas de la cuadra 3 del Jr. Los Sauces - Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 12 Inundación entre el jirón Los Sauces y el jirón el Naranjo por las fuertes lluvias - Cajamarca.



FOTOGRAFÍA N° 13 Falla del sistema de drenaje del Jirón Los Sauces cuadra 4 -

Cajamarca.

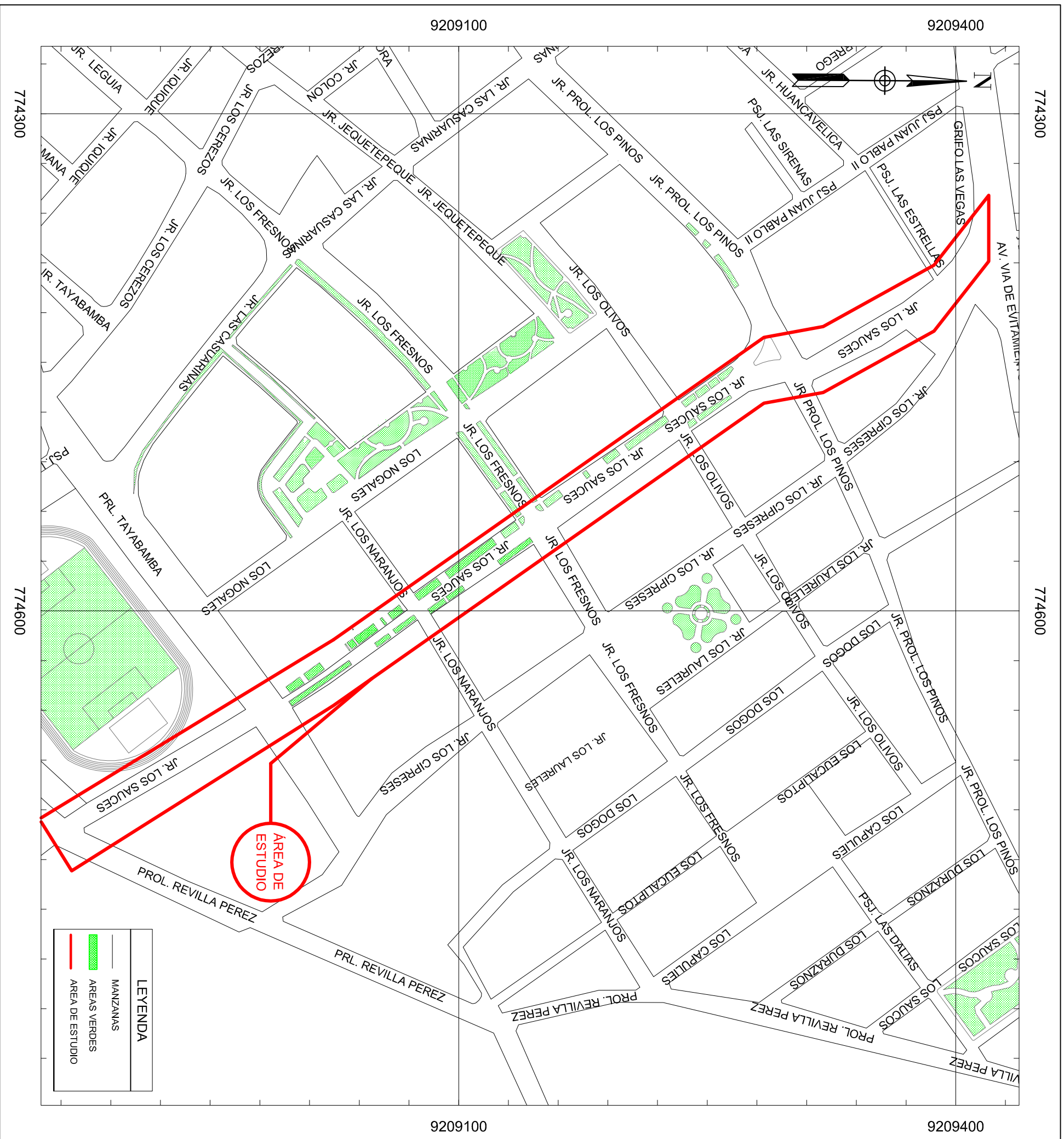


ANEXO 07.

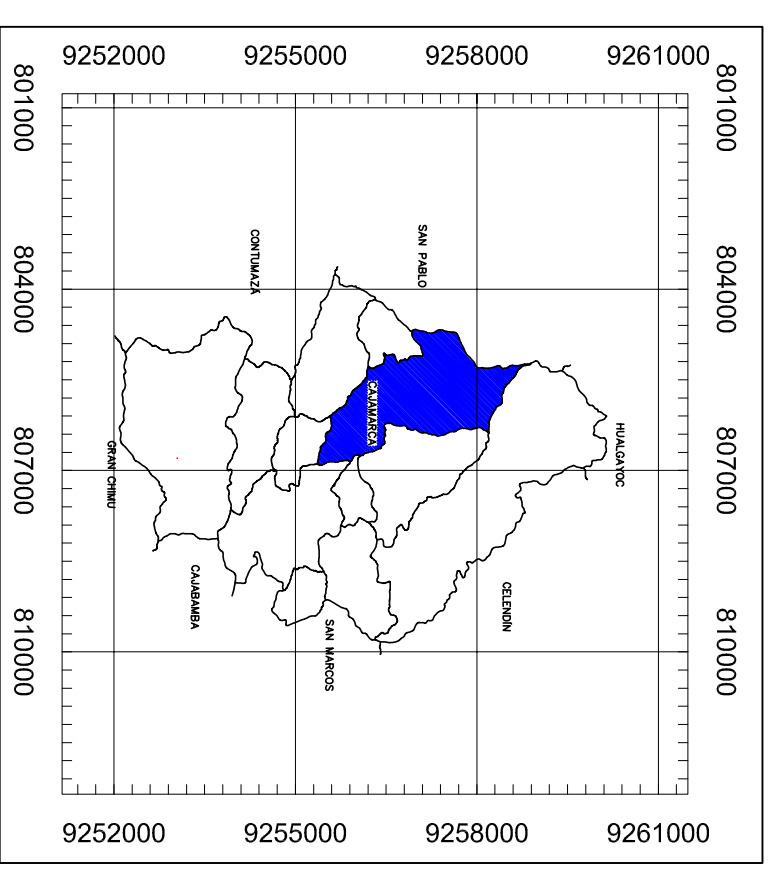
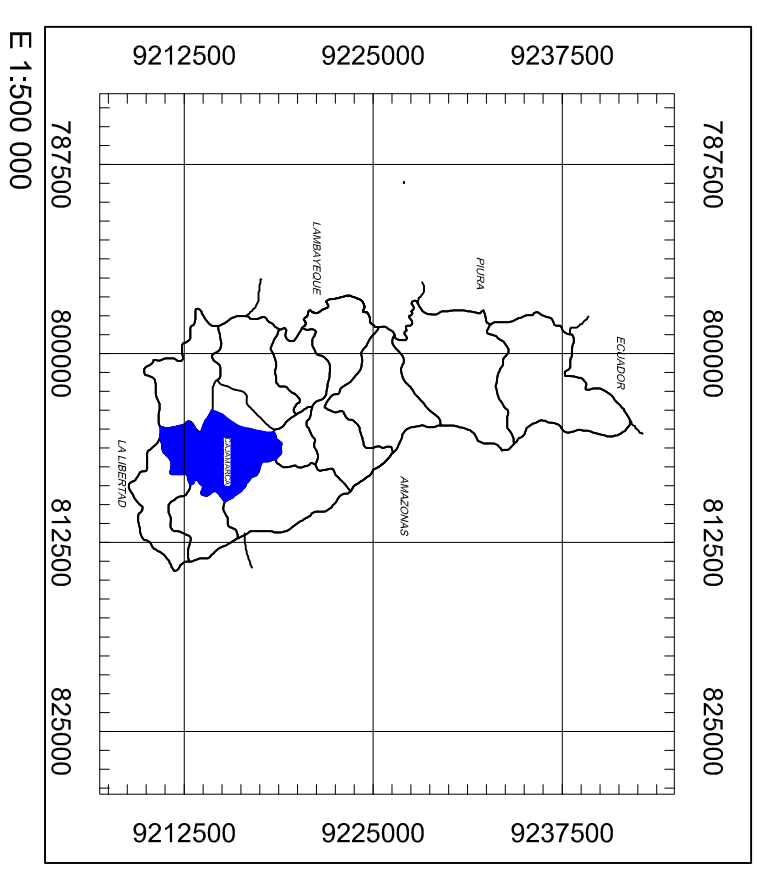
PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN

JR. LOS SAUCES - URBANIZACIÓN EL INGENIO

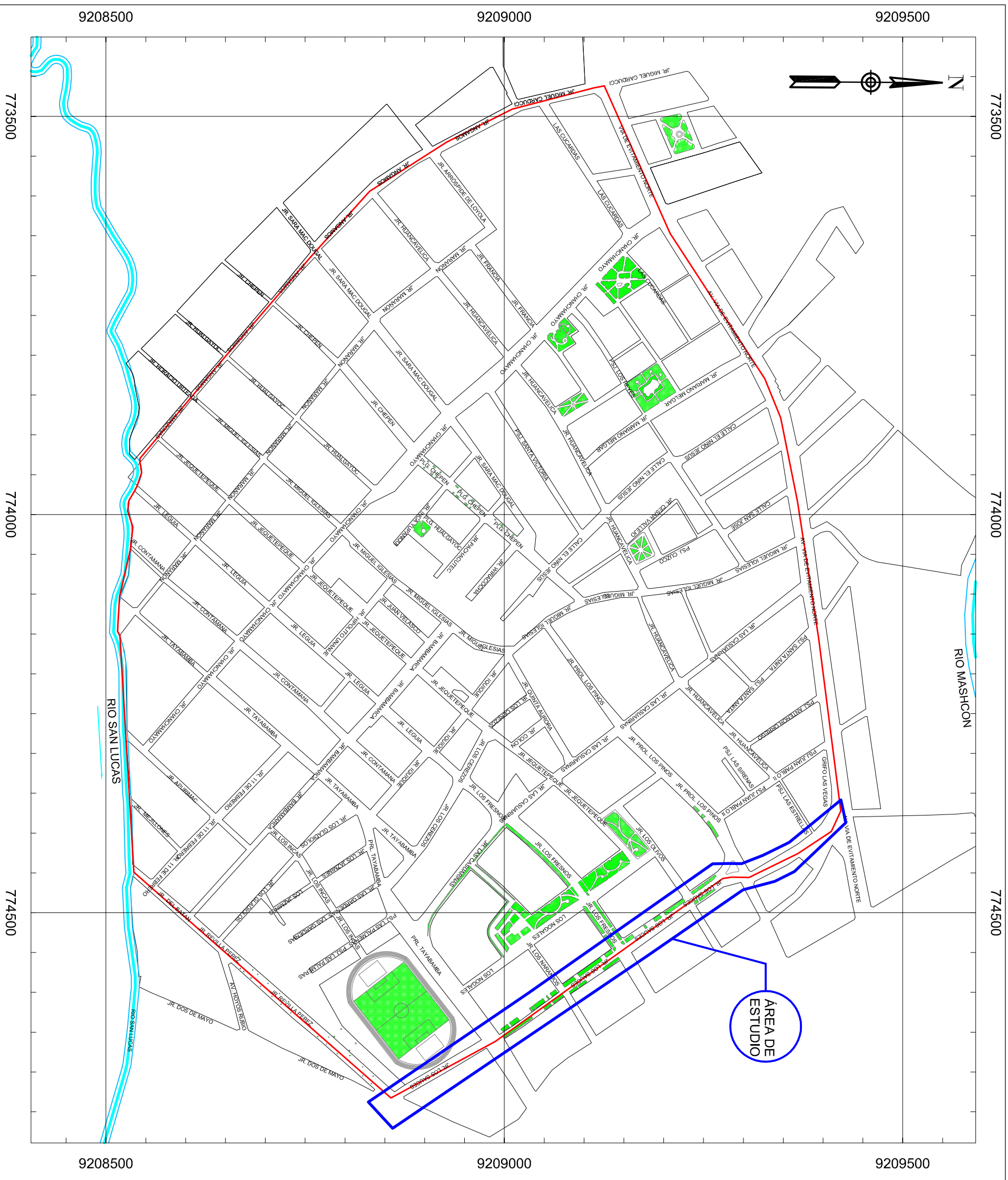


PLANO DE LOCALIZACIÓN

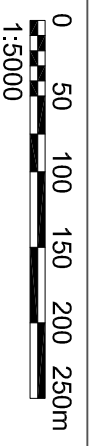


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA	
TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.
ASESOR:	MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ
ESCALA:	INDICADA PLANO N°: UB-01

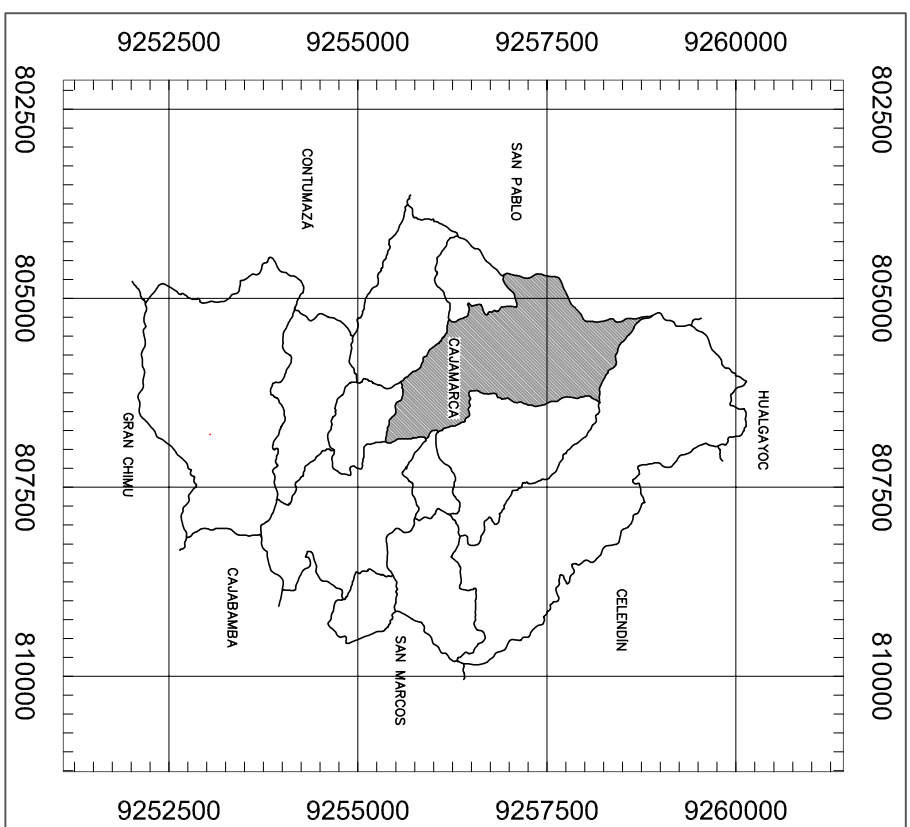
PLANO DE ÁREA DE ANÁLISIS



Fuente: Elaboración propia en base al plano de sectorización de la ciudad de Cajamarca (2013)



PLANO DISTRICTAL



E 1:100 000

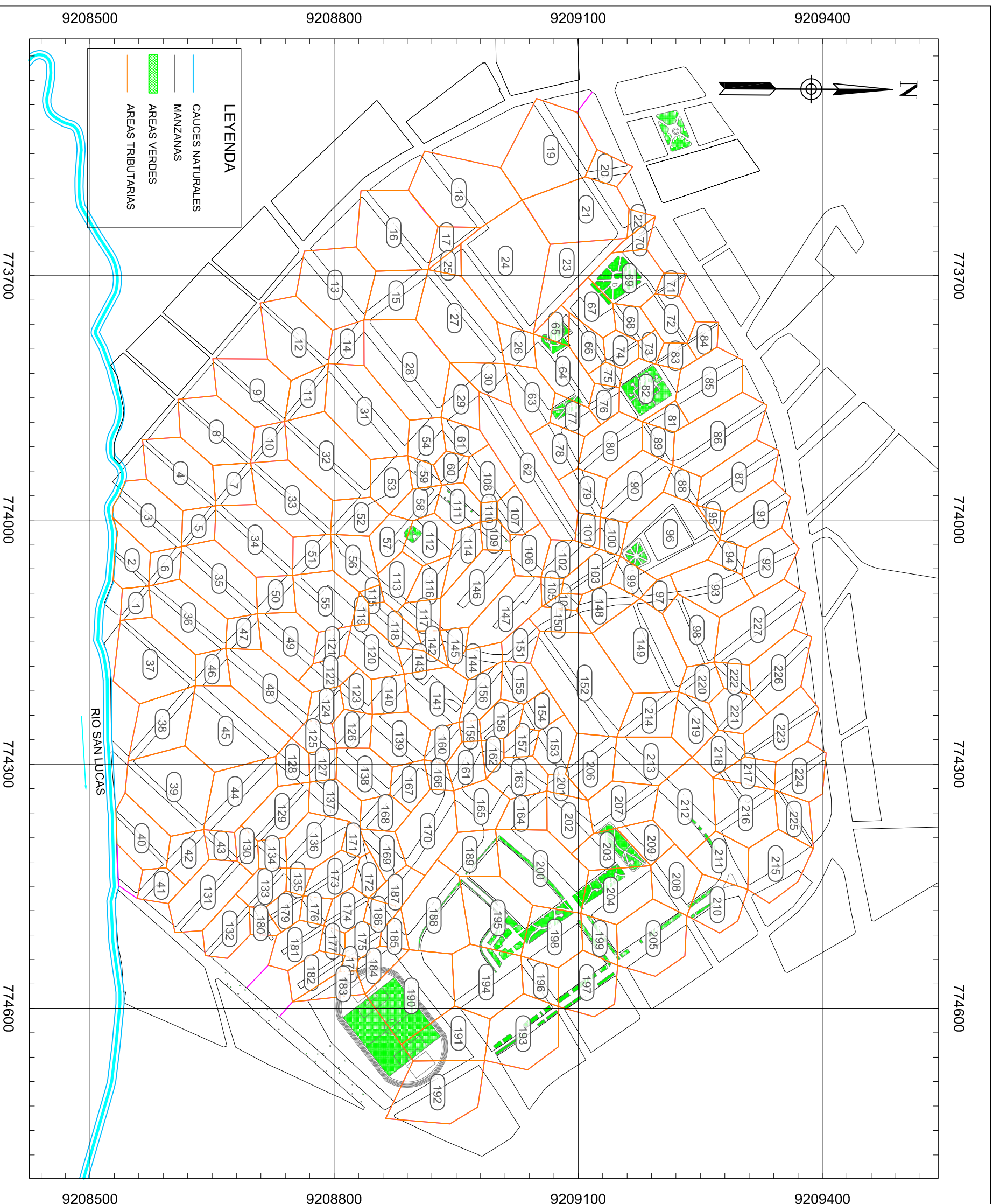
LEYENDA	
	CAUCES NATURALES
	AREA DE ANÁLISIS
	MANZANAS
	AREAS VERDES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.		
ASESOR:	Msc. Ing. JOSÉ H. LONGA ALVAREZ		
ESCALA:	1:5000	PLANO N°:	AE - 01

PLANO DE ÁREAS TRIBUTARIAS



CUADRO DE ÁREAS TRIBUTARIAS

N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)
1	0.14	21	0.78	41	0.18	61	0.17	81	0.46
2	0.27	22	0.08	42	0.24	62	0.90	82	0.09
3	0.54	23	0.50	43	0.13	63	0.35	83	0.12
4	0.59	24	1.18	44	0.54	64	0.38	84	0.13
5	0.17	25	0.08	45	0.91	65	0.12	85	0.11
6	0.15	26	0.19	46	0.17	66	0.20	86	0.17
7	0.24	27	0.83	47	0.16	67	0.27	87	0.46
8	0.60	28	0.98	48	0.65	68	0.16	88	0.25
9	0.61	29	0.25	49	0.43	69	0.45	89	0.15
10	0.25	30	0.21	50	0.21	70	0.09	90	0.17
11	0.65	31	0.83	51	0.22	71	0.08	91	0.43
12	0.20	32	0.78	52	0.27	72	0.28	92	0.09
13	0.74	33	0.68	53	0.28	73	0.09	93	0.15
14	0.20	34	0.64	54	0.22	74	0.15	94	0.17
15	0.39	35	0.62	55	0.47	75	0.09	95	0.17
16	0.82	36	0.57	56	0.31	76	0.14	96	0.17
17	0.14	37	0.79	57	0.22	77	0.19	97	0.19
18	0.89	38	0.47	58	0.17	78	0.28	98	0.19
19	0.82	39	0.88	59	0.11	79	0.23	99	0.06
20	0.15	40	0.40	60	0.13	80	0.43	100	0.16

N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)	N°	Area (ha)
81	0.11	101	0.21	121	0.14	141	0.46	161	0.26
82	0.42	102	0.21	122	0.20	142	0.09	162	0.13
83	0.12	103	0.23	123	0.17	143	0.12	163	0.28
84	0.13	104	0.07	124	0.16	144	0.17	164	0.34
85	0.51	105	0.07	125	0.15	145	0.11	165	0.21
86	0.70	106	0.24	126	0.20	146	0.53	166	0.48
87	0.51	107	0.20	127	0.12	147	0.46	167	0.70
88	0.14	108	0.28	128	0.19	148	0.25	168	0.36
89	0.15	109	0.12	129	0.38	149	0.84	169	0.20
90	0.48	110	0.05	130	0.12	150	0.17	170	0.34
91	0.43	111	0.24	131	0.53	151	0.17	171	0.33
92	0.36	112	0.29	132	0.30	152	1.08	172	0.63
93	0.43	113	0.24	133	0.21	153	0.26	173	0.45
94	0.12	114	0.21	134	0.12	154	0.17	174	0.33
95	0.06	115	0.04	135	0.08	155	0.22	175	0.48
96	0.85	116	0.18	136	0.39	156	0.24	176	0.21
97	0.12	117	0.16	137	0.26	157	0.13	177	0.19
98	0.40	118	0.22	138	0.35	158	0.19	178	0.23
99	0.16	119	0.06	139	0.39	159	0.06	179	0.29
100	0.12	120	0.33	140	0.19	160	0.16	180	0.19
101	0.27	161	0.21	201	0.09	221	0.26	241	0.26
102	0.09	162	0.23	202	0.31	222	0.13	242	0.13
103	0.28	163	0.17	203	0.30	223	0.50	243	0.34
104	0.23	164	0.18	204	0.48	224	0.34	244	0.34
105	0.33	165	0.11	205	0.61	225	0.21	245	0.21
106	0.10	166	0.11	206	0.36	226	0.48	246	0.48
107	0.22	167	0.17	207	0.41	227	0.70	247	0.70
108	0.21	168	0.69	208	0.36	228	0.36	248	0.36
109	0.21	169	0.34	209	0.20	229	0.20	249	0.20
110	0.52	170	0.81	210	0.34	230	0.34	250	0.34
111	0.09	171	0.51	211	0.33	231	0.33	251	0.33
112	0.13	172	0.72	212	0.12	232	0.63	252	0.63
113	0.27	173	0.63	213	0.45	233	0.45	253	0.45
114	0.20	174	0.84	214	0.33	234	0.33	254	0.33
115	0.15	175	0.64	215	0.48	235	0.48	255	0.48
116	0.11	176	0.21	216	0.26	236	0.26	256	0.26
117	0.09	177	0.46	217	0.19	237	0.19	257	0.19
118	0.03	178	0.44	218	0.23	238	0.23	258	0.23
119	0.14	179	0.20	219	0.29	239	0.29	259	0.29
120	0.10	180	0.84	220	0.19	240	0.19	260	0.19

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

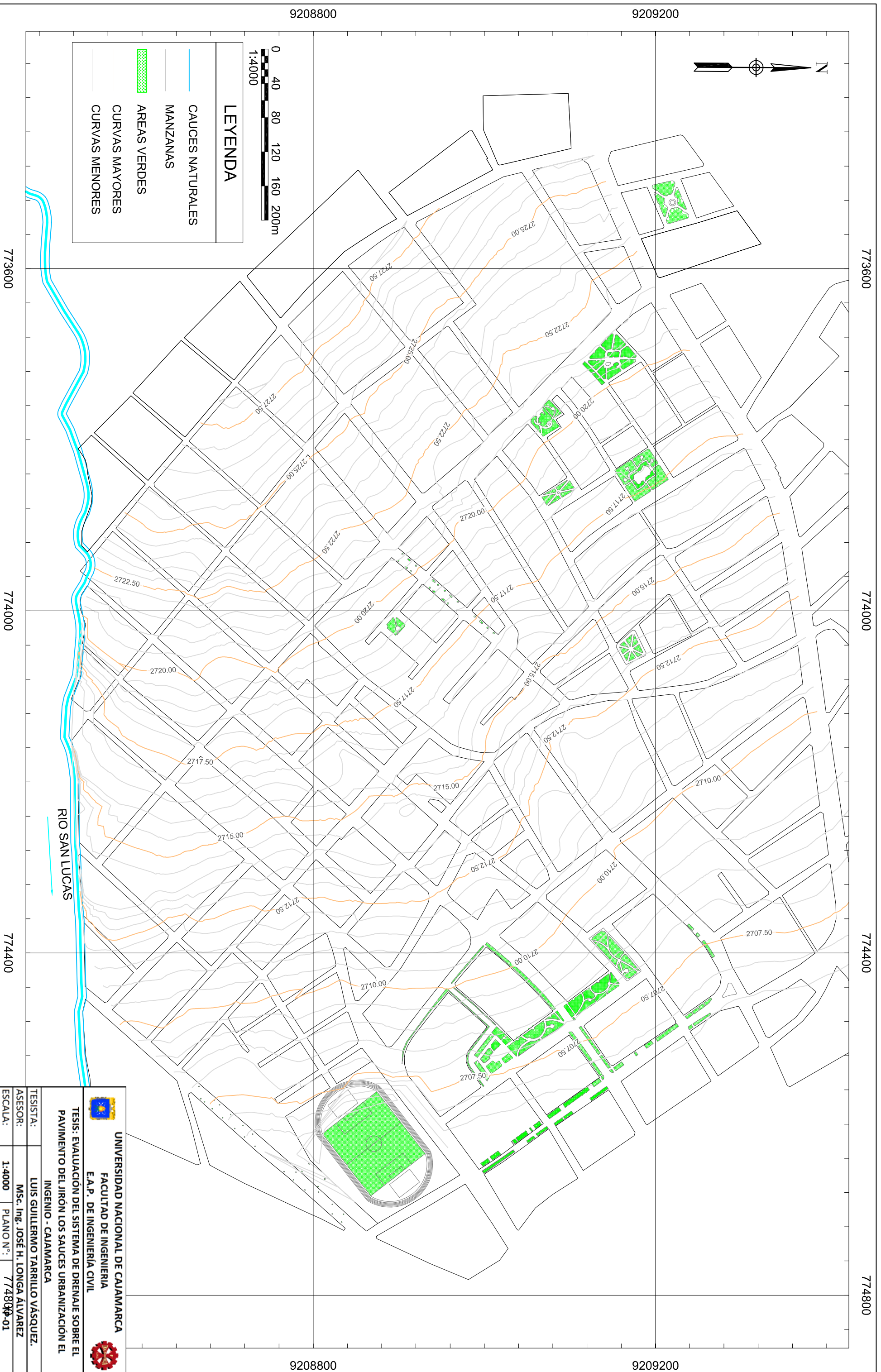
TESISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.

ASESOR: Msc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ

ESCALA: 1:5000 PLANO N°: AT - 01

Fuente: Elaboración propia en base al plano de sectorización de la ciudad de Cajamarca (2013)

PLANO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO



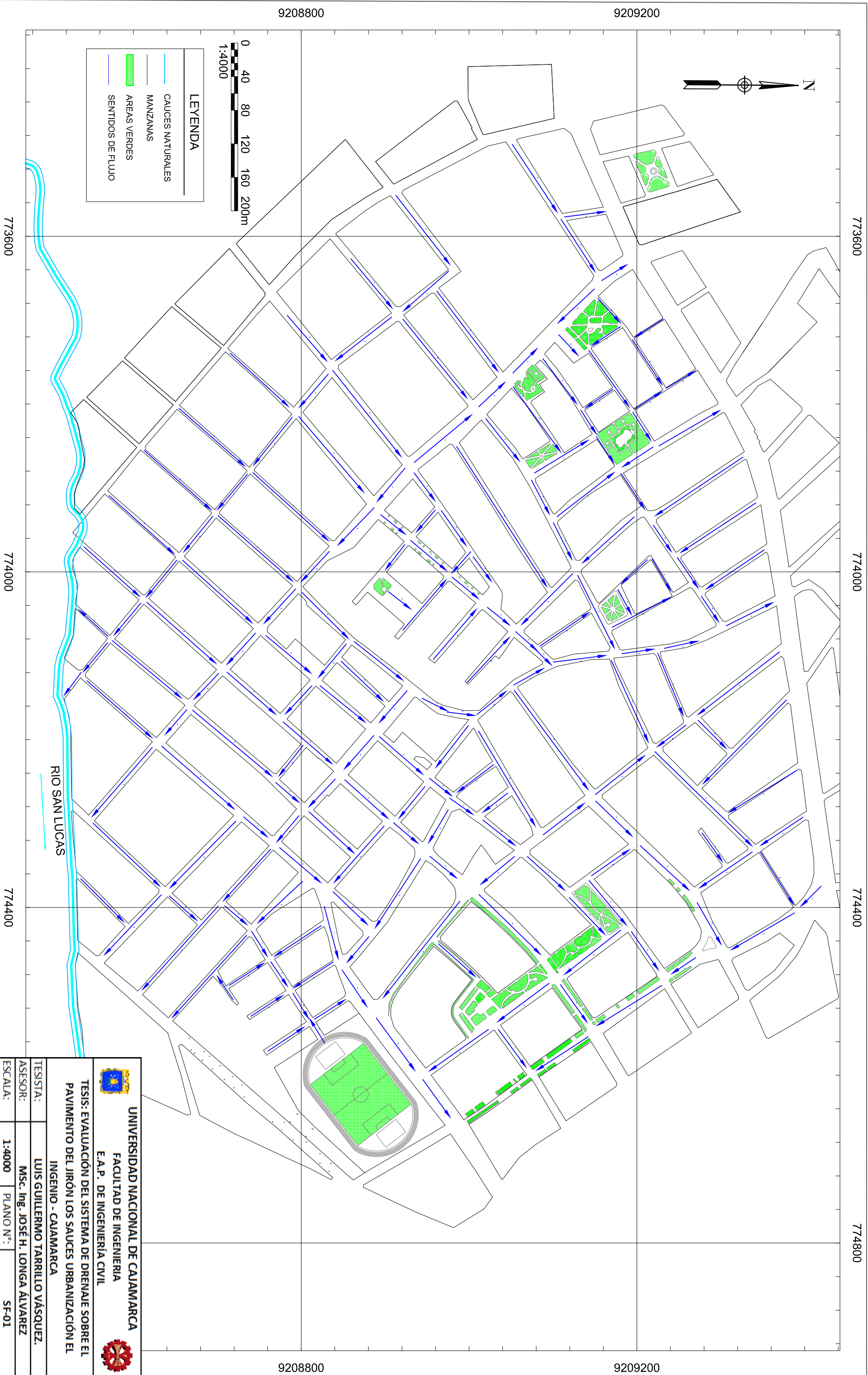
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.
ASESOR:	MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ
ESCALA:	1:4000 PLANO N.º: 774800-01

Fuente: Elaboración propia en base al plano de sectorización de la ciudad de Cajamarca (2013)

PLANO DE SENTIDOS DE FLUJO



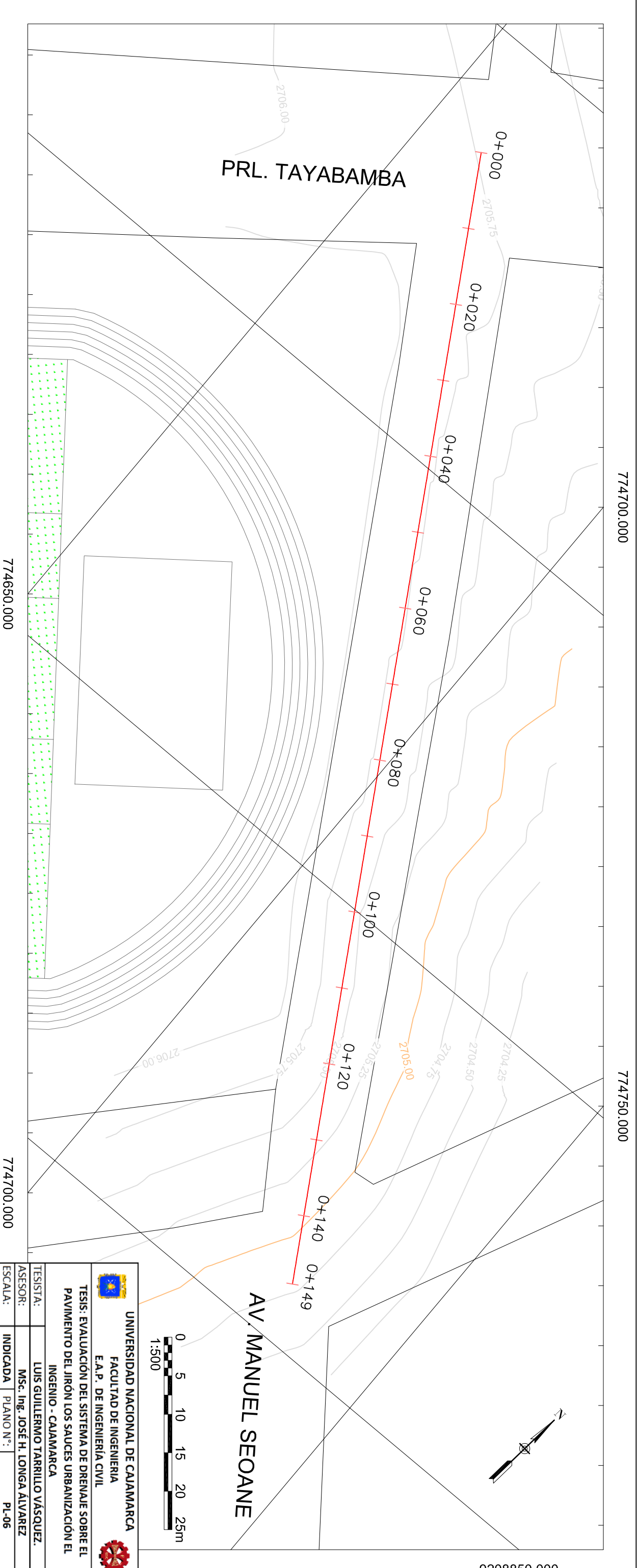
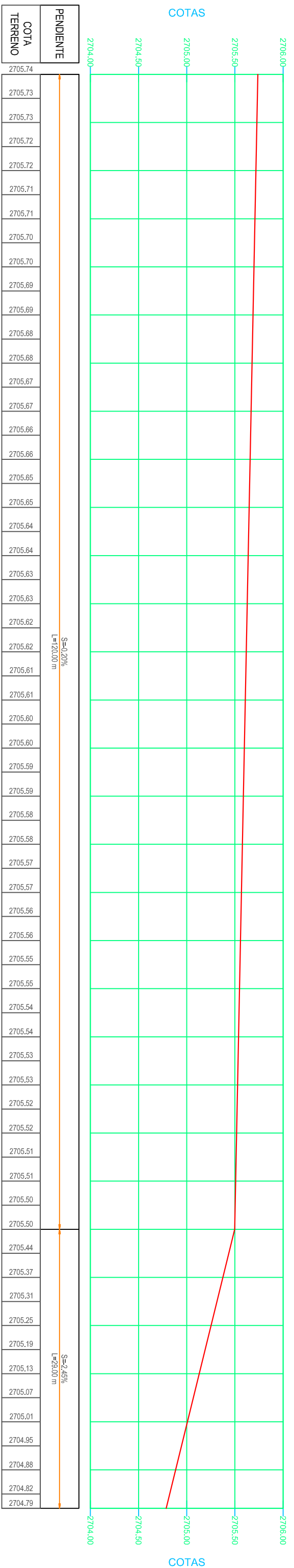
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.		
ASESOR:	Msc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ		
ESCALA:	1:4000	PLANO N.º:	SF-01

PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+149.00

ESC. H: 1/400
V: 1/40



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

TESISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.
 ASESOR: Msc. Ing. JOSÉ H. LONGA ALVAREZ

INDICADA PLANO N°: PL-06

ESCALA: 1:500

774650.000

774700.000

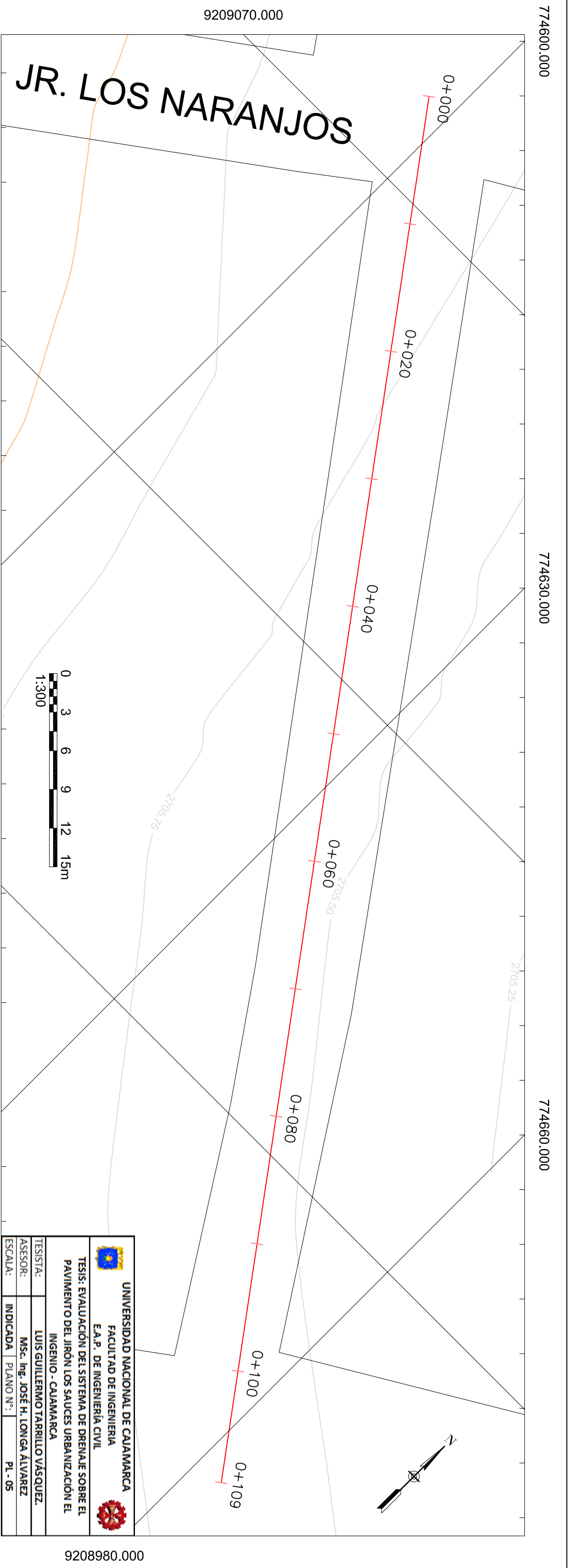
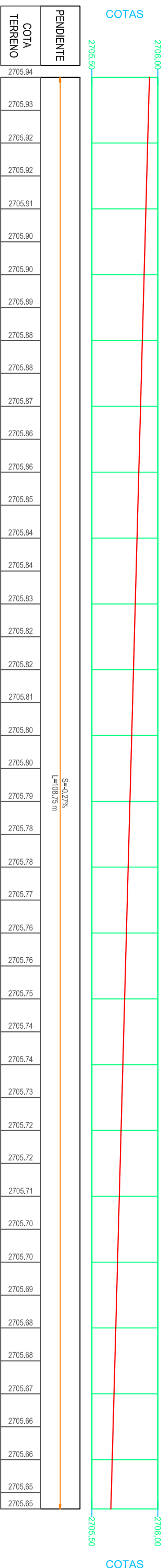
774750.000

9208850.000

JR. LOS SAUCES CUADRA 5-URBANIZACIÓN EL INGENIO

ESC. H: 1/300
V: 1/30

PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+108.75



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

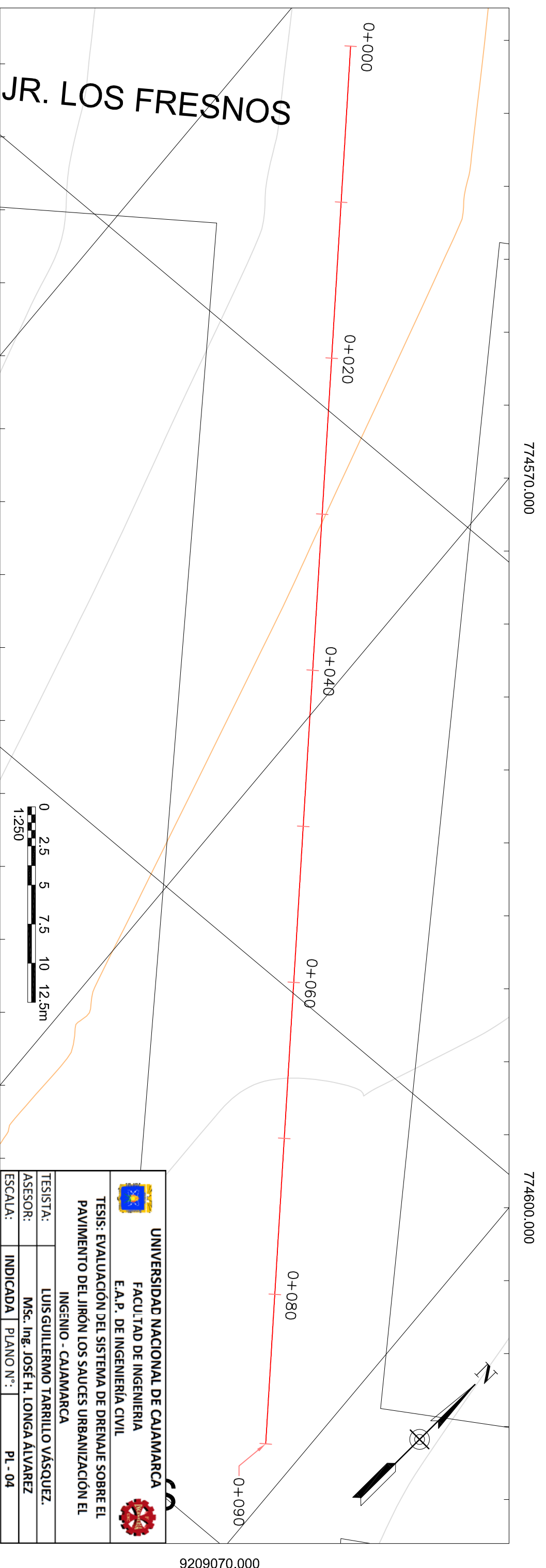
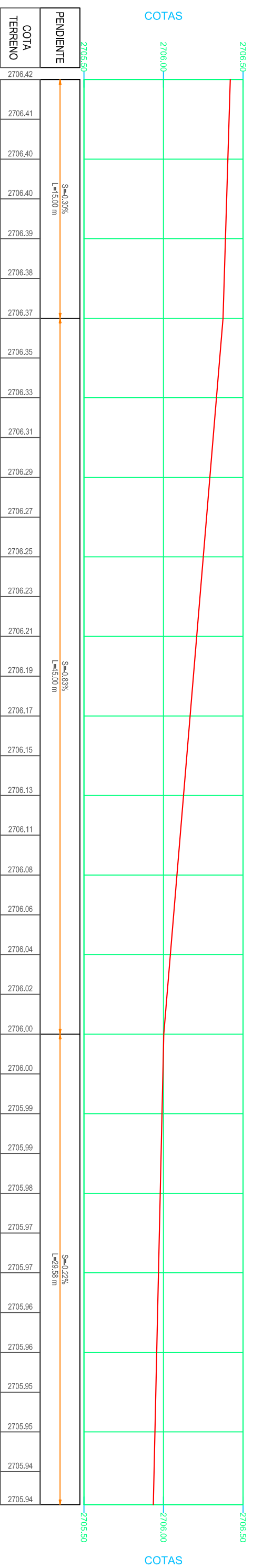
TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA


TESISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ
 ASESOR: MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ALVAREZ
 ESCALA: INDICADA PLANO N°: PL-05

JR. LOS SAUCES CUADRA 4--URBANIZACIÓN EL INGENIO

ESC. H: 1/250
V: 1/25

PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+089.58




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL

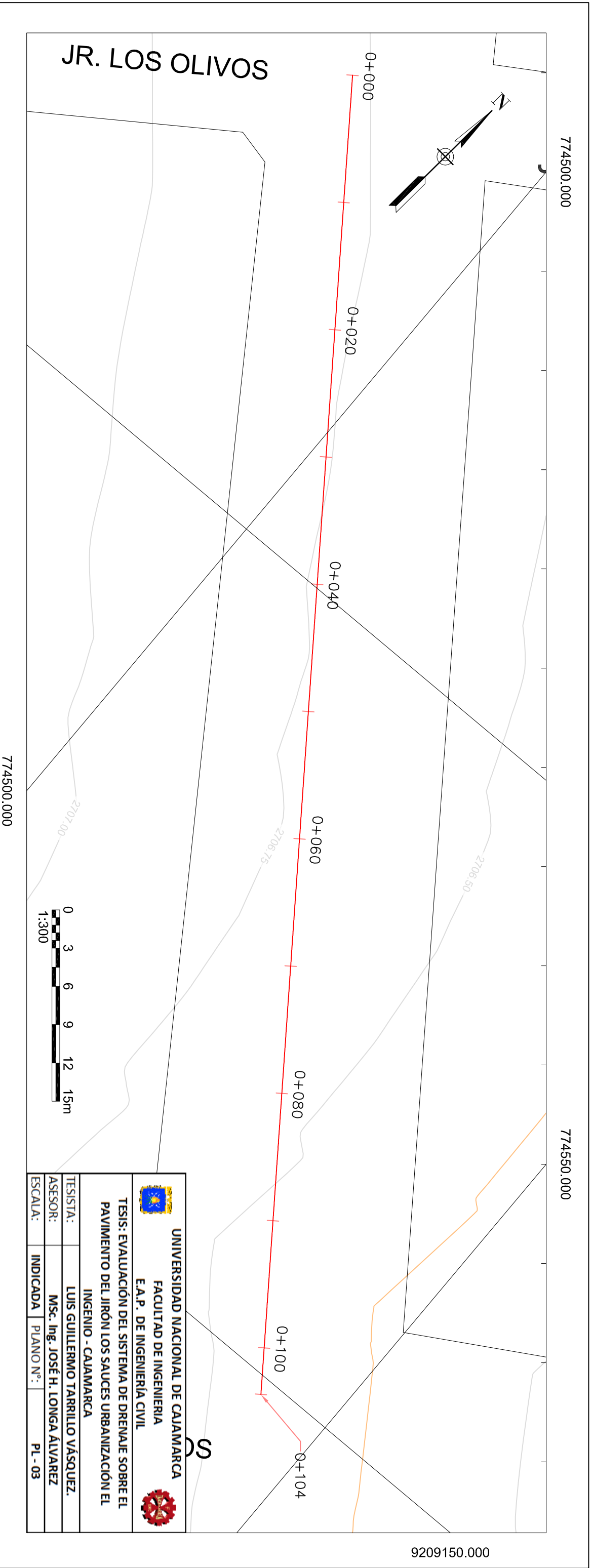
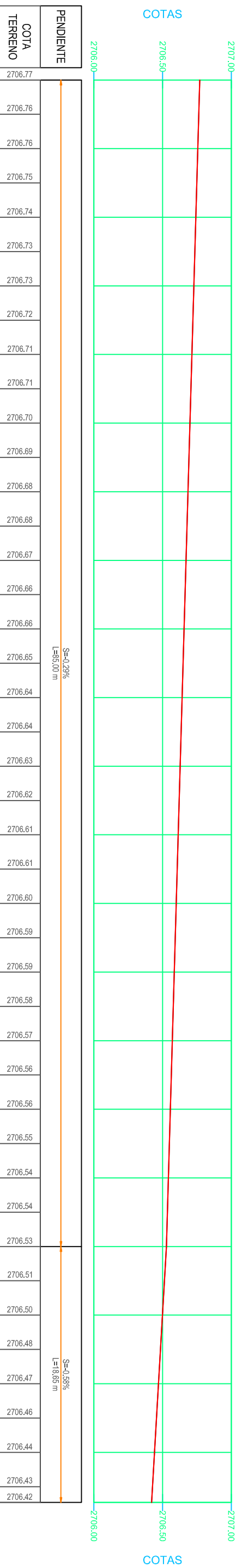
TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA

TESISISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.
 ASESOR: MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ
 ESCALA: INDICADA PLANO N°: PL - 04

JR. LOS SAUCES CUADRA 3-URBANIZACIÓN EL INGENIO

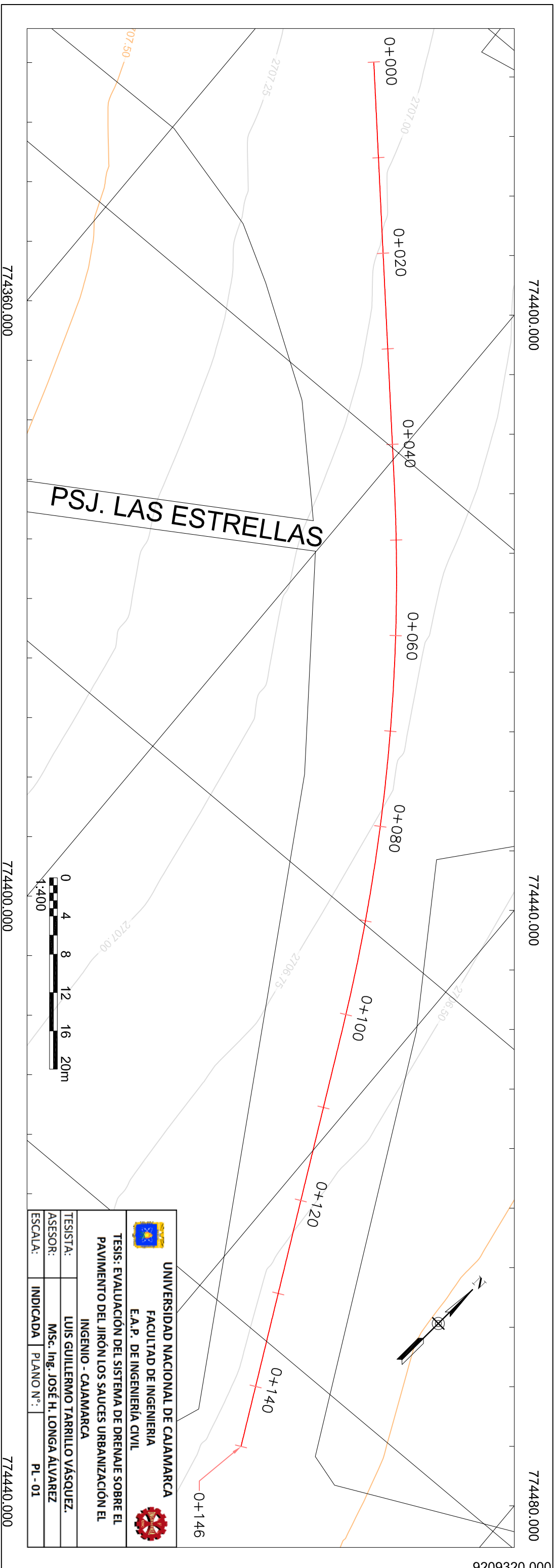
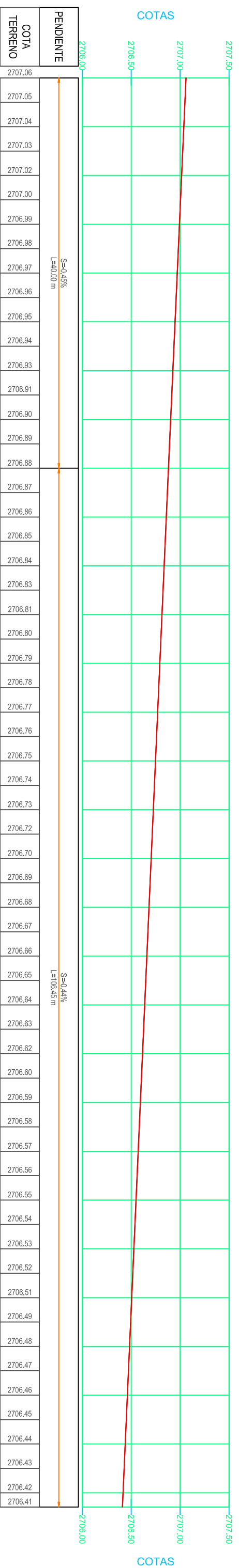
ESC. H: 1/300
V: 1/30

PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+103.65



ESC. H: 1/400
V: 1/40

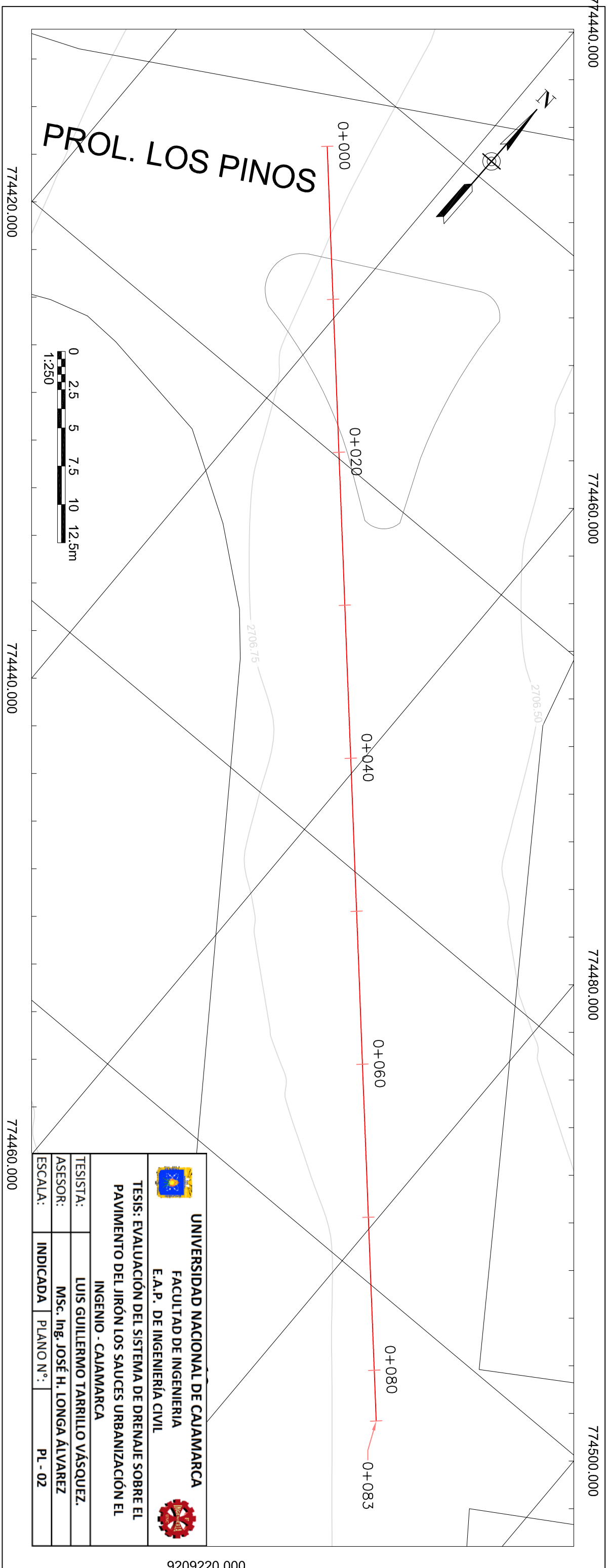
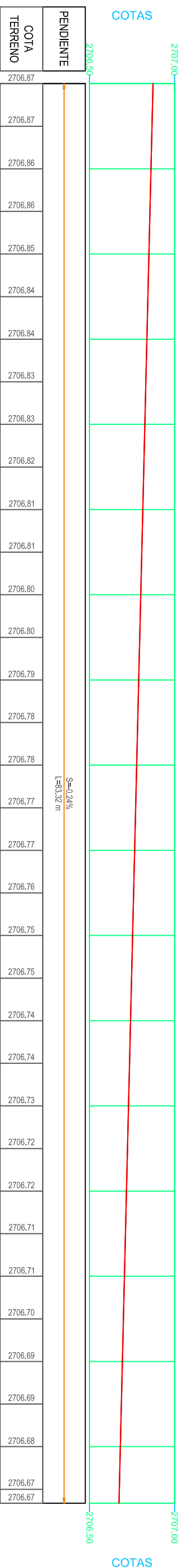
PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+146.45




JR. LOS SAUCES CUADRA 2-URBANIZACIÓN EL INGENIO

ESC. H: 1/250
V: 1/25

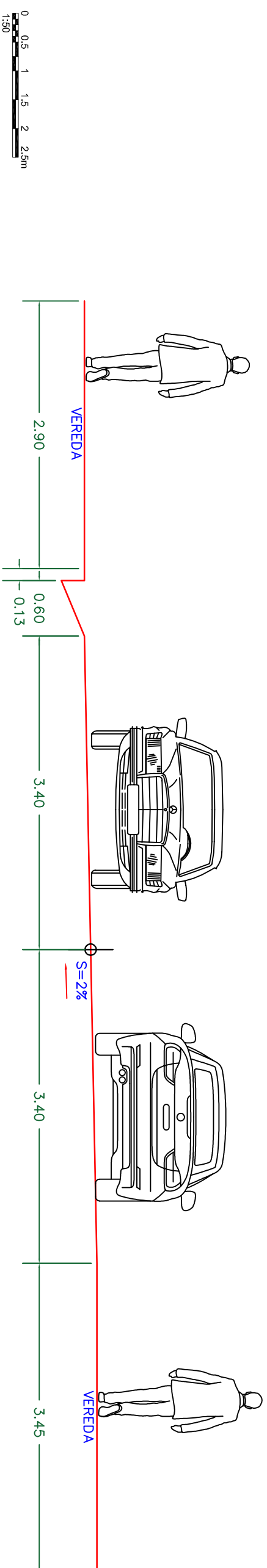
PERFIL LONGITUDINAL DE 0+000.00 HASTA 0+083.32



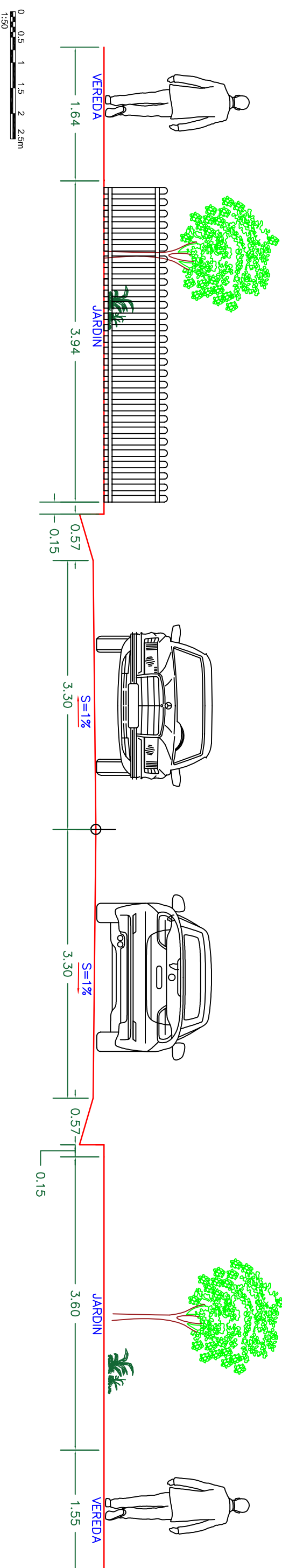
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL</p>	
<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA</p>	
TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.
ASESOR:	Msc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ
ESCALA:	INDICADA PLANO N°: PL - 02

SECCIONES TRANSVERSALES

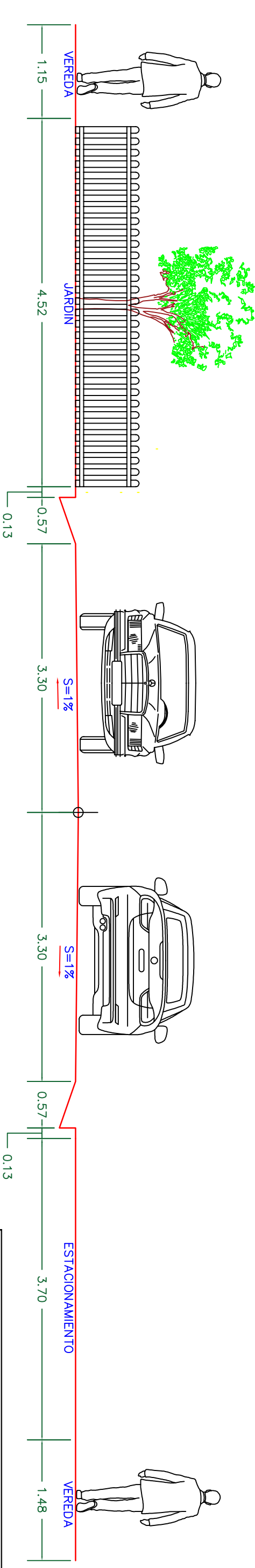
Jr. LOS SAUCES CUADRA 1-URBANIZACIÓN EL INGENIO



Jr. LOS SAUCES CUADRA 2-URBANIZACIÓN EL INGENIO



Jr. LOS SAUCES CUADRA 3-URBANIZACIÓN EL INGENIO




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL
 PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL
 INGENIO - CAJAMARCA

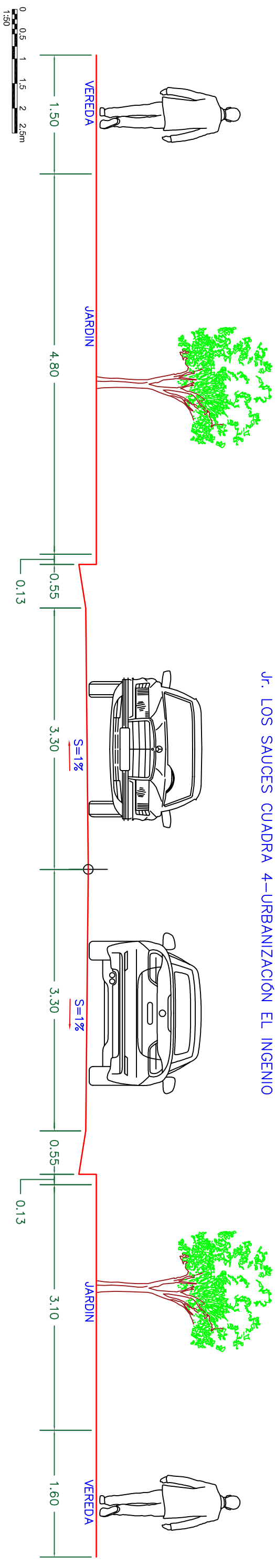
TESISISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.

ASESOR: MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ

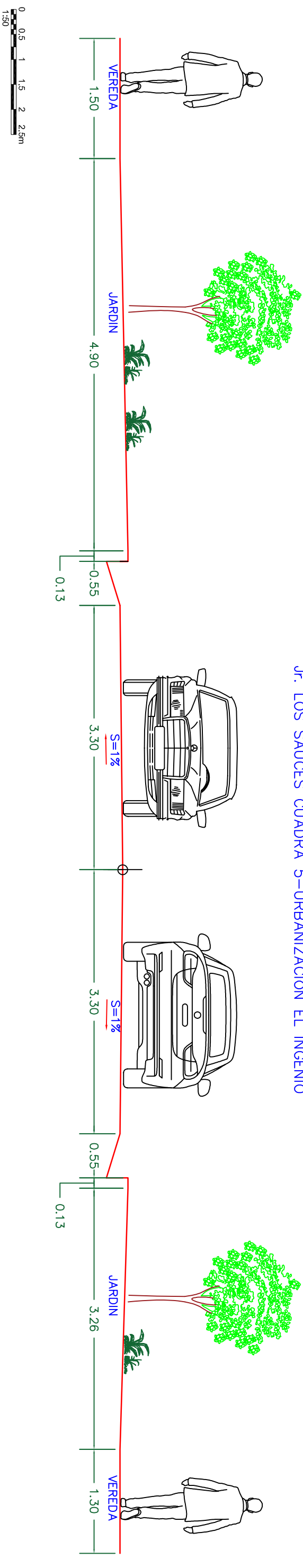
ESCALA: 1:50 PLANO N°: ST - 01

SECCIONES TRANSVERSALES

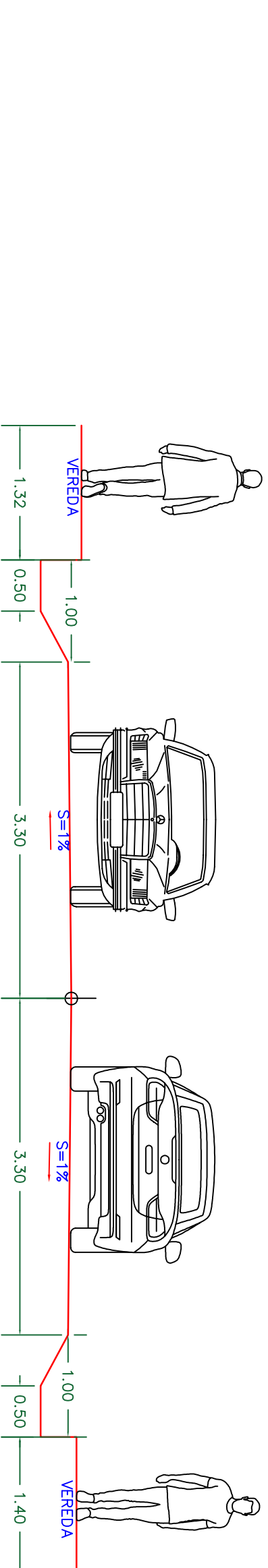
Jr. LOS SAUCES CUADRA 4-URBANIZACIÓN EL INGENIO



Jr. LOS SAUCES CUADRA 5-URBANIZACIÓN EL INGENIO

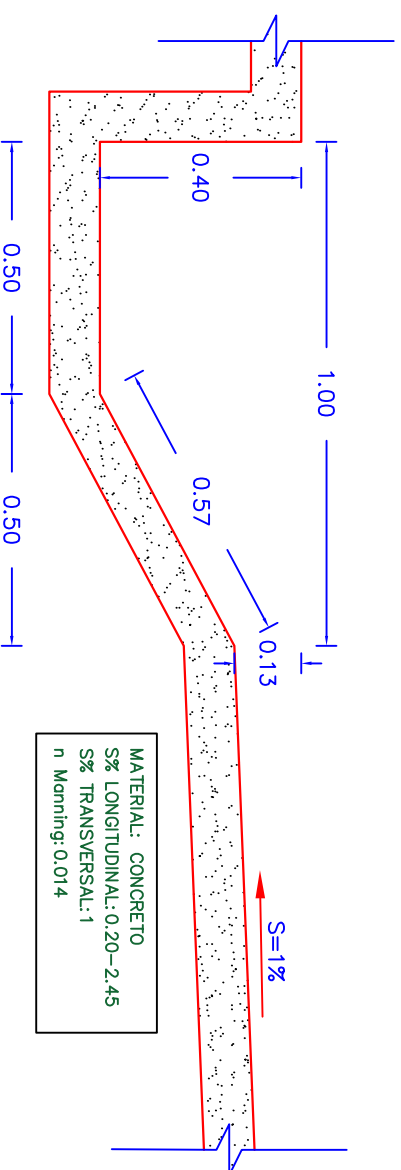


Jr. LOS SAUCES CUADRA 6-URBANIZACIÓN EL INGENIO

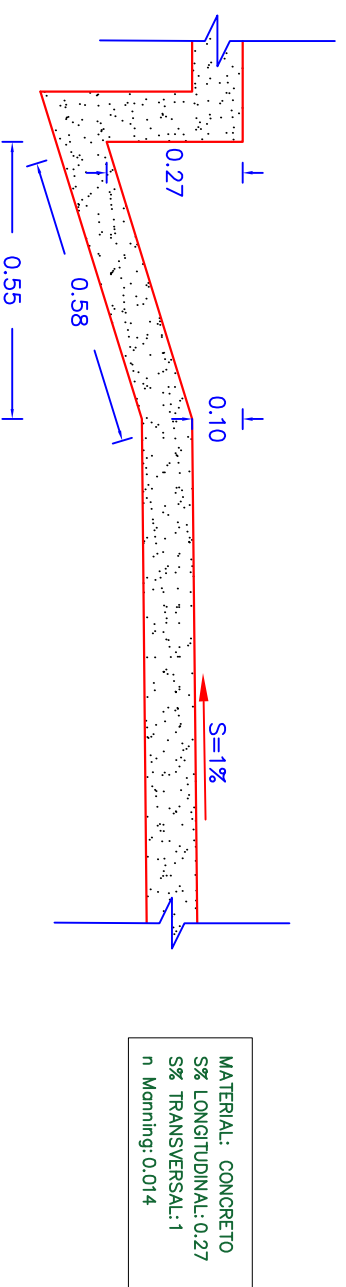


DETALLES DE SECCIÓN DE CUNETAS – CUADRAS 4, 5 Y 6 JR. LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO

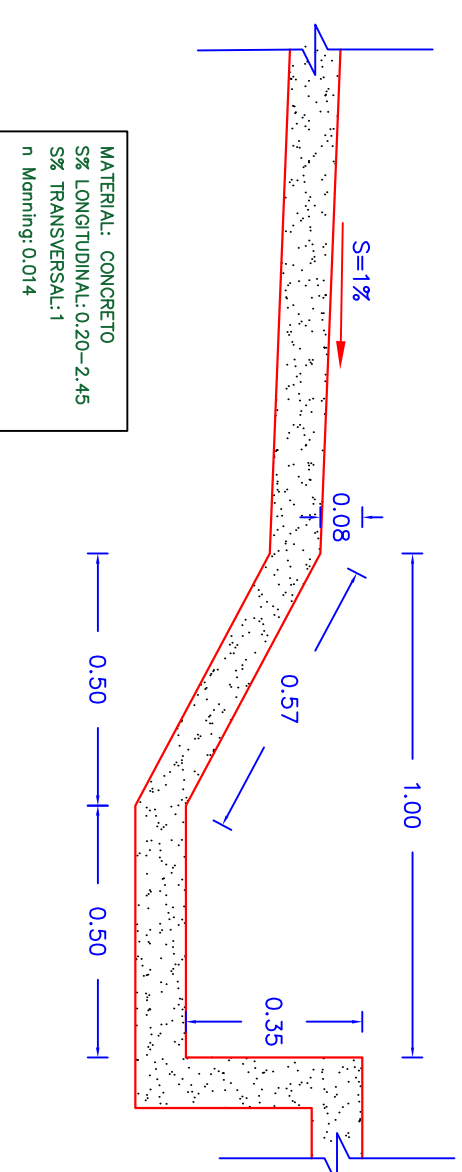
SECCION EXISTENTE Jr. LOS SAUCES CUADRA 6 LADO IZQUIERDO –
URBANIZACIÓN EL INGENIO



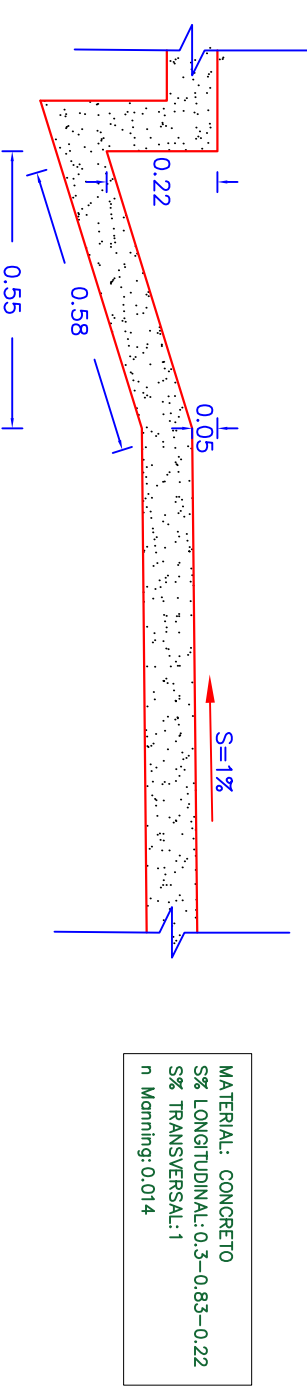
SECCION EXISTENTE Jr. LOS SAUCES CUADRA 5 AMBOS LADOS –
URBANIZACIÓN EL INGENIO



SECCION EXISTENTE Jr. LOS SAUCES CUADRA 6 LADO DERECHO –
URBANIZACIÓN EL INGENIO



SECCION EXISTENTE Jr. LOS SAUCES CUADRA 4 AMBOS LADOS –
URBANIZACIÓN EL INGENIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL



**TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL
PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL
INGENIO - CAJAMARCA**

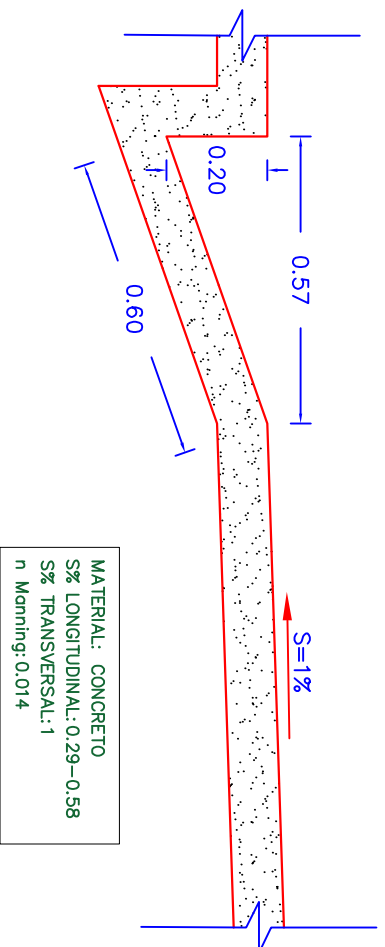
TESISTA: LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.

ASESOR: MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ

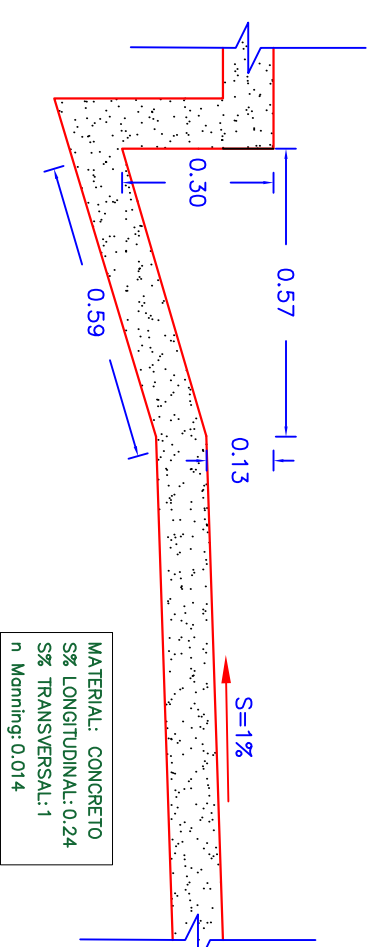
ESCALA: 1:15 PLANO N°: ST - 02

DETALLES DE SECCIÓN DE CUNETAS – CUADRAS 1, 2 Y 3 JR. LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO

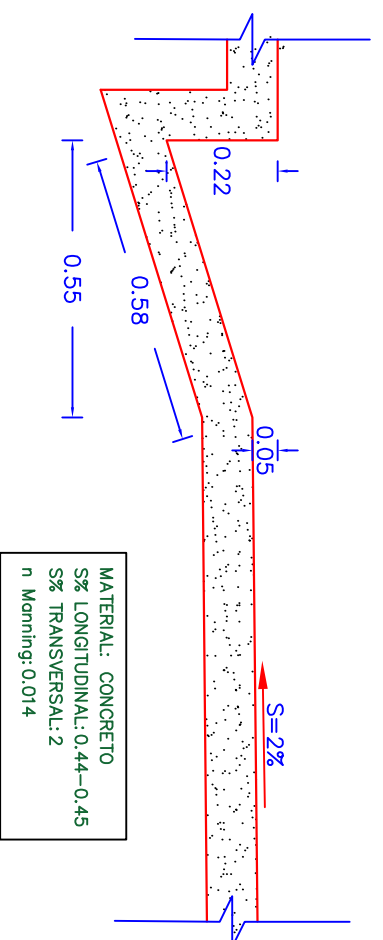
SECCION EXISTENTE JR. LOS SAUCES CUADRA 3 AMBOS LADOS –
URBANIZACIÓN EL INGENIO





SECCION EXISTENTE JR. LOS SAUCES CUADRA 2 AMBOS LADOS –
URBANIZACIÓN EL INGENIO



SECCION EXISTENTE JR. LOS SAUCES CUADRA 1 – URBANIZACIÓN EL INGENIO





 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERIA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA			
TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.		
ASESOR:	MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ		
ESCALA:	1:15	PLANO N°:	ST - 01

TOPOGRAFÍA DEL JR. LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO

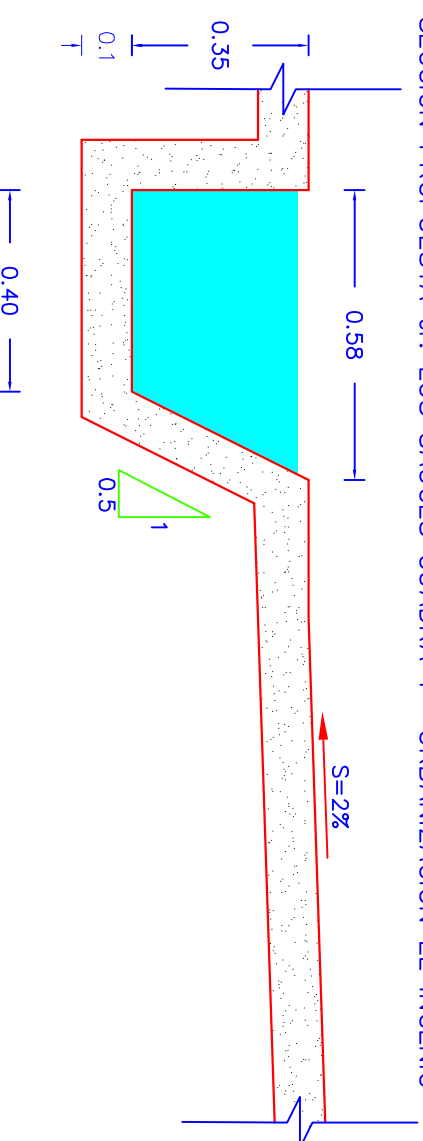


LEYENDA	
	MANZANAS
	AREAS VERDES
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES

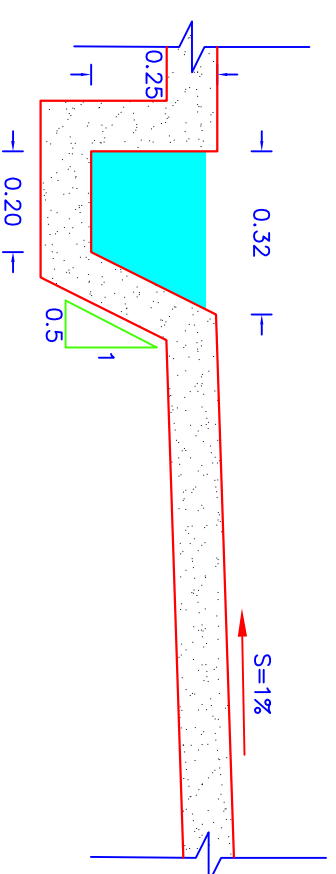
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERIA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO - CAJAMARCA			
TESISTA:	LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.		
ASESOR:	MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ALVAREZ		
ESCALA:	1:2500	PLANO N°:	TP - 02

DETALLES DE SECCIÓN DE CUNETAS PROPUESTAS – CUADRAS 1, 3, 4 Y 5 Jr. LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL INGENIO

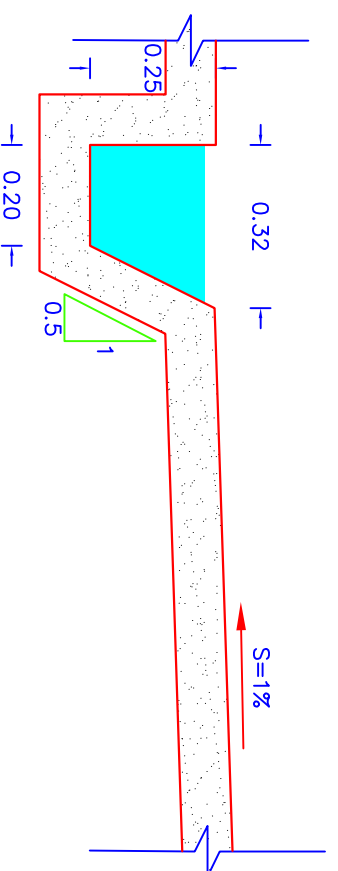
SECCION PROPUESTA Jr. LOS SAUCES CUADRA 1– URBANIZACIÓN EL INGENIO



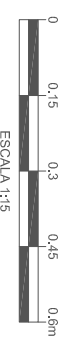
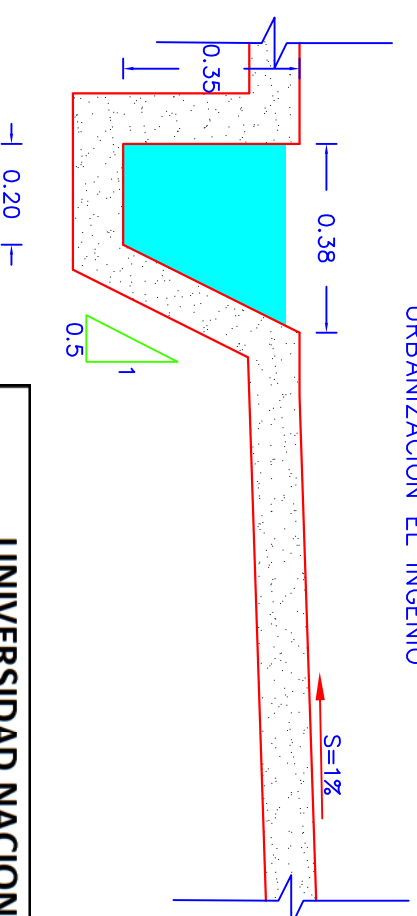
SECCION PROPUESTA Jr. LOS SAUCES CUADRA 3 AMBOS
LADOS–URBANIZACIÓN EL INGENIO



SECCION PROPUESTA Jr. LOS SAUCES CUADRA 4 AMBOS LADOS–
URBANIZACIÓN EL INGENIO



SECCION PROPUESTA Jr. LOS SAUCES CUADRA 5 AMBOS LADOS–
URBANIZACIÓN EL INGENIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SOBRE EL
PAVIMENTO DEL JIRÓN LOS SAUCES URBANIZACIÓN EL
INGENIO - CAJAMARCA**

TESISTA: **LUIS GUILLERMO TARRILLO VÁSQUEZ.**

ASESOR: **MSc. Ing. JOSÉ H. LONGA ÁLVAREZ**

ESCALA: **1:15** PLANO N°: **SP - 01**