



UNIVERSIDAD CENTRAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“Diseño hidráulico urbano del sector Finca 5 del
Condominio Los Reyes, Alajuela.”**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
CIVIL.

AUTOR: DIEGO ANDRÉS DURÁN CARRANZA

TUTOR: JOSE RAMIREZ VEGA

SAN JOSÉ, COSTA RICA

NOVIEMBRE, 2020

Índices

Índice Contenido

Agradecimiento	13
CAPÍTULO I. PROBLEMA	14
1.1 Formulación del problema	17
1.2 Pregunta de investigación.....	19
1.3 Objetivo General	19
1.4 Objetivos Específicos.....	19
1.5 Justificación	20
1.6 Antecedentes	21
1.6.1 Primer antecedente	21
1.6.2 Segundo antecedente	23
1.6.3 Tercer antecedente	25
1.6.4 Cuarto antecedente	26
1.6.5 Quinto antecedente.....	28
1.6.6 Sexto antecedente	29
1.6.7 Séptimo antecedente.....	30
1.6.8 Octavo antecedente	31
1.7 Alcances y limitaciones	33
1.7.1 Alcances.....	33
1.7.2 Limitaciones.....	34
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	35
2 Generalidades	35
2.1 Distritos del Cantón de Alajuela, distrito Guácima.	35
2.2 Hidrología	36
2.3 Hidrogeología.....	39
2.4 Geomorfología	41
2.5 Unidades geológicas regionales	42
2.6 Geología estructural.....	43
2.7 Características geológicas locales.....	44

2.8 Climatología	45
2.9 Temperatura y precipitaciones	45
2.10 Levantamiento topográfico	47
2.11 Diseño de sitio	49
2.12 Diseño de rasante	51
2.13 Derecho de vía.....	51
2.14 Estudio hidrológico.....	53
2.15 Estudio de la cuenca	54
2.15.1 Datos de la cuenca	54
2.15.1.1 Área de la cuenca	54
2.15.1.2 Longitud del cauce más largo.....	55
2.15.1.3 Perímetro de la cuenca	55
2.15.1.4 Elevaciones de la cuenca.....	55
2.15.1.5 Pendiente promedio de la cuenca	56
2.16 Tiempo de concentración (tc)	57
2.17 Período de retorno	58
2.18 Intensidad de lluvias	60
2.19 Método para cálculo de caudales máximo	62
2.19.1 Método racional	63
2.20 Coeficiente de escorrentía	64
2.21 Estudio hidráulico	66
2.22 Caudal máximo esperado	67
2.23 Elementos pluviales	68
2.24 Tabla de referencia para cálculos del sistema pluvial	70
2.25 Ubicación de los elementos propios pluviales	81
2.26 Tipología de elementos pluviales.....	82
2.27 Elementos sanitarios	83
2.28 Tabla de referencia para cálculos del sistema sanitario	85
2.29 Ubicación de los elementos propios sanitarios	94
2.30 Tipología de elementos sanitarios	94
2.31 Diseño de planos	95
2.32 Tipos de planos en construcción	96

2.32.1 Planos de corte de secciones	96
2.32.2 Planos de topografía	96
2.32.3 Planos de instalaciones	97
2.32.4 Planos de plantas	97
2.32.5 Planos de acabados y detalles.....	98
CAPÍTULO III. MARCO METODOLOGICO	99
3.1.....	99
Tipo de investigación y diseño.....	99
3.2 Enfoque de la investigación	99
3.3 Fuentes de Información y sujeto	100
CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS	102
Descripción general del Proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.....	102
4.1 Caracterización del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela:	102
4.2 Caracterización topográfica del Proyecto Finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela:	104
4.3 Plano de diseño de sitio	109
4.4 Caracterización vías del Proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.....	110
4.5 Plano de diseño de ejes.....	112
4.6 Plano de diseño de pavimentos.....	113
4.7 Determinación del tiempo de concentración y pérdidas iniciales por subcuenta.	125
4.8 Estimación del hidrograma de diseño	128
4.9 Diseño del sistema pluvial proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.....	140
4.10 Punto de desfogue.....	141
4.11 Sistema por utilizar	142
4.12 Parámetros de diseño	143
4.13 Memoria de calculo	144
4.14 Plano de diseño pluvial	146
4.15 Plano de diseño pluvial áreas tributarias.....	147
4.16 Diseño del sistema sanitario proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.....	148
4.17 Sistema por utilizar	149
4.18 Memoria de calculo	149
4.19 Plano de diseño sanitario	152

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	160
5.1 Conclusiones	160
5.2 Recomendaciones	162
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	164
CAPÍTULO VII. APENDICES	166
7.1 Anexo A. Registro fotográfico	166
7.2 Anexo B. Descripciones	169
7.2.1 Descripción fincas filiales	169
7.2.2 Descripción calles	184
7.2.3 Descripción sistema pluvial	185
7.2.4 Descripción sistema sanitario	191
7.3 Anexo C. Planos y hojas de cálculo	197

Índice de Imágenes

Imagen. 1 Soy parte de un país Costa Rica elaborado por Soledad S (2018).	35
Imagen. 2 Cuencas hidrográficas de Costa Rica elaborado por el Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica.	36
Imagen. 3 Altitud cuenca hidrográfica Grande de Tárcoles elaborado por el EIMN.....	37
Imagen. 4 Dimensiones geográficas de la cuenca elaborado por el Protti et al 1983 IMN..	39
Imagen. 5 Variables meteorológicas 2011-2018 IMN.	46
Imagen. 6 Mapa de Lluvia de Costa Rica 24 junio 2020 IMN.....	47
Imagen. 7 Área total del desarrollo urbanístico Los Reyes y dos pozos localizados dentro de la misma. Se indica, además, el área de influencia que es objeto de análisis en el Estudio.	48
Imagen. 8 Plano catastrado de la finca A – 1990564 – 2017 que muestra el sector noroeste del área del proyecto.....	49

Imagen. 9 Resolución de uso de suelo A – 1792896 – 2015 que muestra el sector noroeste del área del proyecto.....	50
Imagen. 10 Tiempo de concentración (Gamboa, 1969).	58
Imagen. 11 Isoyetas para una lluvia de duración de una hora (Gamboa, 1969).....	59
Imagen. 12 Períodos de retorno para lluvias de duración de una hora (Gamboa, 1969).....	60
Imagen. 13 Tormenta de diseño (Gamboa, 1969).	61
Imagen. 14 Coeficiente de escorrentía para zonas rurales (Gamboa, 1969).	65
Imagen. 15 Coeficiente de escorrentía (C) (en Aparicio (1999)).....	65
Imagen. 16 Acuífero de la cuenca del Río Grande Tárcoles (Estudio de cuencas hidrográficas de Costa Rica, 2010).	67
Imagen. 17 Tabla de cálculo sistema pluvial referencia AyA.....	70
Imagen. 18 Materiales para tubería (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2005).	81
Imagen. 19 Tabla de cálculo sistema sanitario referencia AyA.	85
Imagen. 20 Materiales para tubería (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2005).	94
Imagen. 22 Diseño de sitio propuesto para el proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.....	105
Imagen. 23 Tabla de áreas del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.	106
Imagen. 24 Tabla de áreas del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.	107
Imagen. 25 Tabla de áreas del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.	108

Imagen. 26 Sección de calle propuesta.....	110
Imagen. 27 Cauce de la Quebrada Salitral en su zona superior.	132
Imagen. 28 Localización geográfica del terreno del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes	140
Imagen. 29 Diagnóstico de Quebrada Salitral y Quebrada Sin Nombre MINAET. Condominio Los Reyes	141
Imagen. 30 Hoja de Diseño Pluvial Proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela..	142
Imagen. 31 Localización geográfica del terreno del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes	148
Imagen. 35 Cauce en su parte alta del terreno en pastos	166
Imagen. 36 Detalle de cauce de quebrada en parte alta de la cuenca	166
Imagen. 37 Detalle de cobertura del terreno.....	167
Imagen. 38 Agua encharcada por baja permeabilidad del terreno (suelos tipo D).....	167
Imagen. 39 Detalle de cauce de quebrada y cobertura vegetal de zona de protección.....	168
Imagen. 40 Detalle de Quebrada en parte baja.....	169

Índice de figuras

Figura 1. 1 Ubicación del proyecto	102
Figura 1. 2 Densidad poblacional por hectárea y datos de números de unidades habitacionales (UH) por hectárea según zonas de uso del suelo de conformidad con el Plan Regulador del cantón de Alajuela.....	104
Figura 1. 3 Cobertura de la tierra actual en el proyecto Condominio Los Reyes, área casi cubierta totalmente por pastos.	117
Figura 1. 4 . Números de coeficientes de escorrentía a utilizar con el método racional en función del tipo de suelo y la cobertura de la cuenca.	118
Figura 1. 5 Cauces mayores receptores de aguas pluviales del proyecto Condominio los Reyes.	119
Figura 1. 6 Cauces receptores de aguas pluviales del proyecto Condominio Los Reyes...	121
Figura 1. 7 Microcuencas y áreas de desarrollo futuro Condominio Los Reyes.....	122
Figura 1. 8 Microcuencas principales Condominio Los Reyes	122
Figura 1. 9 Coeficiente de escorrentía (C) (en Aparicio (1999)).....	127
Figura 1. 10 Cauce de la Quebrada Salitral en su zona superior.	132
Figura 1. 11 Cauce de la Quebrada Salitral en su Zona Media	133
Figura 1. 12 Cauce de la Quebrada Salitral en su Zona Inferior	134
Figura 1. 13 Ubicación quebradas del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes.....	136

Figura 1. 14 Distribución en planta en relación con los cauces de las dos quebradas existentes del proyecto Condominio Los Reyes.....	138
Figura 1. 15 Topografía y curvas de nivel del terreno del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes	139
Figura 1. 16 Referencia para estructura de Calle y Aceras del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes.	163
Figura 1. 17 Tabla resumen caudales del proyecto Finca 5 versus afectación sobre la cuenca del río Salitral y Quebrada Sin Nombre.	¡Error! Marcador no definido.

Índice Tablas

Tabla 1 Estimación de parámetros hidrológicos y tiempo de concentración para las microcuencas Quebrada Norte y Quebrada Sur del proyecto condominio Los Reyes.....	128
Tabla 2 Estimación de parámetros microcuencas Quebrada Salitral (A-1) y Quebrada sin Nombre (A-2) del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes antes del desarrollo.	129
Tabla 3 Estimación de parámetros microcuencas Quebrada Salitral (A-1) y Quebrada sin Nombre (A-2) del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes después del desarrollo.	130
Tabla 4 Tabla resumen caudales del proyecto Finca 5 versus afectación sobre la cuenca del río Salitral y Quebrada Sin Nombre.	131

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Elevaciones de la cuenca	55
Ecuación 2 Pendiente promedio	56

Ecuación 3 Tiempo de concentración.....	57
Ecuación 4 Intensidad de Lluvia	61
Ecuación 5 Caudal antes del Desarrollo.....	63
Ecuación 6 Manning.....	66
Ecuación 7 Gradiente.....	71
Ecuación 8 Calculo Coeficiente	72
Ecuación 9 Tiempo de concentración inicio del tramo	73
Ecuación 10 Diámetro teórico	74
Ecuación 11 Velocidad a tubo lleno	75
Ecuación 12 Tiempo de recorrido	76
Ecuación 13 Caudal a tubo lleno	77
Ecuación 14 Fuerza tractiva a tubo lleno.....	77
Ecuación 15 Fuerza tractiva auto-limpiante para tuberías llenas	78
Ecuación 16 Profundidad Hidráulica.....	79
Ecuación 17 Caída en el Pozo	79
Ecuación 18 Densidad	86
Ecuación 19 Caudal promedio diario	87
Ecuación 20 Caudal promedio residual	87

Resumen Ejecutivo

La presente tesis consiste en desarrollar el diseño hidrológico urbano de la finca 5, esto en el Condominio Residencial Los Reyes, La Guácima, Alajuela.

El objetivo central de esta investigación es entregar un diseño óptimo urbano para el desarrollo del proyecto, el cual cuenta con la información necesaria para la aprobación, de las instituciones encargadas de revisar los parámetros de diseño para este tipo de desarrollos.

Para lograr lo anteriormente descrito, se desarrollaron una serie de estudios, cálculos y diseños con el fin de identificar los parámetros necesarios, y así generar una propuesta económicamente viable.

Este proyecto se dividió inicialmente en estudiar las características del entorno, tanto las topográficas como las geológicas, pero principalmente las hidrológicas del terreno, además de las necesidades del cliente.

Después de definir estas características, se optó por un diseño óptimo del cual se derivó los estudios necesarios para complementar el juego de planos del Condominio Parcela 19 o Finca 5. Adicional al estudio planteado, se desarrolló el diseño completo para facilidad del cliente.

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi madre y padre, motores de mi vida, quienes a lo largo de mi desarrollo me han acompañado; muchos de mis logros se los debo a ellos, entre los que incluyo este.

Dedico esta tesis a ellos, ya que con su ejemplo y dedicación forjaron en mí valores, los cuales los tengo muy presentes.

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios, por permitir que pudiera concluir esta meta.

A la administración de Los Reyes por la oportunidad que me ha brindado de realizar esta investigación y desarrollarme profesionalmente por más de 3 años.

Al Ing. Raúl Canessa Prado y al señor Edgar Brenes, por guiarme y brindarme todo el conocimiento adquirido durante estos años, que he tenido el privilegio de laborar y crecer profesionalmente al lado de ellos.

Agradezco a mi familia que en todo momento me han apoyado y han estado a mi lado.

A todas las personas que, de una u otra forma, colaboraron con la realización de esta investigación.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

El presente trabajo comprende tanto la realización del estudio hidrológico como del hidráulico, con el fin de determinar los volúmenes de agua y caudales de salida de los sistemas pluviales, sanitarios y de consumo del proyecto Condominio Los Reyes y alrededores, Alajuela. El terreno donde se construirá el proyecto se encuentra localizado en la ciudad de La Guácima, Alajuela. La topografía original del terreno donde se desarrolla es inclinada; sin embargo, por efectos constructivos, la topografía final planteada será en terrazas con baja pendiente.

De acuerdo con la propuesta diseñada como estudio base, la arquitectura básica del proyecto presenta un conjunto de terrazas o anclas donde se desarrollarán las edificaciones. El área del proyecto corresponde a 13.1 hectáreas, el cual consta de 56 fincas filiales con un promedio de área de 945 metros cuadrados. Este estudio da la solución integral, ya que incorpora una propuesta de calles con pendientes pensadas para el manejo de los sistemas pluviales, sanitarios y de consumo (potables), además da los lineamientos de emplazamiento y disposición de las áreas a desarrollar, según los estipulados, tanto por la municipalidad, como por los del plan regulador, así también del uso de suelo suministrado por el propietario. Todo esto siguiendo las disposiciones y condiciones de la misma Ciudad Hacienda Los Reyes, manteniendo armonía con el entorno.

Cabe destacar que actualmente el área donde se desarrollará la obra planteada se encuentra permeabilizada totalmente; sin embargo, como parte del compromiso

ambiental del proyecto se mitigarán las descargas pluviales y sanitarias.

Para el diseño del sistema hidráulico del proyecto finca 5 de Ciudad Hacienda Los Reyes, se requirió de la recopilación de una serie de informaciones meteorológicas, tales como las máximas de precipitación diarias, así también como los hietogramas de precipitación para diferentes periodos de retorno. Para la realización del trabajo se requirió también de la información topográfica correspondiente y del conocimiento del tipo de cobertura existente antes de la construcción del proyecto, la cual es necesaria para el cálculo de los tiempos de concentración de las diferentes áreas pluviales del mismo.

El diseño de los sistemas hidráulicos se llevó a cabo para un periodo de retorno de 5 años, esto con el objetivo de tener una mayor seguridad acerca de los volúmenes calculados, debido a que se trata de una obra que contendrá decenas de metros cúbicos de agua, y además se busca disminuir al máximo el riesgo de que colapse el sistema.

La metodología empleada para el diseño hidráulico del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela, es la del método de los hidrogramas de flujo, este método calcula los aportes hechos por las diferentes áreas o sectores del proyecto la cual describe la salida del caudal en un punto determinado.

La diferencia principal existente entre el método de los hidrogramas de flujo con el método racional, radica en que éste utiliza la información de precipitaciones variando en el tiempo, una diferencia radical con el método racional que utiliza una intensidad

de lluvia pico o intensidad máxima (mm/hr) que se mantiene constante durante un lapso de tiempo igual al de concentración del área del proyecto.

Una vez que se ha calculado el caudal final, se determina que no excede el 10% del caudal original del cuerpo de agua receptor, este dato se utiliza para determinar los volúmenes entrantes y salientes del sistema pluvial, tarea que debe ser precedida por la proposición de una geometría para el desfogue controlado. Como último paso se revisa, que, durante todo el evento climático, la elevación del agua en la estructura no sea mayor a la profundidad máxima propuesta y que el caudal máximo no sea mayor al de salida de la zona del proyecto antes de la construcción, para que funcione realmente como un desfogue pluvial controlado y no genere problemas aguas abajo.

Como último punto, es conveniente mencionar la importancia que tiene la construcción de sistemas hidráulicos de aguas pluviales en proyectos de esta magnitud, debido a que, en cuencas hidrográficas como la del río Salitral, el aporte actual de aguas pluviales excede en algunos sectores la capacidad del cauce, así que, la construcción de este tipo de obra dentro de un proyecto como lo es el de Ciudad Hacienda Los Reyes, se constituye en una medida de mitigación que contribuye a que la situación actual no se agrave, incluso representa un pequeño aporte en la disminución del problema.

Este estudio, propone como complemento, un sistema de manejo de aguas sanitarias para garantizar los servicios necesarios en la propuesta urbanística de la finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela, el cual define la utilización de tuberías y previstas

sanitarias frente a los 56 lotes mencionados en el diseño de sitio del proyecto, dando así una solución en el manejo de aguas residuales, sin llegar a definir el tratamiento de ellas.

Además, esta investigación incluye la propuesta de suministro integral de manejo de agua potable para dotar la necesidad de las 56 fincas filiales, suministro dado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, calculando las tuberías y previstas necesarias para cumplir con lo que solicita dicha institución.

Se procedió a realizar un diseño hidráulico del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela, para proponer un sistema de aguas pluviales, sanitarias y de consumo que minimice el impacto hidrológico del proyecto en los caudales de escorrentía generados. Dando una solución integral y facilitando la integración de un proyecto de dicha envergadura sin afectar el entorno y a su vez garantizando las necesidades básicas de sus futuros propietarios.

1.1 Formulación del problema

Todo proceso de urbanización cambia el modelo de escurrimiento del agua de lluvia en el terreno, lo que produce reducción en el tiempo para que se formen los caudales máximos instantáneos (tiempo de concentración y tiempo al pico) y, principalmente y de forma negativa, se incrementa sustancialmente el coeficiente de escorrentía, generando así caudales mayores que inciden en su capacidad para transportar el agua, y por ende la provocación de inundaciones, deslizamientos, entre otros problemas

ambientales.

Debido al cambio de las condiciones antropomórficas como la reducción de los coeficientes de infiltración causados por el uso del suelo, el calentamiento global y el asentamiento de poblaciones en las áreas de inundación; hay un alto potencial de desbordamiento del río Salitral en el sector de la Guácima, Alajuela; lo cual podría afectar seriamente las áreas de viviendas y las infraestructuras pertenecientes al sector de las Vueltas y Guácima Abajo, todos ellos también usuarios del Río Salitral para la descarga de sus pluviales.

La importancia de este estudio conlleva a la correcta disposición de las aguas pluviales e incorpora a los afluentes, de una forma que no afecte al entorno natural ni urbanístico en continuo desarrollo. La necesidad de regular e implementar de una forma correcta, siguiendo las disposiciones de las entidades encargadas de velar por este fin, nos lleva a tomar en consideración estos sistemas de retención y la relevancia de los mismos debido a las inclemencias climáticas de hoy en día.

Además, de dar una solución integral urbanística donde se presentan las propuestas de calles, sistemas de manejo de aguas pluviales, sanitarias y de consumo (potable), satisfaciendo las necesidades generales para el desarrollo del proyecto en pleno. Los sistemas propuestos, aparte de presentar un reto ingenieril y de logística, brindan muchos beneficios al entorno en el cual se proponen realizar, estos beneficios se presentarán y explicarán ampliamente en el desarrollo de este documento.

1.2 Pregunta de investigación

Por lo cual el problema que se plantea es:

¿De qué manera, el estudio hidrológico influye en la propuesta de diseño urbano para el proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela?

1.3 Objetivo General

Desarrollar el diseño hidráulico urbano para la finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela.

1.4 Objetivos Específicos

- Definir un diseño de sitio para la finca 5.
- Proponer un diseño de rasantes para calles.
- Determinar la hidrología de diseño del proyecto finca 5.
- Proponer un sistema de aguas pluviales del proyecto finca 5.
- Realizar el cálculo hidráulico y el diseño del sistema pluvial para el proyecto finca 5.
- Proponer un sistema de aguas sanitarias del proyecto finca 5.
- Realizar el cálculo hidráulico y el diseño del sistema sanitario para el proyecto finca 5.

1.5 Justificación

El cantón de Alajuela posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que se pueden considerar el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del cantón. Dicha red de drenaje está compuesta principalmente por los ríos: Alajuela, Itiquís, Ciruelas, Segundo, Poás, Tambor, Burío y las quebradas Cañas y Fuente.

De estos ríos y quebradas, algunos han disminuido el período de recurrencia de inundaciones a un año, y algunos a períodos menores, esto por causa de la ocupación de las planicies de inundación, el desarrollo urbano en forma desordenada y sin ninguna planificación, y al margen de las leyes de desarrollo urbano y forestal. Así mismo, el vertido de desechos sólidos a los cauces de los mismos, redundando esto y lo anterior en la reducción de la capacidad de la sección hidráulica, lo que provoca el desbordamiento de ríos y quebradas. *Comisión Nacional de Emergencia., Alajuela - descripción de amenazas. Google. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_ameanza/alajuela/Alajuela%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf*

Esta investigación se justifica académicamente, ya que se brinda una solución integral de los sistemas propuestos cubriendo las necesidades para las 56 fincas filiales, por el estudio y aplicación de métodos hidrológicos e hidráulicos, urbanísticos y viales, los cuales nos darán las características necesarias para desarrollar el proyecto finca 5 del

Condominio Los Reyes, Alajuela. Además de la hidráulica fluvial del río Salitral; las mismas que serán necesarias para la propuesta de encauzamiento en las márgenes de dicho río, para satisfacer las necesidades del desfogue pluvial del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes y alrededores en Alajuela.

Con esta investigación, se pretende además asegurar el cuidado y protección de las construcciones cerca del río, así como de las zonas aledañas ante inundaciones en épocas de máximas avenidas del río Salitral. Se utilizan programas para proporcionar una visualización espacial de las soluciones brindadas mediante AUTOCAD 2D; así como plantillas de cálculo de Excel, que, en conjunto, permitirá obtener el cálculo óptimo de los diseños propuestos, analizar desde el punto de diseño y el proceso de memorias de cálculo, para finalmente determinar la opción más apropiada, a fin de implementarse en el proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela.

1.6 Antecedentes

1.6.1 Primer antecedente

El objetivo de este trabajo es evidenciar, que, a nivel internacional, la implementación de los sistemas de retención ha generado una solución a la problemática del cambio climático y el desarrollo urbanístico desmedido, el cual utiliza los encauces de los ríos como posibles reservorios pluviales, generando beneficios sociales y económicos a las ciudades vecinas. Esta problemática se evidencia en Perú, donde en la región de Zarate y Tomabal, proponen la utilización de estructuras de diques como una solución integral, para los problemas antes mencionados.

El río Virú pertenece a la cuenca que lleva el mismo nombre, presenta un régimen

irregular con incremento de caudales entre los meses de enero a mayo. Debido a la acción erosiva del río y las quebradas que descienden de la Cordillera de los Andes hacia el océano Pacífico, le confieren un lecho móvil, presentando pequeñas islas y material de arrastre colmatado. Se identificaron áreas expuestas a ser inundadas por máximas avenidas, que podrían causar cuantiosas pérdidas a los pobladores de la zona como lo ocurrido en el fenómeno de “El Niño” en el año de 1998; es por ello que se realizó la tesis: “DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DIQUES PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO VIRÚ ENTRE ZARAQUE Y TOMABAL, PROVINCIA DE VIRÚ –DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, con la cual se pretendía beneficiar directamente a 124 Ha de áreas de cultivo pertenecientes al sector privado como también se protegerá la infraestructura de riego existente en las zonas aledañas construidas por el Gobierno Regional La Libertad, tales como el canal Chanquín, canal de descarga Chavimochic, entre otros. Para dar solución al problema, se planteó diseñar 3 estructuras de protección como lo son los diques enrocados (con una longitud total de 1112.53 ml), colocados en puntos estratégicos. Se realizaron las especificaciones técnicas y los metrados para su posible ejecución. *Espinoza Ruiz, LF & Torres Sandoval, JC. (2015), Diseño hidráulico y estructural de diques para el encauzamiento del río Virú entre Zaraque y Tomabal, provincia de Virú – Departamento de La Libertad (tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.* En el trabajo anterior se denota la problemática mundial por el incremento de las precipitaciones y la importancia de prever el manejo de posibles eventos de mayores magnitudes, dando más importancia al presente trabajo.

1.6.2 Segundo antecedente

El objetivo de este segundo estudio es la validación de la eficiencia económica y estructural de los sistemas de diques utilizados en otras latitudes, como control para posibles inundaciones generadas por el cambio climático y el desarrollo del ser humano con su entorno. La solución planteada en Ecuador, donde en la región que abarca la cuenca del río Cañar, se realizó el análisis y la integración de estructuras de diques, como protección para zonas aledañas, evitando los problemas antes mencionados.

Las inundaciones en la época invernal, que han afectado a la cuenca baja del río Guayas, han sido un problema de todos los años, por lo que el Gobierno Nacional de Ecuador, fundamentado en sus Planes y Políticas de Desarrollo, así como en el estado de emergencia que generaron las inundaciones de la estación invernal del año 2008, asignó recursos para la realización de varios estudios, por lo que, en cumplimiento de sus funciones institucionales, SENAGUA, consideró el proyecto de Control de Inundaciones del río Cañar.

El proyecto de investigación consistió en la implementación de un sistema integral de medidas de ingeniería para el control de inundaciones y estabilización de cauces en los sistemas hídricos, siendo una de las obras más importantes la construcción de diques de protección aprovechando los materiales existentes en la zona y con el objetivo de establecer defensas fluviales para contrarrestar las inundaciones y desbordes que conllevan consecuencias socio – económicas graves, tras 36 años de espera por los habitantes de esta zona beneficiada.

En el proyecto denominado “Control de inundaciones del río Cañar”, los diques

vienen a ser estructuras empleadas con el objetivo de disipar la energía proveniente de la corriente del río y encauzarla por su lecho natural, como consecuencia protegiendo áreas aledañas, en su gran mayoría zonas agrícolas, siendo de gran importancia económica para la población afectada.

Debido a todos estos factores, la construcción de los diques de prueba se convierte en una obra de gran importancia en la ejecución del proyecto, ya que solo mediante un análisis geotécnico de los mismos, se puede determinar si las alternativas de diques planteadas cumplen con los parámetros necesarios para obtener un correcto funcionamiento y desempeño de estos. Además, gracias a esos ensayos experimentales, se puede disponer de una metodología constructiva adecuada para lograr un mayor rendimiento en la construcción definitiva de los diques. *Ortega Lligui, EA & Ñauta, PE. (2014), Análisis geotécnico-económico comparativo entre diques construidos con materiales arcillosos y gravosos en el proyecto control de inundaciones del río Cañar (tesis pregrado). Universidad de Cuenca, Azuay, Ecuador.* En el texto anterior se hace referencia a una de las posibles soluciones propuestas en trabajo de graduación, la utilización de los diques como medida de mitigación y solución integral a otros problemas que presenta el proceso de crecimiento urbano.

1.6.3 Tercer antecedente

La necesidad del ser humano de expandirse, conquistar nuevos territorios, la falta de planificación, ha generado la deforestación desmedida y por ende la afectación directa al entorno. Debido a esto se sufre año tras año el crecimiento en la cantidad de lluvia, generando inundaciones, este trabajo demuestra una práctica implementada, analizando el crecimiento urbano a futuro y mejorando la infraestructura existente.

Si no fuera por los segmentos de tubería de cemento de casi 2.7 metros de diámetro, las gigantescas retroexcavadoras, los altísimos montones de arena y las profundas zanjas que dividen las calles, la sección de Toronto, Canadá, cercana al cruce de las avenidas Connaught y Fargo presentaría el aspecto de un barrio residencial común y corriente. En la primavera del año 2011, esta zona de casas contemporáneas, de aspecto confortable, rodeadas por una arquitectura de paisajes bien cuidados, fue una zona de construcciones mientras sus alcantarillas para el agua de lluvia, muchas de ellas de menos de 20 años de antigüedad, eran rotas para reemplazarlas por tubos mucho más grandes. ¿Cuál fue el propósito de todo este desbarajuste? Prevenir la inundación de los sótanos y cocheras que ha asolado a estos hogares durante las lluvias inesperadamente intensas de los últimos años.

Esta es sólo una de las 32 áreas, en toda Toronto, donde se tiene programado modernizar el alcantarillado de acuerdo con una nueva normativa de diseño más estricta. Mientras que las viejas tuberías debían captar el volumen de agua que baja de los techos, entradas para automóviles y calles, durante el tipo de tormentas que ocurren en promedio cada 2 – 5 años, las nuevas están planeadas para las tormentas llamadas "de cada cien años".¹ Anteriormente esas tormentas tendían a ocurrir sólo

cada cien años, pero ahora parecen ser más frecuentes, según Michael d'Andrea, director de la Administración de la Infraestructura del Agua para la ciudad de Toronto. *Kessler, R. (abril de 2012), Estrategias para el manejo de las aguas pluviales. Scielo. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003636342012000200015.*

El objetivo general empleado en el fragmento del artículo anterior demuestra las previsiones generadas por un gobierno que mejora las condiciones actuales de la infraestructura y planifica de forma adecuada el desarrollo futuro, además implementa una normativa de diseño estricta para controlar y evitar posibles afectaciones, sumando validez e importancia a la investigación propuesta en este documento.

1.6.4 Cuarto antecedente

Como anteriormente se menciona, el impacto del ser humano en el entorno, ha generado diferentes problemas por la necesidad de desarrollo y expansión. Debido a esta necesidad el clima y su entorno sufren constantemente cambios por causa de la contaminación generada. La necesidad de refugio provoca eliminar o impermeabilizar áreas que anteriormente estaban cubiertas por vegetación, esto presenta muchos cambios en los ciclos de agua.

Como ya se ha comentado, la escorrentía urbana, procedente de áreas impermeables provoca variaciones en los cauces naturales receptores. Los flujos con más agua y mayor rapidez erosionan los cauces y desplazan a las comunidades biológicas ribereñas. La pérdida de suelo por la erosión de las orillas y de la vegetación ahí

situada, reduce el hábitat de muchas especies de peces y otra vida acuática, mientras que los depósitos de sedimentos aguas abajo, pueden asfixiar a los organismos bentónicos. Además, el arrastre de partículas contaminantes de diferente naturaleza y en muchos casos alta toxicidad, puede provocar varios problemas que conllevan a la muerte de las especies. Los principales impactos al hábitat acuático y las zonas ribereñas son:

- Desvalorización del paisaje
- Disminución de la diversidad de la fauna acuática
- Pérdida de riberas y la vegetación ribereña
- Problemas de eutrofización
- Introducción de especies alóctonas desplazando a las autóctonas

Cuando la zona impermeable de la cuenca drenante es inferior al 10%, los cauces todavía pueden mantener una calidad alta en lo referente al estado de sus hábitats. Conforme crece el porcentaje de la zona impermeable, se va mermando calidad del hábitat receptor.

Un nuevo enfoque a la urbanización puede crear zonas más sensibles a las aguas pluviales, respetuosas con la ecología y que contribuyan a la mejora de los aspectos visuales de nuestro entorno, esto incluiría la inserción de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible en los planes urbanísticos, mismos que promueven una menor impermeabilización del suelo, lo que genera que disminuya la cantidad de escorrentía y una retención “in situ” de los contaminantes, por lo tanto una mejor gestión de los mismos y un menor riesgo para la salud humana y eco sistémica. . Abellán, A. (19

abril de 2016), Los impactos de la urbanización en el ciclo del agua. Iagua. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/ana-abellan/impactos-urbanizacion-ciclo-agua>.

Como menciona el estudio previo, el desarrollo desmedido y la falta de planificación afecta tanto la flora como la fauna de esas áreas, generando pérdidas en las riquezas naturales y a la biodiversidad de un país. Además, el ciclo natural se ve comprometido, debido a que las grandes áreas anteriormente predominadas por vegetación, ahora completamente permeables, afecta los flujos superficiales y por ende provocan un gran impacto al ciclo natural del agua.

1.6.5 Quinto antecedente

Esta quinta investigación, evidencia la problemática generada por la falta de planificación y el deficiente control del desarrollo urbano de la provincia de Cartago, Costa Rica, en el cual el sistema de alcantarillado está desactualizado y no acorde a las necesidades de hoy en día.

La ciudad de Cartago cuenta con un sistema obsoleto de alcantarillado pluvial que data de los años 1930's. De ese año a la fecha actual, se han hecho mejoras en los elementos del sistema, sin embargo, parte de la red inicial, aún se mantiene.

En 1965, se construyeron cerca de 13,5 km con el proyecto del plan maestro de alcantarillado, por el ingeniero Carlos Rivero Leiva. En 1980, el ingeniero Alfonso Rodríguez, colaboró con una actualización del plan maestro de alcantarillado, con la cual se adicionaron algunos colectores como el de calle 11, interceptores del zanjón

lava patas y algunos secundarios como el de calle 14, 7 y 10, con aproximadamente 6 km.

El crecimiento urbano, ha generado excesos de caudal en las tuberías, dicho sistema, tiene más de 22 años de no recibir ningún tipo de mantenimiento. Este problema se ha visto reflejado en los últimos años, en constantes inundaciones en el centro del cantón y alrededores, esto porque algunas de las tuberías se encuentran obstruidas. Los datos históricos mencionados en los párrafos anteriores, fueron proporcionados por el establecimiento de servicios públicos Empresas Municipales de Cartago. *Carmona. JP. (2014), Diagnóstico del sistema de alcantarillado pluvial del tramo de ruta nacional 228 en Cartago (tesis pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.*

En este estudio se evidenciaron las problemáticas del mal manejo de las aguas pluviales en el cantón de Cartago, debido al crecimiento urbano y al aumento de caudales en las tuberías. Dado al aumento de población y de construcciones en la zona de la Guácima estos estudios cobran relevancia para evitar los problemas antes mencionados.

1.6.6 Sexto antecedente

El fragmento de esta noticia nos brinda un panorama general de la deficiente gestión de la Municipalidad de Cartago, debido al deterioro de rutas cantonales y el mal manejo de las aguas pluviales generadas por las industrias en dicho sector.

Sabana Grande de El Guarco y Coris de Cartago son comunidades vecinas, separadas por una calle en las cercanías del parque industrial, cada una tiene problemas con su respectiva Municipalidad y un gran problema en común: el deterioro de los caminos

que rodean el parque industrial de Cartago y las aguas de desfogue de la zona industrial. *Leiva Picado. E. (05 de octubre de 2009), Vecinos se quejan por calles y aguas de desfogue del parque industrial. Mi Cartago.com Recuperado de <http://www.micartago.com/index.php?news=1216>.*

Tomando como base lo establecido en el texto anterior, recalamos la necesidad de regular un buen uso y evacuación de las aguas pluviales para evitar afectaciones a las demás personas, además garantizar la convivencia armoniosa del entorno con las nuevas edificaciones.

1.6.7 Sétimo antecedente

El siguiente texto hace referencia a las denuncias impuesta por la ciudadanía con el tema de los sistemas de alcantarillado pluvial de las comunidades en general, el inadecuado manejo, la falta de planeación, falta de recursos y el poco control del desarrollo urbano, llevan reconsiderar y brindar importancia al trabajo planteado en esta tesis.

La Defensoría de los Habitantes ha recibido denuncias constantes de la inadecuada canalización de aguas pluviales (generadas por las lluvias) que ponen en riesgo, salud, terrenos y viviendas.

La queja de muchos habitantes de diversas zonas del país es que las Municipalidades no cuentan con un sistema de alcantarillado eficaz, o no realizan una apropiada fiscalización en la construcción de viviendas u otras obras constructivas dentro del cantón, por lo que solicitan la intervención del ente defensor.

Para la Defensoría es indiscutible que las aguas pluviales deben ser colectadas y canalizadas adecuadamente, con el propósito de evitar que se generen procesos

erosivos o inundaciones en propiedades, las cuales podrían ocasionar daño al ambiente y afectación a la calidad de vida de la población. Para una disposición correcta de las aguas, se requiere tanto de la participación de las y los habitantes como de los gobiernos locales y el Ministerio de Salud.

Según la Ley General de Salud, es obligación de las personas propietarias, que sus viviendas cuenten con medios de saneamiento básico, tales como, sistemas adecuados de eliminación de excretas, aguas negras, servidas y pluviales, aprobados por el Ministerio de Salud. Por otra parte, corresponde a las municipalidades administrar los sistemas pluviales de canalización pública y velar por su adecuado funcionamiento.

Redacción. (29 de julio de 2015), Durante la época lluviosa la inadecuada canalización de las aguas pone en riesgo salud y viviendas. El mundo.cr Recuperado de <https://www.elmundo.cr/costa-rica/durante-la-epoca-lluviosa-la-inadecuada-canalizacion-de-las-aguas-pone-en-riesgo-salud-y-viviendas/> . Este informe demostró la necesidad de implementar correctamente el manejo de las aguas generadas y se correcto encausamiento para evitar riesgos a las demás personas.

1.6.8 Octavo antecedente

El impacto de la industria, y la generación de estructuras cerca de los cauces de los ríos, ha generado una fuerte huella en los cauces naturales de los ríos. Esto ha provocado inundaciones en sectores que anteriormente no sufrían o generaban problemáticas con las aguas pluviales. Debido a esto se realizan estudios como el que a continuación se hace mención.

El sistema fluvial del cantón de Goicoechea, corresponde a la vertiente del Pacífico,

el cual pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles, estos ríos son de alta pendiente y tienen sus orígenes, en general, a más de 1 500 msnm, por cuanto al entrar a las zonas urbanas ya cuentan con una gran velocidad y fuerza erosiva.

El cantón de Goicoechea se ubica al noreste del Gran Área Metropolitana de la ciudad capital de San José. Las coordenadas geográficas medias del cantón de Goicoechea están dadas por 09°57'31" latitud norte y 83° 59'26" longitud oeste.

Este municipio tiene una forma angosta y alargada. La anchura máxima es de veinte kilómetros, en dirección noreste a suroeste desde la naciente del río Durazno hasta el puente sobre el río Torres, carretera Nacional No. 218, que va de la ciudad de San José a la de San Juan de Tibás. Sus límites son al este: Cartago, La Unión y Vásquez de Coronado, al oeste: Tibás, al norte: Moravia y Vásquez de Coronado y al sur: San José y Montes de Oca.

Durante la estación lluviosa, la quebrada periódicamente ha registrado una serie de eventos de desbordamiento, a lo largo de 1 800 metros lineales desde el Colegio Napoleón Quesada hasta el complejo corporativo El Tobogán, siendo el punto más mediático en la zona de Calle Blancos, específicamente detrás de la fábrica Coca Cola Femsa, S.A., donde el nivel de vía pública ha ascendido hasta 1,50 metros, afectando a varias viviendas y comercios del sector. *Castro Fernández. CE. (2016), Análisis de las condiciones hidráulicas de la quebrada Cangrejos y su relación directa con las inundaciones que se dan en la zona (tesis pregrado). Universidad Central, San Jose, Costa Rica.*

Dicho estudio hace mención en la afectación y al desarrollo que se ha visto en la zona. Debido a esto se proponen mejoras en los causes de los ríos, ya que las estructuras

existentes no cumplen con la necesidad climática presentada hoy en día. Como mención especial, ese trabajo se encuentra en ejecución por parte de la Municipalidad de Goicoechea.

1.7 Alcances y limitaciones

1.7.1 Alcances

El alcance del estudio, comprende la caracterización de la finca 5 del condominio Los Reyes, Alajuela, para establecer la hidrología del área definida en Ciudad Hacienda Los Reyes, ubicada en Guácima, Alajuela.

El área comprende aproximadamente, 13 100 metros cuadrados de área urbanizable, en la cual se toma como referencia los cálculos realizados con un 50% de permeabilidad para definir los lotes urbanizados como parámetro de diseño.

Se propone un diseño de sitio siguiendo los criterios brindados en el uso de suelo y plan regulador de la zona.

Se genera una propuesta de calles siguiendo un diseño óptimo analizando las condiciones del terreno.

Se utiliza 10 años como parámetro de diseño para el periodo de retorno, criterio dado por la Norma diseño y construcción sistemas agua, saneamiento y pluvial del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Se plantea la utilización de una estructura de desfogue pluvial como un sistema de evacuación en primera instancia, en un cuerpo receptor de encause público.

Las soluciones de diseño contemplan elementos de manejo hidráulico pluvial y sanitario para el proyecto en estudio.

Dentro de los alcances, se propone la creación de un juego de láminas constructivas, las cuales se apegan a los solicitado en la Norma diseño y construcción sistemas agua, saneamiento y pluvial del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, como ente regulador a nivel nacional.

1.7.2 Limitaciones

Este proyecto tiene un carácter académico y como tal muchos de los estudios necesarios se van a basar en parámetros de estudios de suelos cercanos o genéricos que se asemejen al sitio de estudio.

No contempla la contratación de estudios de suelos para la estabilización de taludes, ni parámetros de estudios hidráulicos históricos relacionados con el desarrollo de diseño.

Al utilizarse un diseño de sitio preliminar, no contempla ubicación de rampas para personas con discapacidad, juegos infantiles, basureros o disposiciones finales arquitectónicas para uso urbanístico.

No contempla parametrización de corte o relleno del terreno.

No incluye estructura de pavimentos (sub rasante, rasante, superficie de rodamiento).

No incluye el diseño de la planta de tratamiento, ni la disposición final del uso de las aguas tratadas.

El alcance de este estudio no incluye el presupuesto detallado de las obras a diseñar.

El estudio se basa en la regulación vigente de la Norma diseño y construcción sistemas agua, saneamiento y pluvial del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, como ente regulador a nivel nacional.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2 Generalidades

2.1 Distritos del Cantón de Alajuela, distrito Guácima.

El distrito de Guácima es el distrito número cinco de la provincia de Alajuela, situado al sureste del centro de la provincia, posee una extensión territorial de 28.040 Km².

Guácima posee una población aproximada de 25 425 habitantes según la proyección demográfica del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica y se desarrolla principalmente la industria en sus zonas francas y como uno de los parques industriales más grandes de Centroamérica, Coyal Free Zone & Business Park.

Como parte del trabajo a realizar, se analiza el poblado que abarca el sector de Nuestro Amo, específicamente en Ciudad Hacienda Los Reyes.

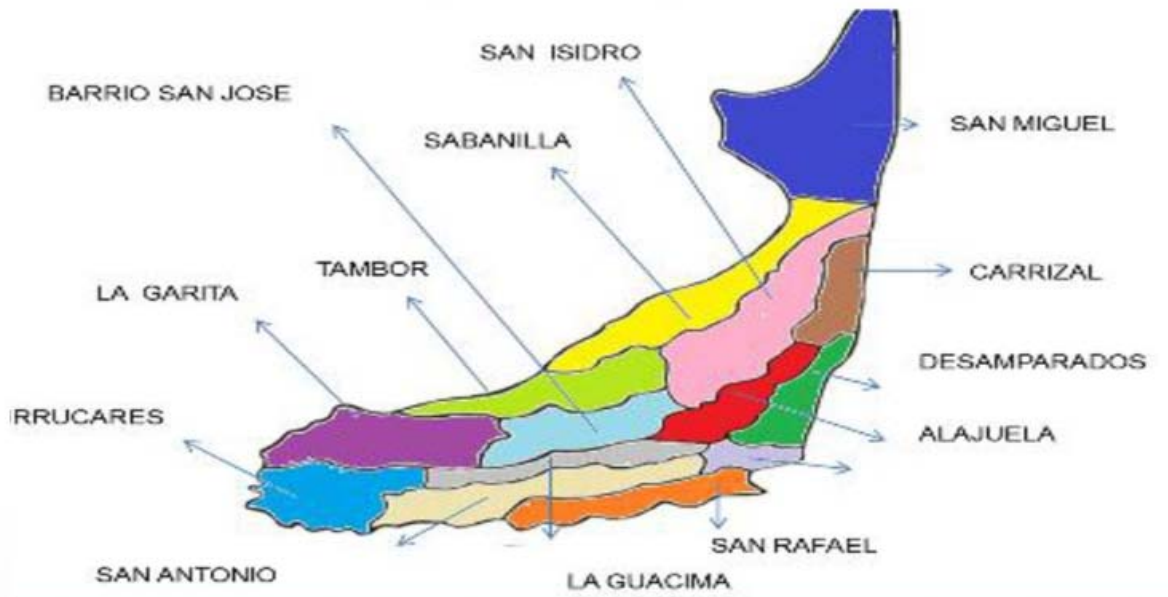


Imagen. 1 Soy parte de un país Costa Rica elaborado por Soledad S (2018).

2.2 Hidrología

Costa Rica cuenta con 34 cuencas hidrológicas, distribuidas a lo largo del país ubicadas en tres vertientes: sobre el corredor biológico del río San Juan, en el mar Caribe y en el océano Pacífico.



Imagen. 2 Cuencas hidrográficas de Costa Rica. Elaborado por el Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica.

En este estudio se toma como zona a estudiar la vertiente del Pacífico la cual corresponde a la cuenca del río Grande de Tárcoles, con un área de 2.165,99 Km² lo que representa el 4.2% de la superficie del país, ubicada en la imagen como la zonificación número 24.

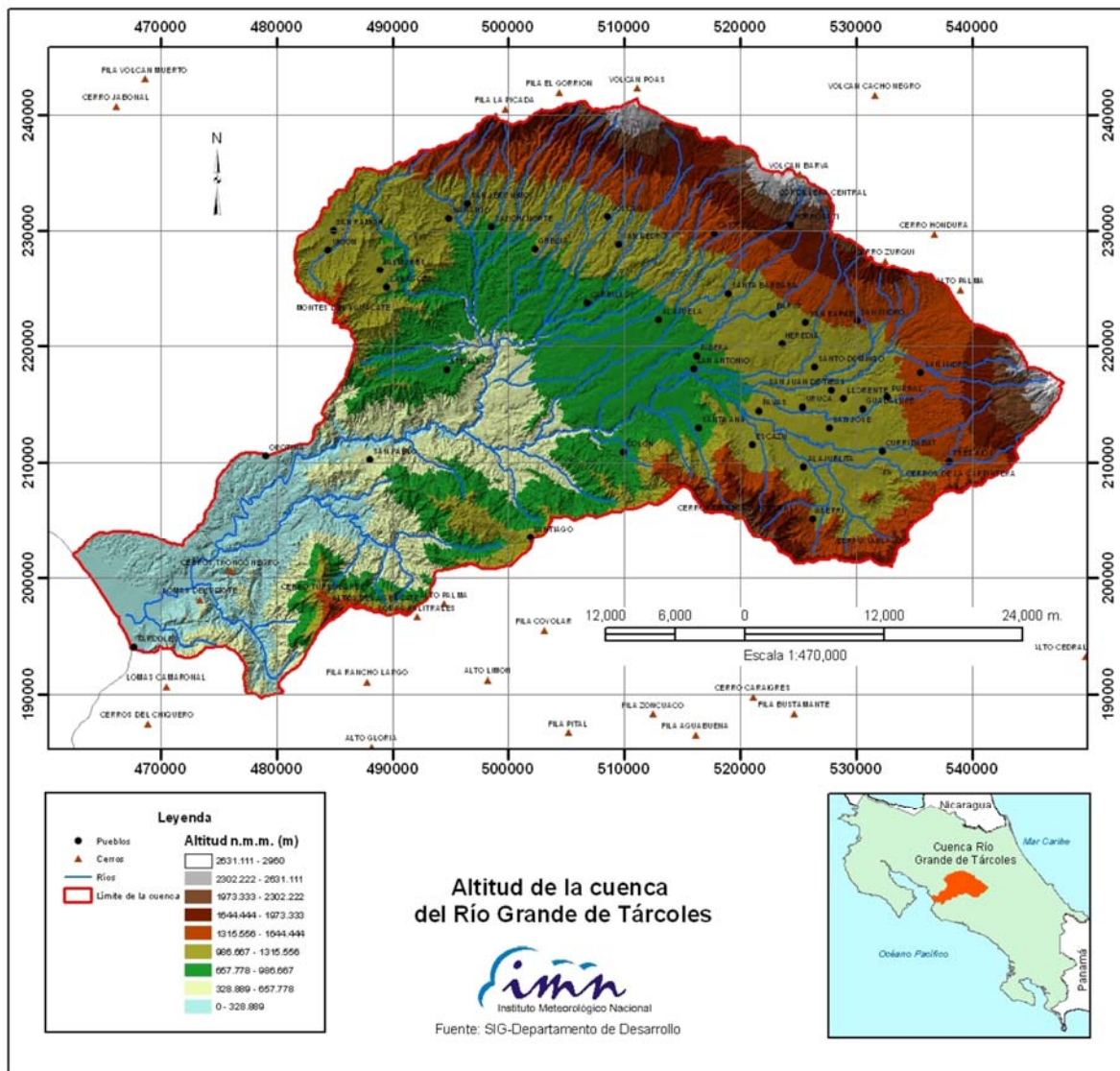


Imagen. 3 Altitud cuenca hidrográfica Grande de Tárcoles. Elaborado por el EIMN.

Esta cuenca presenta una altitud de declive plana, al inicio, pero cambia bruscamente hasta alcanzar su máximo grado al final de la desembocadura del río Tárcoles.

Dicha cuenca se localiza, a partir de la división de las aguas que corren al oeste y suroeste, o sea, al estero de Guacalillo y a la cuenca del río Jesús María, y al sureste a la cuenca del río Tárcoles, donde se localiza el cerro Coyote, los cerros Chompipe y Zopilote, los cerros Raicero y Lorito, montes del Aguacate, cerros Pata de Gallo y vértice Sillada. De allí las divisorias de aguas, primero entre los ríos Barranca, Grande y Colorado; luego entre el río Toro y la cuenca del río Grande.

Se continúa por la Cordillera Central, pasando ligeramente al sur de la laguna del volcán Poás, el complejo volcánico Barva, Alto Roble, cerros Chompipe, Delicias, Tibás, Turú, Caricias, Zurquí, Alto de la Palma, cerros Pico de Piedra y Cabeza de Vaca. Se sigue por la división de aguas de los ríos Chiquitos y Taras, después por el Alto de Ochomogo, cerros de la Carpintera, Fila Ventolera, Altos Mata de Caña, Tablazo, Hierbabuena, vértice Daser, los cerros de Escazú. Prosigue por la divisoria de las aguas de los ríos Candelaria, Tulín y Turrubares, los cerros Piedra Blanca y Turrubares, la Fila Carara y el vértice Jorge. Finalmente, la división de aguas entre los ríos Carara y Turrubaritos, Montañas Jamaica, los cerros Quebrada Bonita y Altos Pochote, hasta alcanzar la playa de Tárcoles (Protti, 1983). *Rojas, N. (2011), Estudio de las Cuencas Hidrográficas de Costa Rica-. PNUD, IMN, MINAET, Costa Rica.*

Dato	Dimensión
Área	3.505,00 Km ²
Perímetro	253,57 Km
Índice de Compacidad	1,44
Factor de Forma	0,74
Altitud Máxima	2960 m.s.n.m
Altitud mínima	0 m.s.n.m
Altitud media	1030,78 m.s.n.m
Longitud del cauce	111,7 Km*
Pendiente media del cauce	2,15%
Pendiente media de la cuenca	15,30%

*Longitud de los colectores Virilla-Tárcoles

Imagen. 4 Dimensiones geográficas de la cuenca. Elaborado por el Protti et al 1983 IMN.

El recorrido de la cuenca abarca parte de los ríos contemplados en este estudio, los cuales son río Ciruelas y la quebrada Salitral, ambos discurren en el río Virilla, mismo que atraviesa zonas de montaña, así como llanuras llegando a desembocar en la playa Tárcoles.

2.3 Hidrogeología

Arcillas superiores: En los terrenos del proyecto, los suelos superficiales muestran una textura limo arenosa, con materia orgánica, mostrando una permeabilidad baja a baja – media. Por debajo del suelo orgánico se presenta, hasta los 9 metros de profundidad, una arcilla plástica compacta, que muestra una permeabilidad baja.

Lahar: Inmediatamente por debajo de la arcilla superior, se presenta un depósito de flujos de fragmentos tipo lahárico (Nuestro Amo), de 40 metros de espesor, compuesto por un matriz limo arcillosa con poca arena compacta, que engloba fragmentos de rocas ígneas de muy distintos tamaños. La unidad muestra una permeabilidad aparente muy baja y representa un horizonte de protección al acuífero inferior regional.

Lava de la Formación Barba: De los 49 a los 64 metros de profundidad, se presenta una colada de lava de la Formación Barba, la cual muestra una permeabilidad aparente alta. Esta unidad ha mostrado una saturación de agua al este del AP y su dirección de flujo es hacia el sur, por esta razón, hacia el oeste, entrando a CHLR, disminuye su espesor saturado hasta que llega a ser estéril. En el pequeño afloramiento de esta lava, sobre el límite sureste de CHLR, se observa una pequeña descarga de agua de ese acuífero, en lo que representa el frente de la colada.

Unidad flujos de fragmentos 2: La siguiente unidad de flujos de fragmentos que se presenta entre los 64 y 90 metros, está constituida por limos con fragmentos pequeños de rocas ígneas y tramos de arenas limosas compactas. Muestra una permeabilidad muy baja y constituye un acuicludo.

Unidad de ignimbritas negras escoriáceas: Entre los 90 y 110 metros se presenta un primer tramo de piroclastos, constituido por una roca negra muy escoriácea, que posiblemente representa una brecha coignimbrítica. Aunque esa unidad muestra una permeabilidad alta, no se detectó aún una saturación de agua subterránea.

Es muy probable que exista un paleo suelo arcilloso a los 110 metros, que divide la ignimbrita superior con otra de características similares inferior, que se identificó hasta los 162 metros de profundidad perforados.

Acuífero en la unidad de ignimbritas escoriáceas: El acuífero identificado en el área donde se localiza CHLR, es de tipo fisural y poroso, y muestra un potencial medio a alto de agua subterránea. Es de tipo confinado, pues el nivel de agua se eleva por encima del techo del acuífero hasta 42,5 metros de profundidad. *Astorga Gattgens, A.*

(2018), *Estudio hidrogeológico detallado de vulnerabilidad hidrogeológica y aplicación de criterios de la Matriz del SENARA (2017) para el desarrollo urbanístico de Los Reyes S.A. (Anexo de estudio)*. SENARA, Alajuela, Costa Rica.

2.4 Geomorfología

El área donde se localiza el proyecto Condominio Los Reyes, muestra terrenos planos a plano – ondulados, que se originaron por productos de origen volcánico de tipo piroclástico y flujos de fragmentos, que rellenaron antiguos relieves formados sobre las rocas sedimentarias del Terciario.

En la margen izquierda del río Virilla, los terrenos montañosos más abruptos, corresponden a las rocas sedimentarias del Terciario.

Al norte y sur del AP discurren los ríos Ciruelas y Virilla respectivamente, con una dirección aproximada este – oeste. Dichos ríos han originado cañones importantes a través de la secuencia volcánica, principalmente por la erosión y desprendimiento de ignimbritas. El río Segundo se presenta al este del AP y no muestra un cañón tan profundo, pero desemboca por medio de una catarata al río Virilla. *Astorga Gattgens, A. (2018), Estudio hidrogeológico detallado de vulnerabilidad hidrogeológica y aplicación de criterios de la Matriz del SENARA (2017) para el desarrollo urbanístico de Los Reyes S.A. (Anexo de estudio)*. SENARA, Alajuela, Costa Rica.

2.5 Unidades geológicas regionales

Regionalmente se definen cinco unidades informales geológicas, a escala regional (figura 3): Formación Peña Negra de rocas sedimentarias terciarias, lavas de Formación Colima, arcillas sobreyaciendo a depósitos de ignimbritas, arcillas que cubren a flujos de fragmentos tipo lahares y aluviones.

Formación Peña Negra (Tm-pn): En la margen izquierda del río Virilla y sobre su cauce, a partir de la confluencia con la quebrada Honda, se presentan rocas sedimentarias clásticas de la Formación Peña Negra, son lutitas y areniscas finas, de color gris oscuro a negro, que presentan una buena estratificación, con un buzamiento predominante hacia el suroeste.

Formación Colima (Q v₄): En esta zona se presenta el Miembro Inferior de la Formación Colima, representado por lavas andesíticas del Cuaternario, que se presentan principalmente sobre el cauce del río Virilla. Estas lavas se detectaron también en los pozos localizados más cerca del cañón del río Virilla como el RG-128.

Arcillas cubriendo ignimbritas (Q v₃): Gran parte de los terrenos planos localizados entre los ríos Ciruelas y Virilla, están constituidos por una capa de arcilla plástica a arcillas limosas, con espesores entre los 2 y 9 metros. Estas arcillas se encuentran cubriendo depósitos de ignimbritas, que corresponden a diferentes procesos y flujos piroclásticos a través de la zona.

Arcillas plásticas cubriendo lahares (Q v₁): En el mapa geológico, esta unidad con un ancho de aproximadamente 1 500 metros, se localiza desde La Guácima y hasta

CHLR. En ese sector, las arcillas arenosas y limo arenosas superficiales cubren un depósito de flujos de fragmentos tipo lahares.

Aluvión reciente (Q al): Se presentan sobre la margen izquierda del río Virilla sobre antiguo meandro del mismo. *Astorga Gattgens, A. (2018), Estudio hidrogeológico detallado de vulnerabilidad hidrogeológica y aplicación de criterios de la Matriz del SENARA (2017) para el desarrollo urbanístico de Los Reyes S.A. (Anexo de estudio). SENARA, Alajuela, Costa Rica.*

2.6 Geología estructural

La zona donde se ubica el proyecto está afectada por un fallamiento inverso y de desplazamiento de rumbo, que afecta principalmente a las rocas sedimentarias antiguas, aunque existen evidencias de afección de los materiales volcánicos más recientes.

Varios autores han demarcado la falla Ciruelas, que gobierna el rumbo de este río antes de su desembocadura al río Virilla. Otro sistema de fallas con el mismo rumbo suroeste – noreste se presenta en la margen izquierda del río Virilla. El autor considera la posibilidad de que se presente una falla paralela a la de Ciruelas con el rumbo del río Segundo antes de su confluencia con el Virilla. *Astorga Gattgens, A. (2018), Estudio hidrogeológico detallado de vulnerabilidad hidrogeológica y aplicación de criterios de la Matriz del SENARA (2017) para el desarrollo urbanístico de Los Reyes S.A. (Anexo de estudio). SENARA, Alajuela, Costa Rica.*

2.7 Características geológicas locales

En la figura 4, se presenta una diferenciación más detallada de las unidades geológicas del área de influencia directa del proyecto. También se incluye la localización de los pozos que reportan mejor información geológica e hidrogeológica, a fin de reconocer las características del subsuelo del área.

Depósitos de ignimbritas no diferenciadas (Q in nd): Al norte y noroeste del AP, entre la carretera hacia la localidad de Vueltas y el río Ciruelas, existen distintos depósitos de ignimbritas que sobreyacen a la unidad definida como Ignimbritas del Miembro Electriona, de la Formación Tiribi, la cual aflora sobre el cauce del río Ciruelas. Estos materiales se pueden observar sobre la quebrada Doña Ana, entre Calle Vueltas y el río Ciruelas.

Miembro Electriona de la Formación Tiribi (Q me): Son ignimbritas con gruesa disyunción prismática, color gris oscuro a claro, con bandeo horizontal de vidrio volcánico negro y pómez colapsada, con otros fragmentos de lavas densas y escoriáis. Se presentan sobre las paredes muy verticales del río Virilla y sobre el cauce del río Ciruelas. De acuerdo con la interpretación de la geología subterránea del AP, todo parece indicar que los flujos piroclásticos que originaron estas ignimbritas se desplazaron por antiguos cauces profundos, por lo que no se prolongan hacia el norte sobre la margen derecha del río.

Miembro Nuestro Amo (Q na): Sobre el río Ciruelas afloran los depósitos de flujos de fragmentos identificados como el Miembro Nuestro Amo de la Formación Tiribi. La unidad presenta un matriz limo arenosa muy compactada, que engloba muchos fragmentos de rocas ígneas de distintos tamaños, milimétricos hasta de 50 centímetros.

Formación Barba (Q b): La parte terminal de una colada de lava de la formación Barba se localiza al este del AP, por debajo de arcillas y flujos de fragmentos, tal como se ha comprobado mediante las perforaciones realizadas en la zona, como se muestra en los perfiles geológicos (figuras 5 y 6).

Un pequeño afloramiento se observa por la esquina sureste de CHLR, y consiste de una lava brechosa andesítica, con bloques densos en matriz arenosa, muy alterada.

Arcillas arenosas y limos arenosos (Q a + l): Esta unidad se refiere a las arcillas arenosas y limosas que con espesores que varían entre los 2 y 9 metros, sobreyacen a la unidad de lahares del Miembro el Coyol y a ignimbritas. El tramo superior de suelo, muestra una textura arcillo arenosa a limo arenosa; en profundidad se reduce el contenido de arena y la arcilla es más compacta. Esta unidad ocupa la mayor área de la de influencia directa del proyecto. *Astorga Gattgens, A. (2018), Estudio hidrogeológico detallado de vulnerabilidad hidrogeológica y aplicación de criterios de la Matriz del SENARA (2017) para el desarrollo urbanístico de Los Reyes S.A. (Anexo de estudio). SENARA, Alajuela, Costa Rica.*

2.8 Climatología

En la zona el rasgo climático es la presencia de precipitación tipo Pacífico, con un período seco y lluvioso.

2.9 Temperatura y precipitaciones

La ciudad de Alajuela se encuentra a 10° latitud norte, en la Zona Intertropical del planeta, pero su temperatura es moderada por la altitud, a 960 msnm, por lo que se considera un clima tropical de montaña. Se ubica en una llanura aluvial de la vertiente

al océano Pacífico, entre los ríos Ciruelas y Alajuela, los cuales bajan de los macizos del volcán Poás (2708 msnm) y el volcán Barva (2906 msnm). La oscilación térmica diaria es de aproximadamente 10 °C.

Las temperaturas más bajas del año pueden alcanzar 15 °C entre diciembre y febrero, y las más altas 32 °C entre marzo y mayo. El clima alajuelense tiene mayor influencia del Pacífico, esto hace que Alajuela sea más seco que San José. La mínima temperatura registrada ha sido de 11 °C el 22 de enero de 1964, mientras la máxima se registró el 3 de marzo de 1957 cuando alcanzó 34.6 °C.

Tabla 1. Resumen de variables meteorológicas, MROC 2011-2018.

Mes/Variable	Temperatura máxima extrema (°C)	Temperatura mínima extrema (°C)	Temperatura máxima media (°C)	Temperatura mínima media (°C)	Precipitación total media (mm)	Días con precipitación
Enero	31,2	13,3	28,6	18,7	2,5	2
Febrero	32,2	14,3	29,4	18,5	7,8	2
Marzo	33,4	14,7	30,2	18,9	4,5	2
Abril	33,6	15,0	30,4	19,2	90,7	10
Mayo	32,6	14,4	29,0	19,2	224,2	20
Junio	31,8	16,7	28,4	19,2	245,3	21
Julio	31,4	16,1	28,4	19,4	161,1	18
Agosto	31,6	16,5	28,5	18,8	220,4	20
Setiembre	31,6	16,0	28,1	18,5	316,0	24
Octubre	31,5	15,6	27,3	18,5	355,2	25
Noviembre	30,9	14,9	27,6	18,5	130,4	16
Diciembre	32,1	15,2	28,2	18,9	32,6	8
Anual	33,6	13,3	28,7	18,9	1790,7	168

Palabras clave: Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, cambio de viento, climatología aeronáutica, mínimos operativos, variables meteorológicas.

Imagen. 5 Variables meteorológicas 2011-2018 IMN.

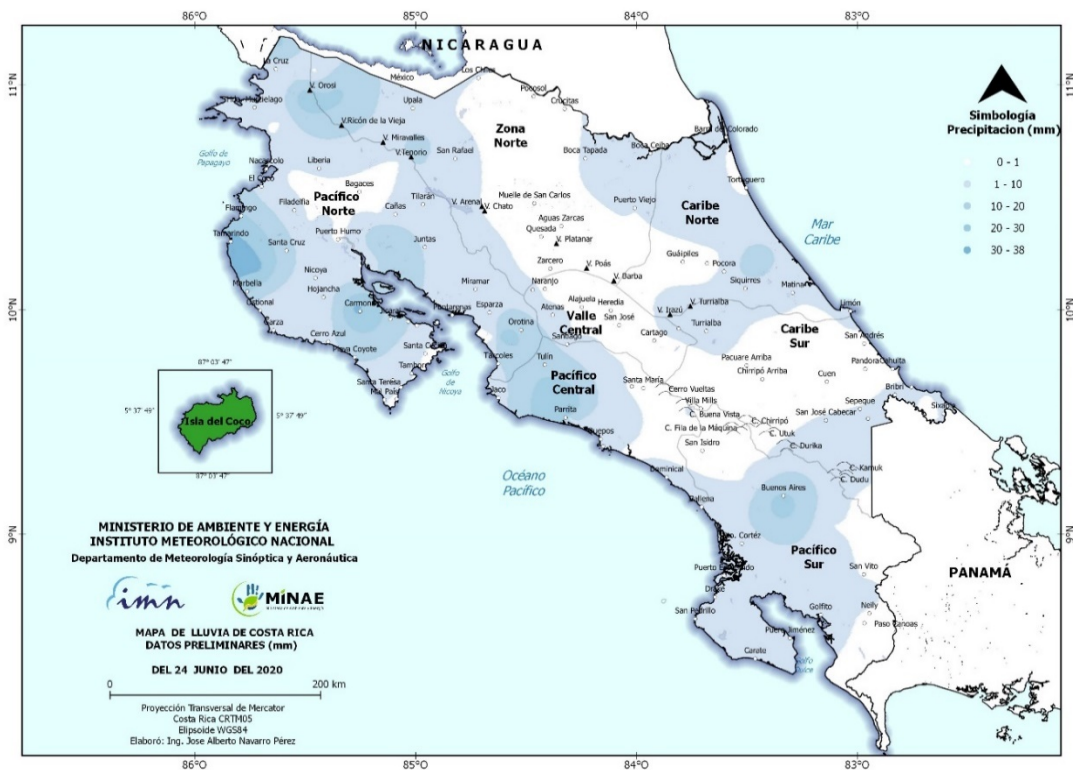


Imagen. 6 Mapa de Lluvia de Costa Rica 24 junio 2020 IMN.

2.10 Levantamiento topográfico

Se cuenta con las curvas de nivel de todo el terreno lo cual facilita la ubicación de las estructuras propuesta y le da un grado de presión mayor a este estudio. Además, se cuenta con las coordenadas geográficas para determinar la ubicación, las cuales se basan de acuerdo con la latitud y longitud

Para facilitar al lector de este documento, referente al terreno aquí analizado, en la figura 1.1 se presenta la ubicación de la finca con el plano catastrado A-1990564-2017, en parte, objeto del estudio hidrogeológico. Administrativamente, los terrenos se localizan en el distrito de La Guácima, cantón central de Alajuela, provincia de Alajuela, Costa Rica.



Imagen. 7 Área total del desarrollo urbanístico Los Reyes y dos pozos localizados dentro de la misma. Se indica, además, el área de influencia que es objeto de análisis en el Estudio.

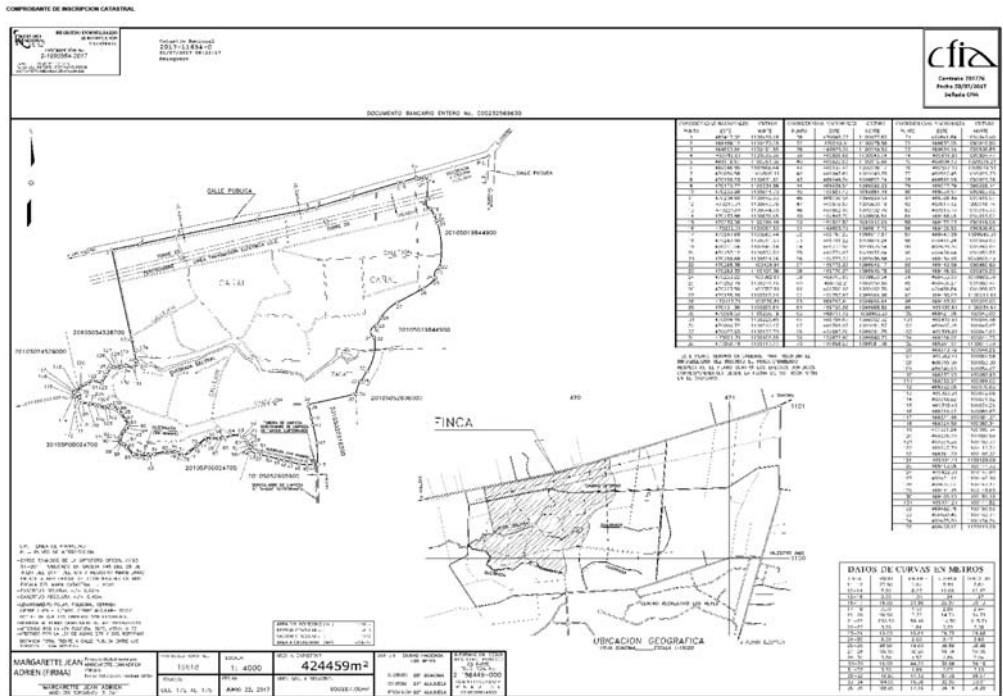


Imagen. 8 Plano catastrado de la finca A – 1990564 – 2017 que muestra el sector noroeste del área del proyecto.

2.11 Diseño de sitio

El diseño urbano debe tener en cuenta el espacio físico, así como su organización y planteamiento, pero también el diseño arquitectónico y el mobiliario urbano. En otras palabras, el proyecto urbano no consiste solamente en diseñar la situación y construcción de edificios, también trata de gestionar, a nivel más general, todos aquellos elementos que forman parte de una ciudad y que influyen tanto en el diseño de ésta, como en el día a día de sus habitantes. Algunos ejemplos básicos son los parques o plazas. Sin embargo, también hay otros elementos, como la fachada de los edificios o incluso los carteles publicitarios alrededor de la ciudad. Redacción. (29 de julio de 2015), La importancia del diseño urbano y su influencia en la sociedad. ESDESIGN. Recuperado de <https://www.esdesignbarcelona.com/int/expertos->

diseno/la-importancia-del-diseno-urbano-y-su-influencia-en-la-sociedad. Dadas las necesidades y condiciones topográficas del terreno, se propone una lotificación de 56 fincas filiales con un promedio de área de 945 metros, resguardando la integridad y la consideración del entorno, dado que los condominios de Ciudad Hacienda Los Reyes, guarda el concepto de amplitud en las partes verdes, integrado al entorno del lugar, disponiendo de grandes áreas para espacios de recreación y zonas verdes. Se cumple con lo dispuesto en el plan regulador de Alajuela y en la disposición de uso de suelo otorgada para la finca en estudio.

MA-ACC- 03487 -2015	TRAMITE: U- 3655
RESOLUCION MUNICIPAL DE CONSTANCIA USO DE SUELO	
Actividad de Control Constructivo, MUNICIPALIDAD DE ALAJUELA, AL SER LAS	10.04 a m) 22/04/2015
Esta Actividad ha estudiado la gestión que presenta:	
El (La) señor(a) LOS REYES SOCIEDAD ANONIMA	cedula 3-101-016204
Presentó SOLICITUD DE CONSTANCIA DE USO DE SUELO PARA	
CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA CONDOMINIO COMERCIAL-RESIDENCIAL	
Finca número:	2-00198449-000
Plano Catastro número:	A-1792896-2015
Sito en el distrito:	05 GUACIMA
De acuerdo con el mapa de zonificación DEL PLAN REGULADOR URBANO DEL CANTON CENTRAL DE LA PROVINCIA DE ALAJUELA, PUBLICADO EN GACETA N° 102 DEL 17 DE SETIEMBRE DE 2004, el inmueble arriba indicado se ubica en zona Clasificada como:	
SUBZONA RESIDENCIAL MEDIA DENSIDAD (Fuera del Anillo de Circunvalación)	
En consecuencia, con la documentación aportada, el uso pretendido resulta:	
PERMITIDO	
En el entendido que deberá cumplir con:	
Condiciones de Fraccionamiento y Construcción	
En el resto del área del cantón que no corresponde al área urbana del cantón, según lo indicado en el artículo 74 del Plan Regulador Urbano, los requisitos son: 1) SUPERFICIE MINIMA DEL LOTE: 300 metros cuadrados, 2) FRENTE MINIMO 12.5 metros, 3) COBERTURA MAXIMA 60% 4) RETIROS a) Frontal 3.5 metros, b) Posterior 3.5 metros, c) Laterales no se exigen, 5) Dotación de áreas verdes y comunes de conformidad con la normativa vigente.	

Imagen. 9 Resolución de uso de suelo A – 1792896 – 2015 que muestra el sector noroeste del área del proyecto.

El cual indica que según el artículo 74 del plan Regulador Urbano, los requisitos son:

Superficie mínima de lote: 300 metros cuadrados.

Frente mínimo: 12.5 metros.

Cobertura máxima: 50%.

Retiros:

Frontal: 3.5 metros.

Posterior: 3.5 metros.

Laterales: no se exigen.

Dotación de áreas verdes y comunes de conformidad con la normativa vigente.

Estas disposiciones son los parámetros para realizar la propuesta de diseño del sitio inicial, dadas las necesidades del propietario y conservado el concepto de Ciudad Hacienda Los Reyes.

2.12 Diseño de rasante

Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la superficie de rodamiento llamado corona. Es el trayecto de la superficie del camino terminado, está comprendida entre los hombros del camino, o sea, las aristas superiores del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que comprenden la corona son rasante, pendiente transversal, calzada y acotamientos.

2.13 Derecho de vía

El proyecto tendrá un derecho de vía de catorce metros de ancho. En estas vías regirá lo indicado en el Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y de

Urbanizaciones. Con dos servidumbres de paso para tuberías de agua pluvial y sanitaria respectivamente.

Derecho de vía: El ancho total de la carretera, calle, sendero servidumbre, esto es, la distancia entre líneas de propiedad incluyendo en su caso calzada, fajas verdes y aceras.

Primarias: Aquellas que constituyen una red vial continua, sirven para canalizar las vías locales hacia sectores de la ciudad o bien, hacia carreteras de enlace entre el desarrollo propuesto y otros núcleos poblados o que se considere que puedan llegar a tener esa función. Requieren de las siguientes dimensiones: de catorce metros (14 m) de derecho de vía, nueve metros (9 m) de calzada, un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) de acera y un metro (1 m) de franjas verdes.

Podrán habilitar un número ilimitado de lotes.

2.14 Pendiente transversal

La pendiente transversal, de una carretera de primera clase, con dos carriles en tangente, debe ser del 2.0 por ciento del centro de la sección hacia fuera. Cuando existan más de dos carriles por sentido, cada carril adicional irá incrementando su pendiente transversal entre 0.5 y 1.0 por ciento. En áreas de intensa precipitación pluvial, la pendiente de los carriles centrales puede incrementarse a 2.5 por ciento, con un medio por ciento incremental en los carriles contiguos hacia fuera, pero sin superar un 4.0 por ciento.

Para carreteras con superficie de calidad intermedia, la pendiente transversal desde la cresta de la sección puede variarse entre 1.5 y 3.0 por ciento, en tanto que las carreteras con superficie de rodamiento de baja calidad, el rango de pendiente transversal puede fijarse entre 2.0 y 4.0 por ciento.

2.14 Estudio hidrológico

El estudio hidrológico permite determinar la cantidad de agua que fluye superficialmente en una cuenca o sub – cuenca, tomando en cuenta los siguientes elementos:

Afluente: es un arroyo o río secundario con menor caudal que el principal y que lleva sus aguas al canal.

Área tributaria: es el área donde se ubica el cauce a estudiar y donde recaen todas las aguas pluviales que van a dar a la cuenca y sub – cuencas.

Perímetro: es el contorno del área tributaria, se determina a partir de las curvas de nivel del sitio, donde se aprecia una variación de su forma que demarca el límite entre dos cuencas.

Elevaciones: se utilizan para determinar la pendiente entre los puntos más relevantes, el de estudio, en el cauce del río y el hidráulicamente más alejado.

Pendiente promedio: es la diferencia entre la altura del punto hidráulicamente más alejado y el de estudio, cuyo resultado se divide entre la longitud del canal.

En Costa Rica, se cuenta con dos estaciones, época seca y época lluviosa. La temporada seca va desde diciembre hasta mayo y la lluviosa desde mayo a noviembre, en los meses de julio y agosto se presenta una disminución relativa en la cantidad de lluvia y noviembre es un mes de transición. Localmente, los meses secos los consideran verano y los meses lluviosos invierno.

2.15 Estudio de la cuenca

Una cuenca se define como un espacio geográfico, concretamente por la divisoria topográfica de las aguas, cuyos aportes hídricos naturales se alimentan exclusivamente de las precipitaciones y excedentes de agua, o de materias sólidas, hasta desembocar en un punto único.

2.15.1 Datos de la cuenca

2.15.1.1 Área de la cuenca

Se realiza siguiendo de forma perpendicular, las curvas de nivel en los puntos donde se presentan las partes topográficamente más elevadas, separando la cuenca de otras cuencas vecinas.

2.15.1.2 Longitud del cauce más largo

Para el desarrollo del proyecto se tomará en cuenta la longitud de la cuenca y sus afluentes o contribuyentes. Una vez delimitada la cuenca, se procede a identificar y medir el cauce de mayor longitud. La unidad de medida del cauce más largo se indica en kilómetros.

2.15.1.3 Perímetro de la cuenca

Se define como la longitud del contorno del área de la cuenca o línea imaginaria que delimita la misma de las otras cuencas. La unidad de medida del perímetro se indica en kilómetros.

2.15.1.4 Elevaciones de la cuenca

Las diferencias de alturas que se presentan dentro de la cuenca son importantes para obtener datos como la esorrentía, temperaturas y precipitaciones. Para el análisis se utiliza la elevación media calculada de la siguiente manera:

$$Hm = \frac{(Hmax+Hmin)}{2}$$

Ecuación 1 Elevaciones de la cuenca

Donde

Hm: elevación media de la cuenca (msnm).

Hmáx.: elevación máxima de la cuenca (msnm).

Hmín.: elevación mínima de la cuenca (msnm).

2.15.1.5 Pendiente promedio de la cuenca

Se denomina pendiente media de la cuenca, a la ponderada de todas las pendientes correspondientes a áreas elementales en las que se puede considerar constante la máxima pendiente.

En términos generales, indica el grado de “rugosidad” que tiene el suelo de la cuenca. El cálculo de la pendiente es muy importante para el estudio hidrológico, debido a que este refleja el drenaje de las aguas de lluvia de la cuenca hidrográfica.

La pendiente promedio se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$P = \frac{\Delta H}{L} * 100$$

Ecuación 2 Pendiente promedio

Dónde:

P: pendiente promedio de la cuenca, en porcentaje %.

ΔH : diferencia de altura, entre la curva de nivel más baja y la curva de nivel más elevada, indicada en metros.

L: longitud del cauce más largo, indicada en metros.

2.16 Tiempo de concentración (tc)

El tiempo de retardo, para cuencas pequeñas, en las cuales predomina el flujo superficial, W.K Kerby dedujo la siguiente fórmula para determinar el tiempo de concentración del Texto de Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales de Fair, Geyer y Okun, Volumen I, Capítulo 15, pág. 441:

En donde:

$$T_{cA} = 4,3 \left(\frac{Ln}{g\sqrt{S}} \right)^{1/2}$$

Ecuación 3 Tiempo de concentración

L = Distancia al punto tributario más alejado en metros (m)

n= Coeficiente de retardo

g = Gravedad (m/s²)

S = Pendiente (m/m)

De la fórmula planteada por Kirpich se planteó el nomograma desarrollado en la tesis del Ingeniero Ramiro Gamboa, para determinar el tiempo de concentración de la cuenca:

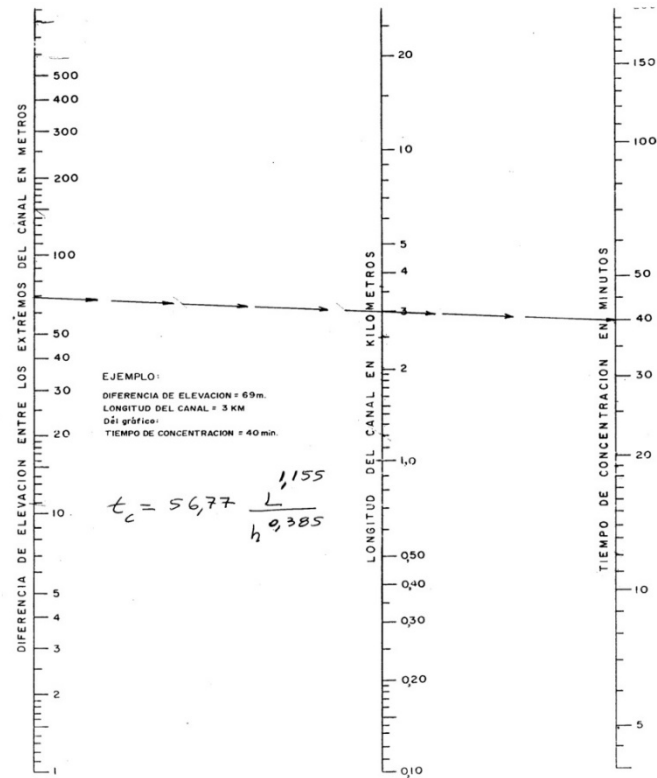


Imagen. 10 Tiempo de concentración (Gamboa, 1969).

2.17 Período de retorno

Intervalo medio de tiempo a largo plazo o número de años, al término de los cuales se igualará o superará un suceso, por ejemplo, el caudal máximo de crecida. Para este tipo de proyectos se deben tomar períodos de retorno altos, ya que cuanto mayor sea el período de retorno es menos la probabilidad de que ocurra una avería máxima no prevista.

Tomando en cuenta, que cuanto más altos sean los caudales y mayor sea el período de retorno, aumentará el costo del proyecto, pero tiene un gran factor de seguridad.

En este mapa se muestran las lluvias con duración de una hora y período de retorno de un año, cada curva corresponde a una precipitación (isoyeta).

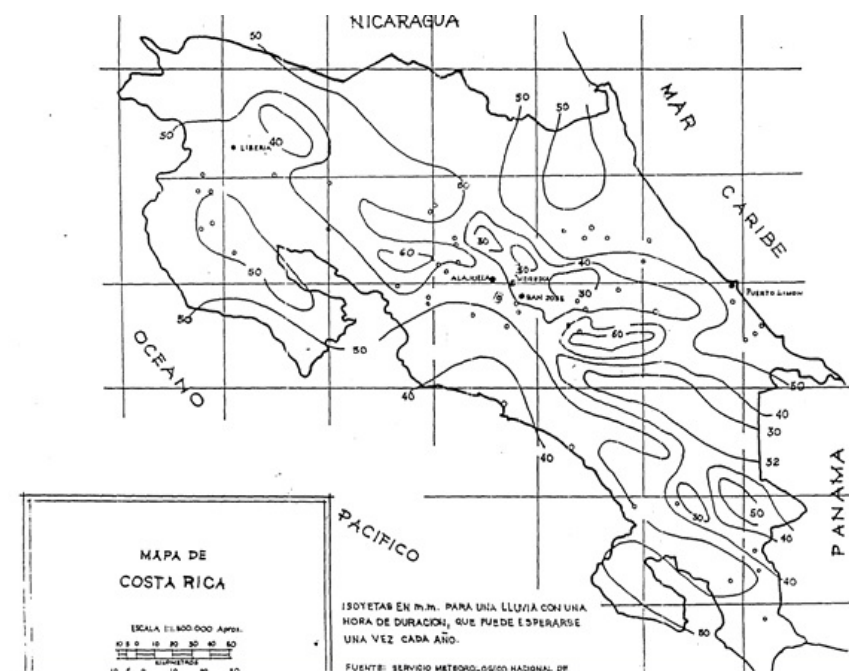
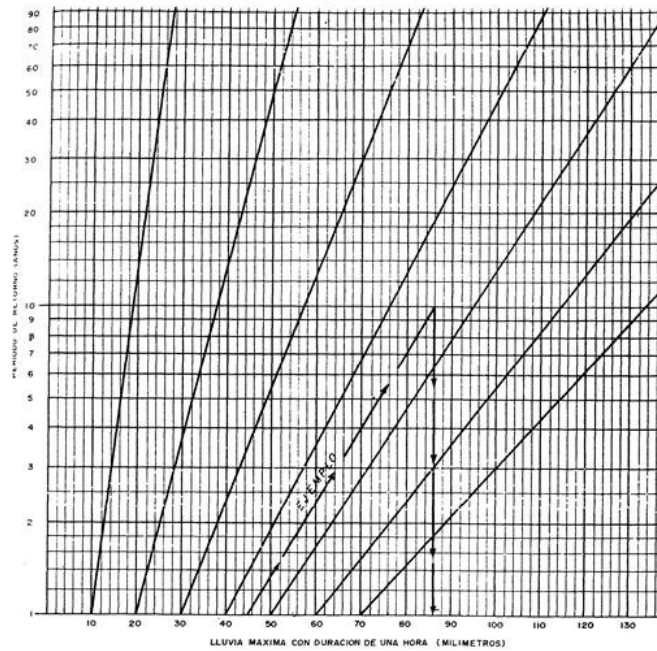


Imagen. 11 Isoyetas para una lluvia de duración de una hora (Gamboa, 1969).

El Ing. Ramiro Gamboa aclara, en su tesis de grado, lo expuesto en las isoyetas, indica que se trazaron los gráficos individuales de períodos de recurrencia para 31 estaciones, que tienen registro pluviográfico por más de 9 años.

Una vez encontrados los períodos de recurrencia, se compararon los de frecuencia una vez al año, con lo de frecuencia una vez cada 50 años, encontrándose un alto coeficiente de correlación, que permitió trazar una línea de regresión. Con estos valores, se trazó el gráfico, con el cual se pudo obtener los períodos de recurrencia para lluvias con tiempos de duración de una hora en cualquier lugar de Costa Rica.



EJEMPLO:

SEA: Lluvia máxima con duración de una hora que se presenta una vez cada año: 45 mm. (obtenido para Bagaces, Guanacaste, en Fig 2.3)
 HALLAR: Lluvia máxima con duración de una hora y período de retorno 10 años.
 RESPUESTA: (Del gráfico) 86 mm

LLUVIAS MAXIMAS CON DURACION DE UNA HORA
 PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Imagen. 12 Períodos de retorno para lluvias de duración de una hora (Gamboa, 1969).

2.18 Intensidad de lluvias

Es la cantidad de lluvia que cae por unidad de tiempo, se mide en milímetros por hora. Esta se selecciona según la duración de la tormenta y el período de retorno. La intensidad de lluvia se mide a través de pluviómetros, colocados en las distintas estaciones meteorológicas y los datos recolectados corresponden a la cantidad de lluvia, en un lugar determinado y un tiempo definido.

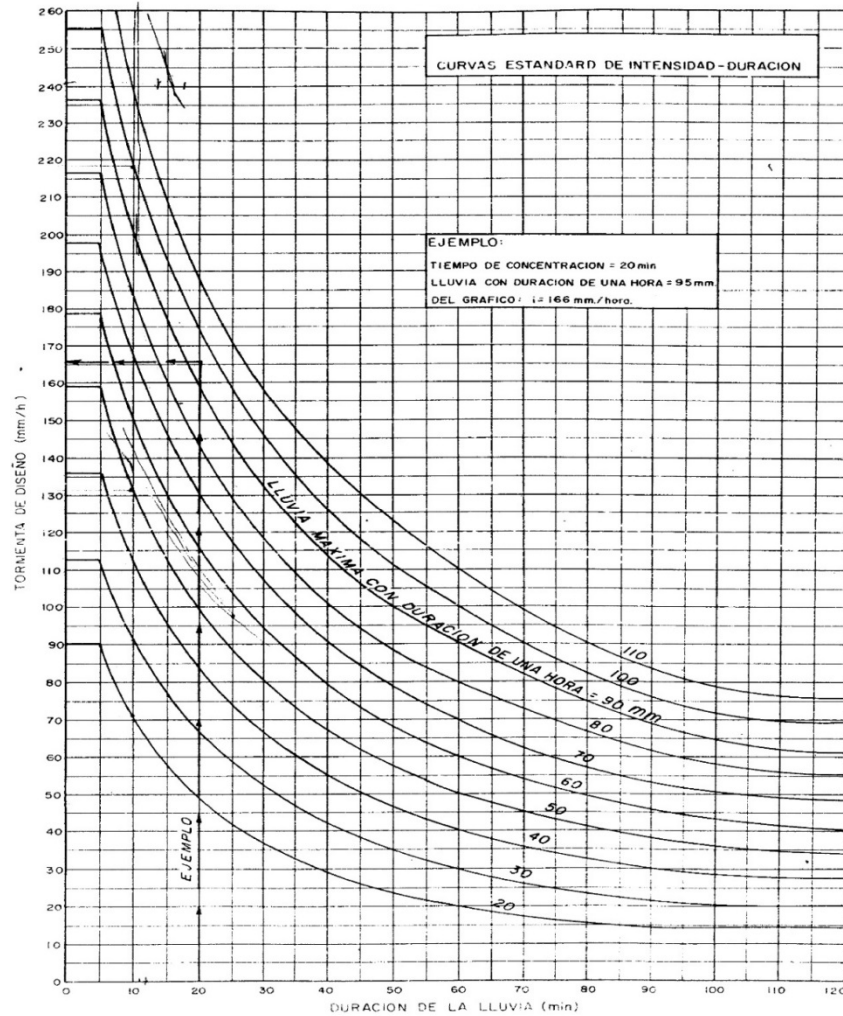


Imagen. 13 Tormenta de diseño (Gamboa, 1969).

Ecuaciones de Intensidad - Duración - Frecuencia para el Valle Central de los Ingenieros Rafael Murillo Muñoz y Rafael Oreamuno Vega VI Congreso Nacional de Recursos Hídricos:

$$i = \frac{CT^m}{(t + d)^n}$$

Ecuación 4
Intensidad de Lluvia

En donde:

i: intensidad de la lluvia en milímetros por hora

C: coeficiente

T: período de retorno en años

m: exponente

t: duración de la tormenta en minutos (tiempo de concentración)

d: parámetro de ajuste

n: exponente

En el caso de cuencas muy pequeñas, se considera un tiempo mínimo de 5 minutos.

2.19 Método para cálculo de caudales máximo

Para la estimación del caudal máximo de la cuenca existen varias metodologías que se pueden aplicar y están asociadas al período de retorno. Para el desarrollo del proyecto se utilizará el Método Racional, sin embargo, se explicará este método para tener un panorama más amplio en este tema.

2.19.1 Método racional

Este método utiliza la fórmula que fue mencionada por primera vez para determinar el escurrimiento pico, para el diseño de una alcantarilla en Ronchester, Nueva York, alrededor del año 1889 por Emil Kuching.

El principio de esta fórmula es que toda el área tributaria de la cuenca, contribuye con la esorrentía superficial durante un período de precipitación máxima. Para esto, la tormenta máxima debe durar igual o más tiempo que lo que tardaría una gota en llegar desde el punto hidráulicamente más alejado hasta el punto de estudio (tiempo de concentración).

Caudal antes del desarrollo = $Q_A =$

$$Q_A = \frac{CiA}{3600}$$

Ecuación 5 Caudal
antes del desarrollo

C = Coeficiente de esorrentía antes del desarrollo

i = intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)

A = Área de la cuenca (m²)

Se utilizó el estudio de intensidades para la estación Aeropuerto Juan Santamaría del ing. Rafael Oreamuno Muñoz. Para el Aeropuerto Juan Santamaría: PR = 25 años

I= 115.8 mm/hr

En la Tabla 1.2 se muestran los parámetros hidrológicos estimados para las microcuencas A-1 y A-2 evaluadas.

2.20 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es un parámetro fundamental, pues representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal. Este no es un factor constante y varía de acuerdo a la magnitud de la lluvia, particularmente, con las condiciones fisiográficas de la cuenca hidrográfica (cobertura vegetal, pendientes, tipo de suelo), por lo que su determinación es aproximada.

En general, los cálculos de este coeficiente se efectúan a partir de los valores anuales de precipitación.

El método utilizado para el cálculo del coeficiente:

Método de Ven Te Chow: este método consiste en interpolar en el diagrama tres factores la topografía (pendiente media), vegetación y la permeabilidad. De esta manera se logra obtener un valor para el coeficiente de escorrentía “c”.

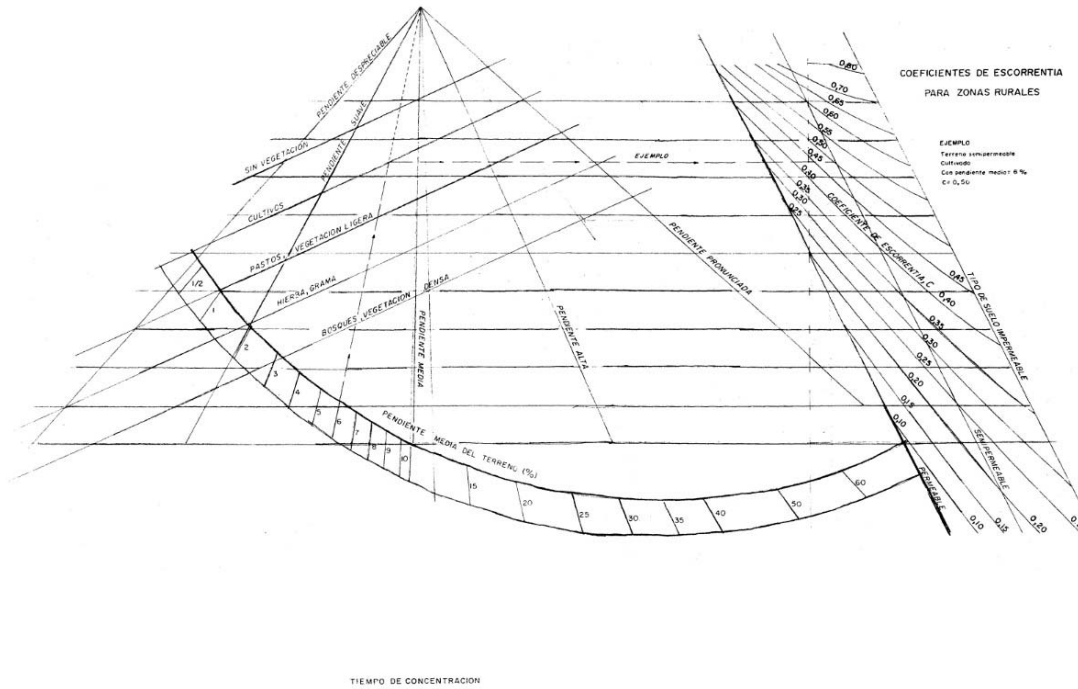


Imagen. 14 Coeficiente de escorrentía para zonas rurales (Gamboa, 1969).

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Imagen. 15 Coeficiente de escorrentía (C) (en Aparicio (1999))

2.21 Estudio hidráulico

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad, con la cual se relaciona el estudio hidrológico que se realiza en la cuenca. El objetivo de este estudio es determinar el nivel máximo de agua y la sección hidráulica más eficiente del canal.

En dicho estudio, se utilizan parámetros de diseño que comparan un factor geométrico, calculado a partir de sus dimensiones, con el factor hidráulico. Este último se calcula con base en el caudal de la cuenca, la rugosidad y la pendiente del río.

La expresión que relaciona los dos parámetros es la siguiente:

$$Q = \frac{ns^{1/2}}{AhRh^{2/3}}$$

Ecuación 6 Manning

Dónde:

Q: caudal de la cuenca, m³/s

S: Pendiente del río

n: Factor de rugosidad de Manning

Ah: Área hidráulica, en metros cuadrados

Rh: Radio hidráulico, en metros

P. m.: Perímetro mojado, en metros

2.22 Caudal máximo esperado

Como se muestra en los siguientes datos de aforo tomados en diferentes puntos de la cuenca, se tomarán los datos mayores aproximados al punto de desfogue propuesto para el proyecto, se detallan las ubicaciones de los recursos hídricos en la siguiente imagen:

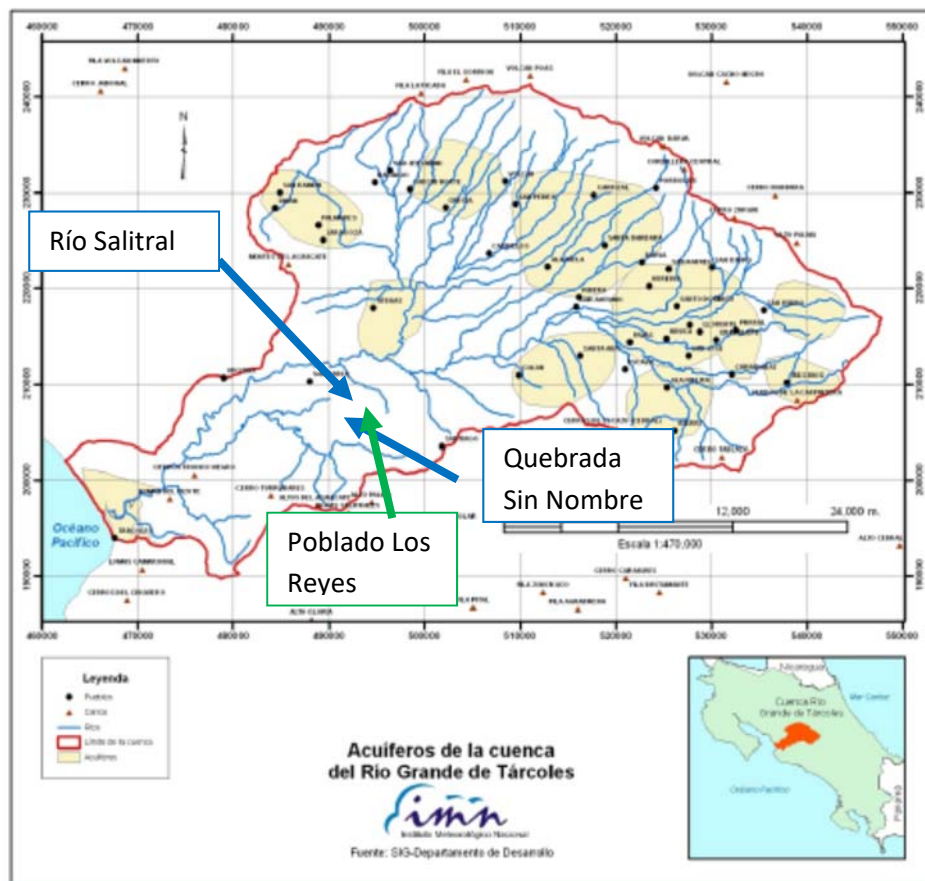


Imagen 16. Acuífero de la cuenca del río Grande Tárcoles (Estudio de cuencas hidrográficas de Costa Rica, 2010).

Según datos del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua

Superficiales el caudal de los ríos en Costa Rica, el aporte de acueductos pluviales no debe sobrepasar el de un caudal máximo del 10% esperado en una eventual tormenta para evitar afectaciones.

2.23 Elementos pluviales

Para el desarrollo del proyecto se sigue la normativa establecida por el A y A, en el documento “Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos”.

En este documento, se establecen los parámetros de diseño, que se debe seguir para la construcción, operación, mantenimiento y control de los sistemas de acueducto y alcantarillado de cualquier proyecto.

De acuerdo a lo establecido en esta normativa, el diseño de la red pluvial, debe cumplir con las siguientes características:

- La velocidad máxima permisible a tubo lleno será de 5,0 m/s, en los tramos entre pozos de registro pluvial. Se permite velocidades de hasta 7.0m/s en el tramo final (último pozo de registro pluvial – cabezal de desfogue).
- Cuando el proyecto contemple el desfogue a través de una depresión natural, ubicada dentro del terreno donde se encuentra el proyecto, se deben incluir como mínimo disipadores de energía, el cual garantice como máximo una velocidad de descarga de 2,5 m/s.
- La sección de los conductos empleados en alcantarillado pluvial será circular.
- El valor máximo permisible del tirante hidráulico deberá ser de 0.85 del

diámetro de la tubería.

- No se permitirá disminución en el diámetro nominal de las tuberías en la dirección del flujo.
- La profundidad máxima será de 3.60 metros de la rasante terminada a la corona del tubo, salvo condiciones especiales, la cual debe consultarse previamente en el A y A.
- Deberán construirse pozos de registro en todo inicio e intersección de tuberías, así como en los cambios de dirección, diámetro, pendiente, material de la tubería y en los tramos rectos, de tal forma que la distancia en línea recta entre dos pozos de registro no exceda 120 metros.
- El diámetro nominal mínimo de la red pluvial si se utilizan tuberías plásticas con “n” de Manning igual o inferior al del PVC, debe ser de 375 mm.
- Se proyectarán tragantes de tal manera que la longitud total de caño entre tragantes no sea mayor de 120 m. En las esquinas se construirán dos tragantes, para evitar inundaciones. La profundidad mínima del fondo del tragante respecto de la rasante será de 0.90 m.

2.24 Tabla de referencia para cálculos del sistema pluvial

CUADRO 1.10
SISTEMA PLUVIAL: HIDRÁULICA (CONTENIDO MÍNIMO DE INFORMACIÓN)

FECHA: _____ PROYECTO: _____ n Manning: _____ PROFESIONAL RESPONSABLE: _____

Línea (colector o ramal)	Perfil básico				Cálculos hidráulicos																	
	Tramo				Caudal real, diseño, o conducción en la tubería	Pendiente	Diámetro calculado	Diámetro nominal seleccionado	Velocidad máxima real	Tiempo de recorrido	Tiempo de concentración al final del tramo	Caudal a la velocidad máxima real	Fuerza tractiva	Relaciones hidráulicas				Velocidad real	Altura de la lámina de agua	Esfuerzo tactivo real	Profundidad hidráulica	
	Pozo Inicial		Pozo Final											L	q	S	Dc					V
Nombre	ERAS	Nombre	ERAS	m	L/s	%	mm	mm	m/s	min	min	L/s	kg/m ²	adimensionales				m/s	mm	kg/m ²	m	

SIMBOLOGÍA	
ERAS:	Elevación de rasante (m)

FIRMA PROFESIONAL RESPONSABLE: _____
CARNET PROFESIONAL RESPONSABLE: _____

Imagen 17. Tabla de cálculo sistema pluvial referencia A y A.

Línea (Colector o Ramal): las tuberías de alcantarillado sanitario se ubicarán en la línea centro de las calles y avenidas.

De Pozo: pozo "Agua Arriba". Pozo de Inicio-Inicio del flujo en el Tramo-La dirección del flujo es de: "De Pozo" a "A Pozo". Se basa en el nombre y el nivel de rasante.

A Pozo: pozo "Agua Abajo"-Pozo de Llegada-Llega el flujo del Tramo-La dirección del flujo es de: "De Pozo" a "A Pozo". Se basa en el nombre y el nivel de rasante.

Longitud: longitud del tramo, de centro de pozo a centro de pozo- Distancia entre el centro del pozo de inicio y el centro del pozo de llegada. En metros lineales (m).

Gradiente: gradiente de la rasante de la vía pública. Sirve de referencia para seleccionar la pendiente de la tubería (S). En porcentaje (%).

$$\frac{(\text{Rasante inicial} - \text{rasante final})}{\text{Longitud}}$$

Ecuación 7 Gradiente

Aportes al proyecto del escurrimiento superficial del área externa al mismo:

Especificar, calcular y tomar en cuenta, los aportes externos considerando la servidumbre natural que es "todo predio inferior debe recibir las aguas pluviales del predio superior, sin poner ningún obstáculo".

Lotes techos: áreas propuestas en el diseño de sitio, reguladas por la cobertura máxima permitida en el Plan Regulador (50% en este caso). En metros cuadrados (m²)

Lotes áreas verdes: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Vialidad calles: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Vialidad áreas verdes: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Áreas públicas techos: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Áreas públicas: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Áreas verdes: áreas propuesta en el diseño de sitio. En metros cuadrados (m²)

Tiempo de concentración al inicio del tramo:

$$T_c = T_e + T_r$$

Ecuación 9 Tiempo de concentración inicio del tramo

El tiempo de concentración que debe considerarse para la determinación de la intensidad y el caudal de un alcantarillado, en ningún caso será inferior a diez (10) minutos, según las normas de A y A.

En el primer tramo calculado, el punto considerado para determinar el caudal es al inicio del tramo, por lo que el tiempo de concentración es igual al de entrada.

Intensidad de la lluvia: Curvas de tiempo - intensidad - frecuencia

Lluvia derivada por el Dr. Wilhelm-Günther Varson, Lic. Marvin Alfaro Sánchez y Lic. Ileana Araúz Beita.

Programa Morfoclimatología Aplicada y Dinámica Exógena (MADE)

Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos Año 1992

Alajuela: $I = 209.844 - (38.7305 * \ln(\text{dur})) + (42.614 - (24.6041 * \ln(\ln(\text{dur})))) * \ln(\text{tn})$

Liberia: $I = 200.56 - 35.92 * \ln(\text{dur}) + (44.13 - 7.5 * \ln(\text{dur})) * \ln(\text{tn})$

Limón: $I = 155.05 - (25.89 * \ln(\text{dur})) + (21.79 - (3.14 * \ln(\text{dur}))) * \ln(\text{tn})$

San José: $I = 166.1 - (29.6 * \ln(\text{dur})) + (20.3 - (2.279 * \ln(\text{dur}))) * \ln(\text{tn})$

Cartago: $I = 156.89 - (28.46 * \ln(\text{dur})) + (42.2 - (8.07 * \ln(\text{dur}))) * \ln(\text{tn})$

Puntarenas: $I = 175.65 - (29.58 * \ln(\text{dur})) + (34.05 - (5.32 * \ln(\text{dur}))) * \ln(\text{tn})$

Caudal real, diseño o conducción en la tubería:

De los estudios hidrológicos, generalmente la Fórmula Racional, para áreas menores a 3 km²

$$Q_A = \frac{CiA}{3600}$$

Qa= en litros/seg

C=adimensional

I=en milímetros / hora

A =en m²

Pendiente: Pendiente de la tubería, lo más próxima a la rasante de la calle. También considerar la Tabla No 7 del Manual Hidráulico.

Diámetro calculado: Diámetro Teórico

Para n = 0,013

$$Dc = \frac{2.126921 * Q^{\frac{3}{8}}}{n^{\frac{3}{16}}}$$

Ecuación 10 Diámetro teórico

Q: en litros / seg

S: en % (tanto *100)

D: en pulgadas

Diámetro nominal seleccionado: Diámetro Nominal (Comercial). Se selecciona de la Tabla de Diámetros Nominales (Comerciales).

Velocidad a tubo lleno:

Para $n= 0,013$

$$V = 0.263778 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Ecuación 11 Velocidad a tubo lleno

D: en pulgadas

S: en % (tanto *100)

V: en m/s

Las velocidades máximas a tubo lleno serán de 5,0 metros por segundo.

La velocidad mínima será la producida por una fuerza tractiva mínima de 0,10 kg/m²

Tiempo de recorrido: El tiempo de recorrido (T_r) dentro de la tubería, en un tramo del alcantarillado se evaluará con la siguiente fórmula:

$$T_r = \frac{L}{60 \cdot V}$$

Ecuación 12 Tiempo de recorrido

en donde:

T_r = tiempo de recorrido (corrimiento) en minutos

L = longitud del tramo en metros

V = velocidad a tubo lleno en m/s.

En el primer tramo calculado, el punto considerado para determinar el caudal es al inicio del tramo, por lo que el tiempo de recorrido dentro de la alcantarilla es de cero minutos.

Tiempo de concentración al final del tramo:

$$T_c = T_e + T_r$$

El tiempo de concentración que debe considerarse para la determinación de la intensidad y el caudal de un alcantarillado, en ningún caso será inferior a diez (10) minutos, según las normas de A y A.

En el primer tramo calculado, el punto considerado para determinar el caudal es al inicio del tramo, por lo que el tiempo de concentración es igual al tiempo de entrada

Caudal a tubo lleno:

Para $n=0,013$

$$Q = 0.133658 * D^{\frac{8}{3}} * S^{1/2}$$

Ecuación 13 Caudal a tubo lleno

D: en pulgadas

S: en % (tanto por cien)

Q: en litros/segundo

Fuerza tractiva a tubo lleno:

T = fuerza tractiva en kg/m²

$$T = \frac{P(Vn)^2}{R^{1/3}}$$

Ecuación 14 Fuerza tractiva a tubo lleno

P: peso específico del agua 1 000 kg/ m³

V: velocidad en m/s

n: 0,013

R: radio medio hidráulico en metros = D/4

Fuerza tractiva auto – limpiante para tuberías llenas

$$T = \frac{PDS}{4}$$

Ecuación 15 Fuerza tractiva auto-limpiante para tuberías llenas

P: Peso específico del agua 1 000 kg/ m³

D: diámetro de la tubería en metros

S: Pendiente

Relaciones hidráulicas: la Tabla de Relaciones Hidráulicas para tuberías parcialmente llenas en función de q/Q, para n/N variable con la altura de la lámina.

Velocidad real: velocidad real del fluido en la tubería (m/s).

Altura de la lámina de agua: altura del fluido en la tubería. (mm)

Fuerza tractiva real: la fuerza tractiva mínima es de 0,10 kg/m². Preferiblemente mayor a 0,15 kg/m² y aún mejor mayor a 0,20 kg/m²

Profundidad Hidráulica:

$$H = \frac{A \cdot T}{1000}$$

Ecuación 16 Profundidad Hidráulica

H = profundidad hidráulica = A/T

A = Área mojada

T = Ancho superior

Número de Froude: Se define como la relación de las fuerzas de inercia entre las de gravedad que actúan en un fluido o, dicho de otra forma, es el cociente entre la velocidad media y la celeridad relativa de la onda dinámica.

Flujo crítico: Para evitar las situaciones de flujo crítico (inestable) el número de Froude será mayor de 1,10 o menor de 0,90. Si el régimen del flujo es crítico (inestable), cambiar el diámetro o la pendiente para lograr una mayor estabilidad (Régimen Sub crítico o Supercrítico).

Cuando el flujo es inestable lo que significa es que fácilmente éste puede pasar del régimen sub crítico al supercrítico

Caída en el pozo:

$$h_f = \left[\left(d_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right) - \left(d_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right) \right] + 0,2 \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

Ecuación 17. Caída en el pozo

$$\frac{v^2}{2g} = \text{Carga por velocidad}$$

Hi= Caída hidráulica (hi)

Caída requerida (hi) en el fondo del pozo por cambios en las tuberías en el tamaño, pendiente o caudal

El cambio calculado hi será positivo para gradientes crecientes, negativo para gradientes bruscamente decrecientes. Un valor positivo requiere una caída en el fondo, un valor negativo, una elevación. Sin embargo, una elevación obstruiría el flujo, y el fondo se hace continuo en realidad.

Otras reglas para las caídas hidráulicas (hi) en los pozos:

Permítase una caída de 0,03 m en un pozo de paso sencillo (directo).

0,06 m en presencia de una caída lateral o curva

0,09 m para dos laterales

0,09 m para uno sencillo (directo) y uno lateral

0,12 m para uno sencillo (directo) y dos laterales.

Manténganse continuas las bóvedas (coronas) de las atarjeas (tuberías), especialmente cuando se cambia de diámetro.

Para mantener el recubrimiento mínimo sobre la tubería

2.25 Ubicación de los elementos propios pluviales

Las tuberías de alcantarillado pluvial se ubicarán por los costados sur y este de las avenidas y calles respectivamente, en la línea centro entre las líneas de alcantarillado sanitario y cordón de caño. Se colocarán por debajo del alcantarillado sanitario a una distancia mínima libre de 0,20 metros en elevación.

Los materiales a utilizar se establecen en la normativa descrita anteriormente y se resumen en la siguiente tabla:

Material	Tipo de tubería	Norma de Correspondencia	Designación (Cédula, SDR, rigidez, clase)	Norma de Referencia INTECO	Rango de diámetros Nominales (mm)	Tipo de unión
PVC	Tuberías de pared sólida	ASTMD 3034	SDR41, SDR35	INTE 16-01-02	100 a 375	Junta con empaque de hule
	Tuberías de doble pared corrugada externamente	ASTMF 949	PS46	RTCR 304: 1997	100 a 600	Junta con empaque de hule
	Tuberías de pared	ASTMF 2307	PS10	RTCR 304: 1997	450 a 1.500	Junta con empaque de hule
	perfilada	DIN 16961	Series 1, 2, 3 y 4	RTCR 232: 1994	100 a 1500	Junta cementada
PEAD	Tuberías de doble pared corrugada	AASHTO M 292 & M 294	Variable según diámetro	INTE 16-05-04	100 a 1.500	Junta con empaque de hule
Concreto	Sin refuerzo	ASTMC-14	Clase 1		100 a 900	Junta con empaque de hule
	Con refuerzo	ASTM C-76	Clases I, II, III, IV y V		300 a 3050	

Imagen 18. Materiales para tubería (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2005).

2.26 Tipología de elementos pluviales

El sistema pluvial es utilizado para encauzar el agua de lluvia, debe proyectarse y diseñarse para su correcto funcionamiento. Está compuesto de muy pocos elementos, los cuales se mencionan a continuación:

Tragantes: son estructuras de concreto o de mampostería que se encuentran situadas en las carreteras, con el propósito de captar el agua de lluvia. Su función es permitir que el escurrimiento superficial entre por las cunetas de las calles a través de los tragantes o colectores de calle a los drenajes.

Cunetas: son elementos pluviales fabricados en concreto de forma cóncava, su función consiste en transportar el agua recibida de la calzada, hasta el tragante. Generalmente, se colocan en ambos lados de la calle.

Cordón de caño: son elementos pluviales que colectan el agua que reciben de la calzada, trasladándola hasta el tragante. Se construyen en sitio en ambos lados de la vía, dividiendo la vía y la acera.

Pozos pluviales: son elementos pluviales colocados al lado izquierdo de las vías, además, de recibir el agua de los tragantes, se utilizan como elementos de registro. Están protegidos con una tapa de hierro fundido de una pulgada de espesor, tienen una profundidad de 2 a 3 metros o más de acuerdo a las necesidades del terreno.

Cabezales de desfogue: son elementos pluviales ubicados al final de las tuberías pluviales, sirven para mitigar el empuje de las aguas antes de llegar a su destino final.

Están contruidos por elementos de concreto diseñados para bajar la velocidad de la corriente de agua.

2.27 Elementos sanitarios

Los elementos sanitarios en los condominios cumplen una función específica, conducir las aguas pluviales hasta sitios donde no causen afectación a la población.

Para el desarrollo del proyecto se sigue la normativa establecida por el A y A, en el documento “Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos”.

En este documento se establecen los parámetros de diseño que se debe seguir para la construcción, operación, mantenimiento y control de los sistemas de acueducto y alcantarillado de cualquier proyecto.

De acuerdo a lo establecido en esta normativa, el diseño de la red sanitaria del condominio debe cumplir con las siguientes características:

- La velocidad máxima permisible a tubo lleno será de 5,0 m/s.
- La sección de los conductos empleados en alcantarillado pluvial será circular.
- El valor máximo permisible del tirante hidráulico deberá ser 0.85 del diámetro de la tubería.
- No se permitirá disminución en el diámetro nominal de las tuberías en la dirección del flujo.
- La profundidad máxima será de 3.60 metros de la rasante terminada a la corona

del tubo, salvo condiciones especiales, la cual debe consultarse previamente al A y A.

- Deberán construirse pozos de registro en todo inicio e intersección de tuberías, así como en los cambios de dirección, diámetro, pendiente, material de la tubería y en los tramos rectos, de tal forma que la distancia en línea recta entre dos pozos de registro no exceda 80 metros.
- El diámetro nominal mínimo será de 150 mm.
- El diámetro mínimo de las previstas sanitarias en 100 mm.
- Caudal mínimo 1.5 l/s (mínimo de fuerza tractiva de 0.10 kg/m²)
- Pendiente mínima de 0.60%
- La profundidad mínima del fondo del tragante respecto de la rasante será de 1.20 m.

2.28 Tabla de referencia para cálculos del sistema sanitario

CUADRO 1.7
SISTEMA DE SANEAMIENTO: CÁLCULOS HIDRÁULICOS (CONTENIDO MÍNIMO DE INFORMACIÓN)

FECHA: _____ PROYECTO: _____ n Manning: _____ PROFESIONAL RESPONSABLE: _____

Perfil Básico				Cálculos Hidráulicos																	
Línea (colector o ramal)	Tramo			Caudal mínimo acumulado en la Línea (colector principal) - mínimo 1,5 L/s	Caudal máximo acumulado en la línea (colector o ramal) - mínimo 1,5 L/s	Pendiente	Diámetro calculado	Diámetro nominal seleccionado	Velocidad mínima	Caudal a velocidad máxima	Fuerza tractiva para el caudal máximo horario del año seco	Relaciones hidráulicas	velocidad real	Altura de la lámina de agua	Esfuerzo tectivo real	Profundidad hidráulica					
	De Pozo	A Pozo	L														Q _{mín} A	Q _{máx} A	S	D _c	D
Nombre		Rasante	Nombre	Rasante	m	L/s	L/s	%	mm	mm	m/s	L/s	kg/m ³	adimensionales				m/s	mm	kg/m ³	m

SIMBOLOGIA	
L	Longitud del Tramo del centro de pozo a centro de pozo. Distancia entre el centro del Pozo de Inicio y el centro del pozo de llegada.
q	Caudal real

FIRMA PROFESIONAL RESPONSABLE: _____
 CARNE PROFESIONAL RESPONSABLE: _____

Imagen 19. Tabla de cálculo sistema sanitario referencia A y A.

Línea (colector o ramal): las tuberías de alcantarillado sanitario se ubicarán en la línea centro de las calles y avenidas. El diámetro nominal mínimo será de 150 mm.

Tramo:

De pozo: pozo "Aguas Arriba"-Pozo de Inicio-Inicio del flujo en el Tramo-La dirección del flujo es de: "De Pozo" a "A Pozo". Se basa en el nombre y el nivel de rasante.

A pozo: pozo "Aguas Abajo"-Pozo de Llegada-Llega el flujo del Tramo-La dirección del flujo es de: "De Pozo" a "A Pozo". Se basa en el nombre y el nivel de rasante.

Longitud: longitud del tramo, de centro de pozo a centro de pozo- Distancia entre el centro del pozo de inicio y el centro del pozo de llegada. En metros lineales (m).

Gradiente: gradiente de la rasante de la vía pública. Sirve de referencia para seleccionar la pendiente de la tubería (S). En porcentaje (%).

$$\frac{(Rasante\ inicial-rasante\ final)}{Longitud}$$

Unidades habitacionales en el tramo: cantidad de fincas filiales que contribuyen a la carga orgánica en dicho tramo, según diseño de sitio.

Área tributaria del tramo: corresponde al área que aporta la carga orgánica según el diseño de sitio y el punto de estudio. En hectáreas.

Densidad calculada en el tramo: debe ser menor o igual que la densidad del Plan Regulador.

$$Densidad = \frac{Habitantes}{Hectareas}$$

Ecuación 18 Densidad

Población de diseño en el tramo: estimación de habitantes por población

Hacinamiento: 5 personas por hectárea.

Caudal promedio diario neto de agua potable : caudal promedio diario neto de agua potable (Q_{pap}).

$$Q_{pap} = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población}}{86400}$$

Ecuación 19. Caudal promedio diario

Caudal promedio de agua residual ordinaria: aguas residuales especiales o caudal promedio de agua residual especial (Q_{pare})

Aguas residuales especiales o caudal promedio de agua residual especial: área o caudal ajeno al diseñado

Contribuciones externas: área o caudal ajeno al diseñado

Aguas de Infiltración de lluvia: aguas de infiltración (Q_{inf}) = 0,25 l/s/km

Caudal promedio de aguas residuales: caudal promedio de aguas residuales (Q_{par})

$$Q_{par} = Q_{paro} + Q_{pare} + Q_{ext}$$

Ecuación 20. Caudal promedio residual

Caudal mínimo: el caudal mínimo no podrá ser inferior a 1,5 lps

Caudal máximo: el caudal mínimo no podrá ser inferior a 1,5 lps

Punto considerado : pozo en estudio

Caudal mínimo acumulado en la línea (colector o ramal): caudal mínimo total en el punto de estudio

Caudal máximo acumulado en la línea (colector o ramal): caudal máximo total en el punto de estudio

Pendiente: pendiente de la tubería, lo más próxima a la rasante de la calle. También considerar la tabla No 7 del Manual Hidráulico.

Diámetro calculado: diámetro teórico

Para $n = 0,013$

$$Dc = \frac{2.126921 * Q^{\frac{3}{8}}}{s^{\frac{3}{16}}}$$

Q: en litros / seg

S: en % (tanto *100)

D: en pulgadas

Diámetro nominal seleccionado: diámetro nominal (comercial). Se selecciona de la Tabla de Diámetros Nominales (Comerciales).

Velocidad a tubo lleno:

Para $n= 0,013$

$$V = 0.263778 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

D: en pulgadas

S: en % (tanto *100)

V: en m/s

Las velocidades máximas a tubo lleno serán de 5,0 metros por segundo.

La velocidad mínima será la producida por una fuerza tractiva mínima de 0,10 kg/m²

Tiempo de recorrido: el tiempo de recorrido (Tr) dentro de la tubería, en un tramo del alcantarillado se evaluará con la siguiente fórmula:

$$Tr = \frac{L}{60 * V}$$

en donde:

Tr = tiempo de recorrido (corrimiento) en minutos

L = longitud del tramo en metros

V = velocidad a tubo lleno en m/s.

En el primer tramo calculado, el punto considerado para determinar el caudal es al inicio del tramo, por lo que el tiempo de recorrido dentro de la alcantarilla es de cero minutos.

Tiempo de concentración al final del tramo:

$$T_c = T_e + T_r$$

El tiempo de concentración que debe considerarse para la determinación de la intensidad y el caudal de un alcantarillado, en ningún caso será inferior a diez (10) minutos, según las normas de A y A.

En el primer tramo calculado, el punto considerado para determinar el caudal es al inicio del tramo, por lo que el tiempo de concentración es igual al tiempo de entrada

Caudal a tubo lleno:

Para $n=0,013$

$$Q = 0.133658 * D^{\frac{8}{3}} * S^{1/2}$$

D: en pulgadas

S: en % (tanto por cien)

Q: en litros/segundo

Fuerza tractiva a tubo lleno:

T = fuerza tractiva en kg/m²

$$T = \frac{P(Vn)^2}{R^{1/3}}$$

P: peso específico del agua 1 000 kg/ m³

V: velocidad en m/s

n: 0,013

R: radio medio hidráulico en metros = D/4

Fuerza tractiva auto – limpiante para tuberías llenas

$$T = \frac{PDS}{4}$$

P: Peso específico del agua 1 000 kg/ m³

D: diámetro de la tubería en metros

S: Pendiente

Relaciones hidráulicas: La tabla de Relaciones Hidráulicas para tuberías parcialmente llenas en función de q/Q , para n/N variable con la altura de la lámina.

Velocidad real: Velocidad real del fluido en la tubería (m/s).

Altura de la lámina de agua: Altura del fluido en la tubería. (mm)

Fuerza tractiva real: La fuerza tractiva mínima es de $0,10 \text{ kg/m}^2$. Preferiblemente mayor a $0,15 \text{ kg/m}^2$ y aún mejor mayor a $0,20 \text{ kg/m}^2$

Profundidad hidráulica:

$$H = \frac{A \cdot T}{1000}$$

H = profundidad hidráulica = A/T

A = Área mojada

T = Ancho superior

Número de Froude: Se define como la relación de las fuerzas de inercia entre las de gravedad que actúan en un fluido o, dicho de otra forma, es el cociente entre la velocidad media y la celeridad relativa de la onda dinámica.

Flujo crítico: Para evitar las situaciones de flujo crítico (inestable) el número de Froude será mayor de 1,10 o menor de 0,90. Si el régimen del flujo es crítico (inestable), cambiar el diámetro o la pendiente para lograr una mayor estabilidad (régimen sub crítico o supercrítico).

Cuando el flujo es inestable, lo que significa es, que fácilmente el flujo puede pasar del régimen sub crítico al supercrítico

Caída en el pozo:

$$h_i = \left[\left(d_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right) - \left(d_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right) \right] + 0,2 \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

$\frac{v^2}{2g}$ = Carga por velocidad

Hi= Caída hidráulica (hi)

Caída requerida (hi) en el fondo del pozo por cambios en las tuberías en el tamaño, pendiente o caudal

El cambio calculado hi será positivo para gradientes crecientes; negativo para gradientes bruscamente decrecientes. Un valor positivo requiere una caída en el fondo, un valor negativo, una elevación. Sin embargo, una elevación obstruiría el flujo, y el fondo se hace continuo en realidad.

Otras reglas para las caídas hidráulicas (hi) en los pozos:

Permítase una caída de 0,03 m en un pozo de paso sencillo (directo).

0,06 m en presencia de una caída lateral o curva

0,09 m para dos laterales

0,09 m para uno sencillo (directo) y uno lateral

0,12 m para uno sencillo (directo) y dos laterales.

Manténganse continuas las bóvedas (coronas) de las atarjeas (tuberías), especialmente cuando se cambia de diámetro.

Para mantener el recubrimiento mínimo sobre la tubería.

2.29 Ubicación de los elementos propios sanitarios

Las tuberías de alcantarillado sanitario se ubicarán en el centro de las avenidas y calles respectivamente. Se colocarán por debajo de la rasante a una distancia mínima libre de 0,90 metros en elevación.

Los materiales para utilizar se establecen en la normativa descrita anteriormente y se resumen en la siguiente tabla:

Material	Tipo de tubería	Norma de Correspondencia	Designación (Cédula, SDR, rigidez, clase)	Norma de Referencia INTECO	Rango de diámetros Nominales (mm)	Tipo de unión
PVC	Tuberías de pared sólida	ASTMD 3034	SDR41, SDR35	INTE 16-01-02	100 a 375	Junta con empaque de hule
	Tuberías de doble pared corrugada externamente	ASTMF 949	PS46	RTCR 304: 1997	100 a 600	Junta con empaque de hule
	Tuberías de pared	ASTMF 2307	PS10	RTCR 304: 1997	450 a 1.500	Junta con empaque de hule
	perfilada	DIN 16961	Series 1, 2, 3 y 4	RTCR 232: 1994	100 a 1500	Junta cementada
PEAD	Tuberías de doble pared corrugada	AASHTO M 292 &M 294	Variable según diámetro	INTE 16-05-04	100 a 1.500	Junta con empaque de hule
Concreto	Sin refuerzo	ASTMC-14	Clase 1		100 a 900	Junta con empaque de hule
	Con refuerzo	ASTM C-76	Clases I, II, III, IV y V		300 a 3050	

Imagen 20. Materiales para tubería (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2005).

2.30 Tipología de elementos sanitarios

El sistema sanitario es utilizado para encauzar el agua de desechos, debe proyectarse y diseñarse para su correcto funcionamiento. Está compuesto de muy pocos elementos, los cuales se mencionan a continuación:

Pozos sanitarios: son elementos sanitarios colocados en el centro de las vías, además, de recibir el agua de las previstas, se utilizan como elementos de registro. Están protegidos con una tapa de hierro fundido de una pulgada de espesor, tienen una profundidad de 2 a 3 metros o más de acuerdo con las necesidades del terreno.

Previstas sanitarias: son elementos sanitarios ubicados al pie de las fincas filiales, sirven para recibir las aguas sanitarias de las propiedades para encausarlas a su destino final. Están contruidos por elementos de PVC diseñados para bajar la velocidad de la corriente de agua.

2.31 Diseño de planos

Cada vez que se quiere construir un proyecto es necesario preparar y planear todos los aspectos que puedan afectarla directa o indirectamente. Aquí es cuando comenzamos a necesitar emplear los planos de construcción.

Un plano arquitectónico o plano de construcción es la representación gráfica de la futura obra. Una obra dependiendo de su envergadura puede tener diferentes cantidades de planos, no existe una cantidad exacta ya que cada proyecto es diferente. En otras palabras, los planos son la receta que tienen que seguir los constructores para construir exactamente la futura obra, por lo que para entender dicho proyecto cuanto más detallado y específico sea, será mejor.

Estos planos contienen toda la información necesaria y las pautas que se han de seguir para poder construir el proyecto. Además, son un documento que sirve para conseguir

una determinada financiación si la necesitáramos, permisos de construcción y medidas exactas. Sin estos, sería imposible poder realizar cualquier obra, ya que gracias a ellos la constructora tendrá acceso a toda la información necesaria para poder iniciar las obras.

2.32 Tipos de planos en construcción

Los planos más comunes que podemos encontrar en los diferentes trabajos varían en la forma y el objetivo de la visualización que encontraremos detallada y son los siguientes:

2.32.1 Planos de corte de secciones

Este plano es muy útil, pues muestra un esquema de la edificación en plano vertical u horizontal. De este modo muestra con más claridad elementos que son menos visibles en los planos de planta o de fachada. Podríamos decir que nos daría una visión similar a la de cortar con un cuchillo la edificación, ya sea desde el tejado hasta los cimientos o en horizontal (visión similar al plano de planta que veremos más adelante) para hacernos una idea de la distribución de los diferentes espacios del edificio.

2.32.2 Planos de topografía

Los planos topográficos muestran la información geográfica del terreno en el que se va a construir, incluyendo los accidentes geográficos que existen (montañas, ríos, carretera). Se utilizan muy a menudo en el cálculo de áreas. Son también muy útiles en obra civil, ya que habitualmente encontraremos obras que dependerán de forma muy importante de la orografía del terreno (puentes, carreteras, entre otros).

2.32.3 Planos de instalaciones

Existen tres planos de instalaciones:

Plano de instalaciones eléctricas: representa la instalación eléctrica de la construcción. En él aparecen elementos como transformadores, enchufes, puntos de luz.

Plano de instalaciones sanitarias: representa la ubicación de todos los elementos de fontanería y saneamiento de la edificación.

Plano de instalaciones de potable: representa la instalación de potable de la construcción. Por ejemplo, dónde se encuentran las llaves de paso o las acometidas.

2.32.4 Planos de plantas

Los planos de planta, por lo general, muestran la distribución de las habitaciones, así como sus dimensiones y niveles, también pueden utilizar las convenciones y símbolos para mostrar los materiales y las ubicaciones de los accesorios y electrodomésticos. Un ejemplo lo podríamos encontrar en el plano de un piso, donde en el de planta podríamos ver la forma y dimensiones de las diferentes habitaciones, cómo va a estar amueblado, cuál será la ubicación de elementos decorativos, electrodomésticos, puertas. Es el tipo de plano con el que la mayoría de las personas que no disponen de conocimientos en construcción o arquitectura se encuentran más familiarizadas.

2.32.5 Planos de acabados y detalles

Estos son los planos más precisos, pues detallan los acabados que va a llevar cada componente de la edificación.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de investigación y diseño

El tipo de investigación es descriptiva, el propósito es describir situaciones y eventos que se medirán con la mayor precisión posible. El cual contempla una serie de etapas que se describen de la siguiente forma.

Etapa investigativa: donde se estudia e investiga cada tema implicado en este trabajo y se toma la decisión de qué metodología se utilizará.

Etapa analítica: de la información recolectada en el sitio, se compara con la información investigada, arrojando resultados y verificando las conclusiones de cada parámetro del tema.

Etapa informativa: se verifican los resultados de la etapa anterior, se exponen y se realizan las conclusiones y propuestas de los diseños.

Diseño de campo: se recolecta la información del entorno referente a la finca en estudio, variables de entorno y climatología. Parámetros dados por estudio previos e información recopilada

3.2 Enfoque de la investigación

El estudio propuesto en este trabajo es de carácter mixto, ya que se basa en la recolección de datos obtenidos de una propuesta de sitio y características dadas por el entorno donde se pretende desarrollar el proyecto. Entre estos se pueden mencionar, visitas de campo, estudio topográfico e hidrológico, información brindada de

proyectos similares y condiciones observadas en diferentes desarrollos cercanos al sitio en estudio. Además de análisis de datos suministrados por los estudios realizados en esta tesis, y estadísticos generados.

3.3 Fuentes de Información y sujeto

Dentro de las fuentes de información de este estudio, se encuentra la brindada por el departamento de ingeniería de la empresa Los Reyes S.A. y la empresa RYSJ ingeniería.

Para los datos de diseño se utilizó el “Norma Técnica para Diseño y Construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable, de saneamiento y pluvial”. (2017). Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Para verificar los riesgos y amenazas existentes en la zona del proyecto, se consultó la información de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) presente en los estudios y mapas de amenazas de la zona del proyecto.

Los datos del clima e intensidades de lluvias, requeridos para el estudio hidrológico, se obtuvieron de la tesis Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras, elaborada por el Ingeniero Ramiro Gamboa. Se proyectaron los registros para que cumplan con el período de retorno del estudio a elaborar.

Para determinar el tipo de suelo de la zona, se utilizaron los estudios e información brindada por la empresa Los Reyes S.A., que describen los tipos de suelo y datos estadísticos que se presentan cerca de la zona de estudio.

En cuanto al estudio topográfico, se utilizaron los estudios e información brindada por la empresa Los Reyes S.A.

En lo que respecta al diseño de alcantarillado pluvial y sanitario se consideró la Reglamentación Técnica para Diseño y Construcción de Urbanizaciones, condominios y fraccionamientos del A y A.

Los sujetos de esta investigación son las personas especialistas en el tema, entre las cuales se encuentra en el desarrollo de urbanizaciones que han elaborado y ejecutado proyectos similares, por lo cual su conocimiento ha sido de gran ayuda en el desarrollo de este trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS

Descripción general del Proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

4.1 Caracterización del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela:

El proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, se ubica en la Guácima de Alajuela, 1.5 Km. al oeste del entronque de la Ruta Nacional 27 San José - Caldera. En la figura 1.1 se muestra la ubicación del proyecto.

Jurisdiccionalmente, el proyecto se ubica en el Distrito 05: Guácima, en el Cantón 01: Alajuela y en la Provincia 02: Alajuela, según consta en el plano de catastro N° A – 1990564 – 2017. De acuerdo con dicho plano de catastro, el área de la propiedad es de 13ha.



Figura 1. 1 Ubicación del proyecto

En cada finca filial se podrán diseñar y construir desarrollos conforme a los usos y lineamientos definidos en el Plan Regulador Urbano de Alajuela (PRUA) vigente, y por el Reglamento de Administración y Funcionamiento de cada Condominio que se elaborará y en donde se especificará entre otros temas, aspectos como superficie mínima, frente mínimo, cobertura máxima, retiros y altura máxima, entre otros.

Según el PRUA vigente y su clasificación de los usos de suelos predominantes en el Área del Proyecto (AP) convergen dos categorías distintas, a saber;

Subzona Residencial Media Densidad (ZRMD), según oficio MA – ACC – 02119 – 2015; y

En la tabla 1.1 se presentan los datos de uso del suelo, respecto a habitantes por hectárea y a unidades habitacionales, por hectárea.

Debido a esto, en el área de desarrollo y según corresponda a su clasificación de suelos, se podrán desarrollar conjuntos residenciales (lotes para construcción, residencias unifamiliares, viviendas adosadas y condominios de apartamentos), comerciales y de servicios.

OFICIO	FINCA FOLIO REAL REFERIDA	CATEGORÍA USO DE SUELO (SUB-ZONA)	ÁREA (M ²)	UH PERMITIDAS	HACINAMIENTO PROYECTADO (3.7 PERSONAS / HA) ⁽³⁾	HECTÁREAS	UH / HA	HAB/HA
MA-ACC-9582-2016	2-198449-000 ⁽¹⁾	Residencial de Media Densidad	285.754	1.200	4.440	29	42	155
	2-198449-000	Servicios mixtos centros urbanos barrios	314.533	11.991	44.367	31	381	1.411
MA-ACC-9582-2016	2-526059-000	Servicios mixtos centros urbanos barrios	25.127	945	3.497	3	376	1.392
MA-ACC-2119-2015	2-526060-000 ⁽²⁾	Residencial de Media Densidad	78.210	328	1.214	8	42	155
Hacinamiento máximo proyectado (personas)					53.517			
<i>(1) De esta finca se segregaron las fincas con lo número de Folio Real 2-533721-000 y 2-534867-000.</i>								
<i>(2) Finca fue sometida al régimen de condominio, contando ahora con el número de Folio Real 2-4208-M-000, y cuenta con 73 fincas filiales.</i>								
<i>(3) Tomado del Cuadro 37 "Costa Rica indicador de tenencia, estado y hacinamiento de la vivienda", del Censo del año 2011, para el distrito Guácima.</i>								

Figura 1. 1 Densidad poblacional por hectárea y datos de números de unidades habitacionales (UH) por hectárea según zonas de uso del suelo de conformidad con el Plan Regulador del cantón de Alajuela

4.2 Caracterización topográfica del Proyecto Finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela:

El terreno donde se construirá el proyecto se encuentra localizado en la ciudad de La Guácima, Alajuela. La topografía original del terreno donde se desarrolla el proyecto es inclinada, sin embargo, por efectos constructivos, la topografía final planteada será en terrazas con baja pendiente.

Caracterización de lotificación del proyecto finca 5 del Condominio Los Reyes, Alajuela.

De acuerdo con la propuesta diseñada como estudio base, la arquitectura básica del

proyecto presenta un conjunto de terrazas o anclas donde se desarrollarán las edificaciones. El sitio del proyecto corresponde a un área de 13.1 hectáreas; el cual consta de 56 fincas filiales con un promedio de área de 945 metros cuadrados, este estudio da la solución integral, ya que incluye una propuesta de calles con pendientes pensadas para el manejo de los sistemas pluviales, sanitarios y de consumo (potables), además da las especificaciones de emplazamiento y disposición de las áreas a desarrollar, según los lineamientos municipales tanto del plan regulador, así como del uso de suelo suministrado por el propietario. Todo esto siguiendo las disposiciones del entorno y condiciones de la misma Ciudad Hacienda Los Reyes, manteniendo armonía con el entorno.



Imagen 21. Diseño de sitio propuesto para el proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

El proyecto consta de 56 finca filiales con un área total de 52 871.62 metros cuadrados, con áreas comunes libres, con calles de 5 2378.38 metros cuadrados, zonas verdes con un área de 42 706.84 metros cuadrados las cuales incluyen zonas de juegos infantiles, parques y lugares de protección del proyecto. El área prevista para el proyecto tiene un total de 116 669.93 metros cuadrados (11.6 hectáreas) dando un coeficiente total de zonas verdes sobre área urbanizable del 41%.

AREA TOTAL DE LA FINCA	116.669,93
AREA TOTAL A CONSTRUIR PROPUESTA	100.815,84
COEFICIENTE DE ZONA VERDE / AREA URBANIZABLE	41%

Imagen 22. Tabla de áreas del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

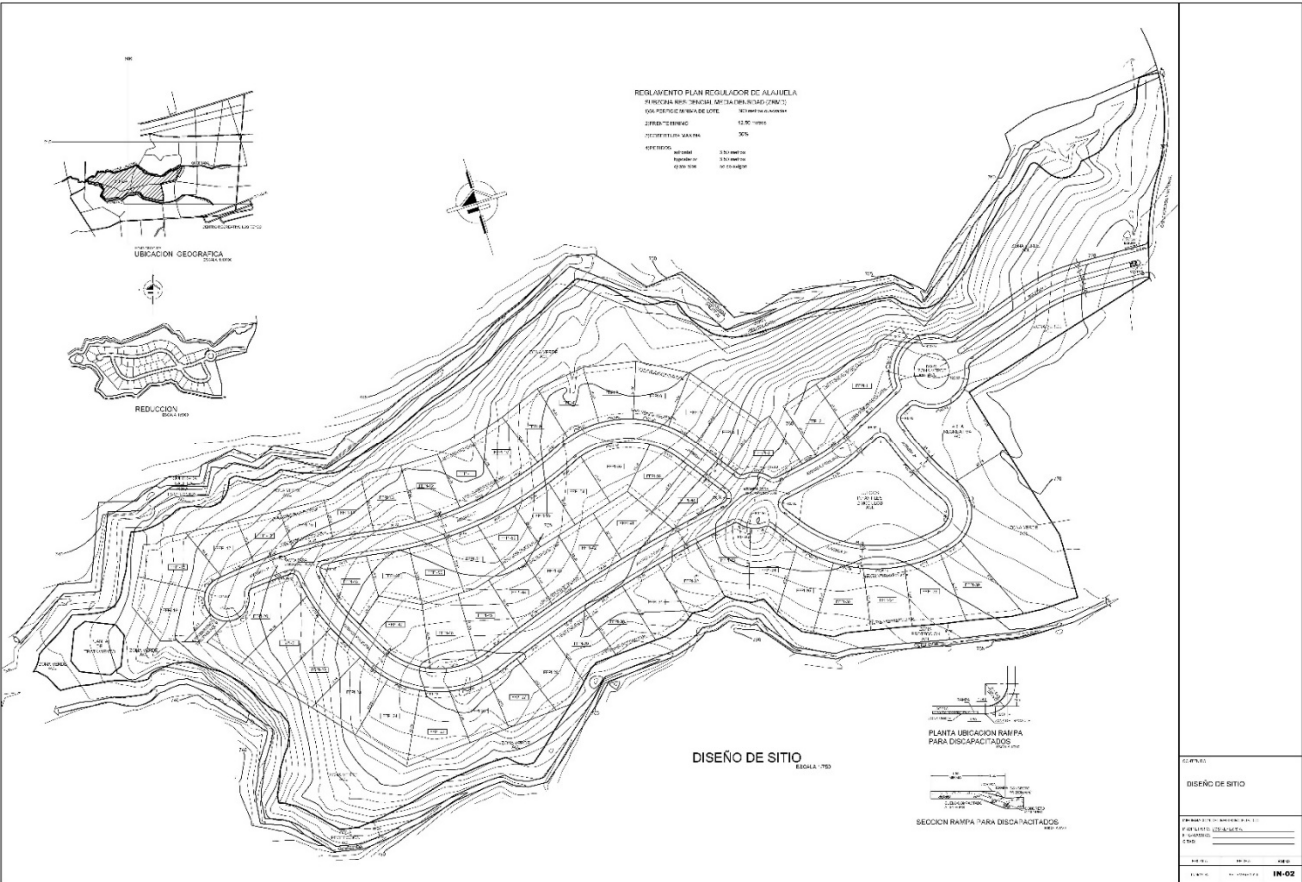
Finca Filial Primaria Individualizada	Número	Area Primaria Individualizada	Cobertura 50%
FFPI- 1		1.509,44	754,72
FFPI- 2		876,00	438,00
FFPI- 3		916,01	458,01
FFPI- 4		778,58	389,29
FFPI- 5		792,00	396,00
FFPI- 6		938,85	469,43
FFPI- 7		904,17	452,09
FFPI- 8		878,91	439,46
FFPI- 9		888,89	444,45
FFPI- 10		901,76	450,88
FFPI- 11		858,89	429,45
FFPI- 12		913,40	456,70
FFPI- 13		910,19	455,10
FFPI- 14		695,29	347,65
FFPI- 15		635,76	317,88
FFPI- 16		664,19	332,10
FFPI- 17		787,18	393,59
FFPI- 18		1.125,76	562,88
FFPI- 19		1.263,85	631,93
FFPI- 20		1.402,87	701,44
FFPI- 21		1.249,84	624,92
FFPI- 22		1.125,24	562,62
FFPI- 23		1.045,19	522,60
FFPI- 24		1.171,69	585,85
FFPI- 25		1.095,51	547,76
FFPI- 26		804,63	402,32
FFPI- 27		886,19	443,10
FFPI- 28		948,54	474,27
FFPI- 29		812,28	406,14
FFPI- 30		915,42	457,71
FFPI- 31		974,83	487,42
FFPI- 32		958,62	479,31
FFPI- 33		1.036,19	518,10
FFPI- 34		1.054,26	527,13
FFPI- 35		1.060,17	530,09
FFPI- 36		1.093,42	546,71
FFPI- 37		935,91	467,96
FFPI- 38		1.095,29	547,65
FFPI- 39		1.151,52	575,76
FFPI- 40		900,42	450,21
FFPI- 41		1.015,07	507,54
FFPI- 42		815,39	407,70
FFPI- 43		818,93	409,47
FFPI- 44		837,36	418,68
FFPI- 45		942,94	471,47
FFPI- 46		1.060,78	530,39
FFPI- 47		1.170,28	585,14
FFPI- 48		861,72	430,86
FFPI- 49		763,74	381,87
FFPI- 50		858,11	429,06
FFPI- 51		830,29	415,15
FFPI- 52		761,13	380,57
FFPI- 53		740,93	370,47
FFPI- 54		787,72	393,86
FFPI- 55		876,00	438,00
FFPI- 56		774,08	387,04
		52.871,62	26.435,81

Imagen 23. Tabla de áreas del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

Sub-Total Area Primaria Individualizada	52.871,62	Sub-Total Area Máxima a Construir Propuesta
Area Común Libre ACL		
Calles	5.237,38	
Zona Verde	42.706,84	
Sub-Total Area Común Libre	47.944,22	

Imagen 24. Tabla de áreas del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

4.3 Plano de diseño de sitio



Ver anexo 1: “Lamina IN-02 Diseño de Sitio”

4.4 Caracterización vías del Proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

El proyecto cuenta con dos vías de acceso, la primera es haciendo uso de la entrada principal, de lo que hoy se conoce como Ciudad – Hacienda Los Reyes; la segunda forma es utilizando la vía pública existente hacia la comunidad de Las Vueltas que está al norte del proyecto y al oeste del Auto Mercado. La configuración geométrica y funcional de ambas vías corresponde a carreteras municipales con un carril por sentido.

En el caso de los visitantes, estos harán uso de los carriles internos y el control de seguridad estará ubicado de manera que permita el almacenamiento hasta de tres vehículos en cola.

Para el proyecto Finca 5 del Condominio Los Reyes, se propone una sección de calle de ancho de 14.00 metros, constituida por una acera de 1.50 metros, con un área verde de 1.00 metro, un cordón de caño de 0.65 metros y una calzada en adoquín de 3.85 metros y en ambos sentidos, todo lo anterior de ancho.

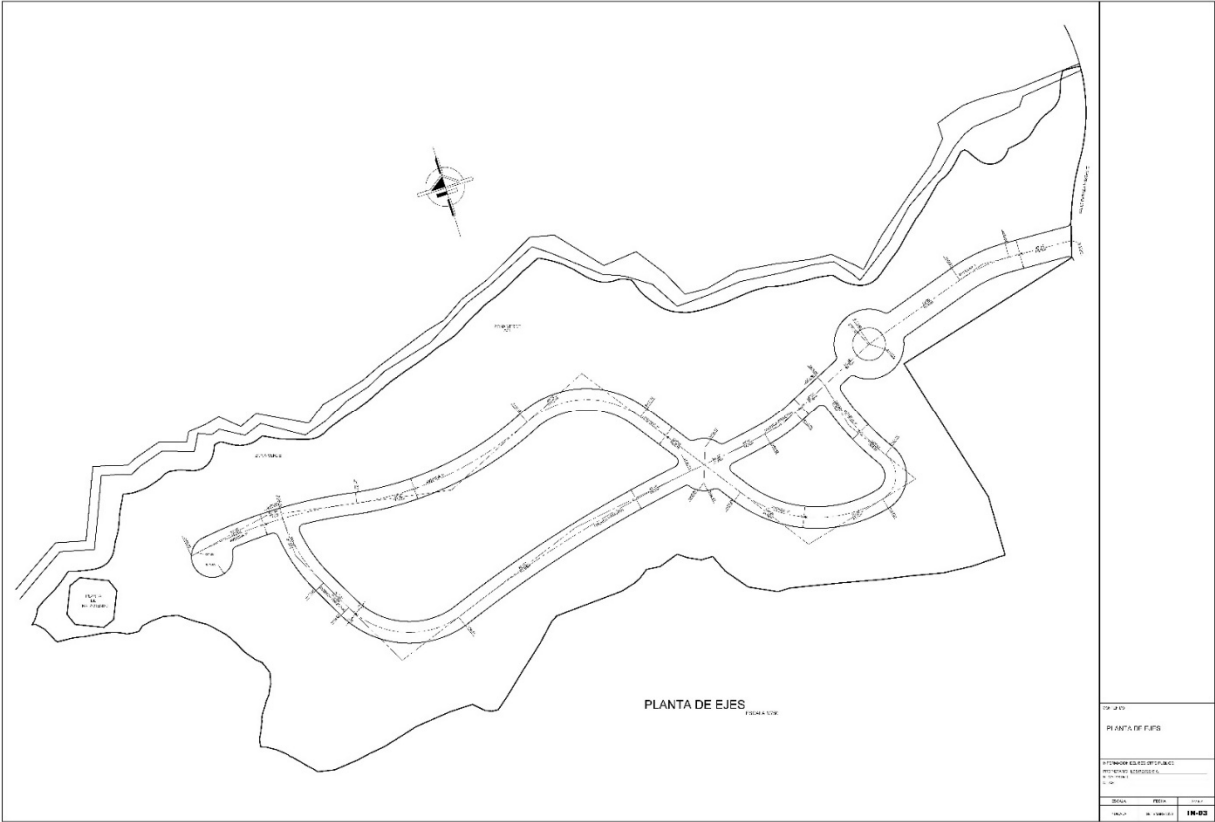


Imagen 25. Sección de calle propuesta.

Para solventar la necesidad del proyecto se realiza una propuesta de los puntos iniciales de trayecto de calles con un total de 9.8 km (975.65 metros) dividido en dos calles que convergen en una rotonda frente a las fincas filiales número 3 y 34, con un tramo inicial de 4.84 km (484.73 metros) de longitud y un segundo tramo de 4.90 km (490.92 metros), los cuales nos facilitaran la disposición de un nivel de referencia para ubicar los sistemas pluviales, sanitarios y potables del proyecto en estudio.

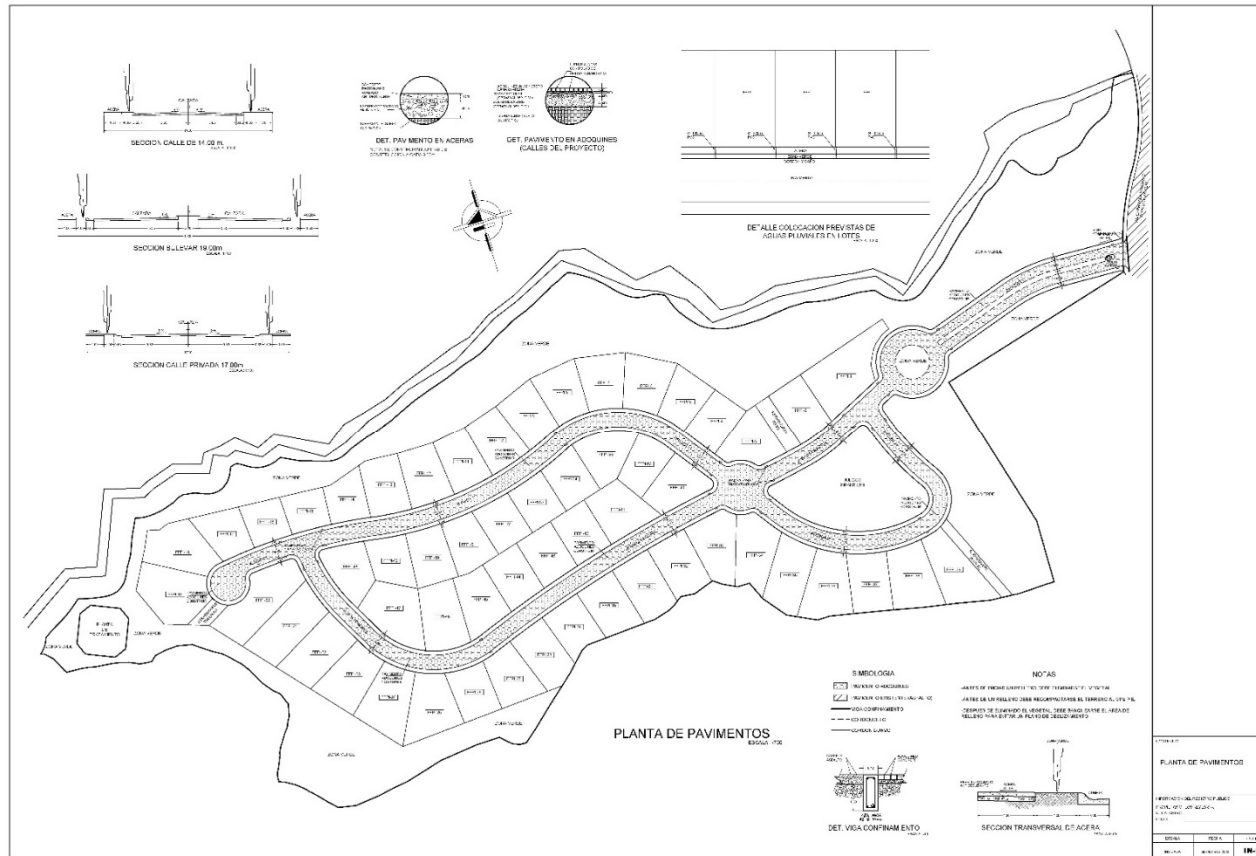
Esta propuesta de calzada se contempla en adoquín según lo observado en los proyectos de Ciudad Hacienda Los Reyes.

4.5 Plano de diseño de ejes



Ver anexo 2: “Lamina IN-03 Diseño de Ejes”

4.6 Plano de diseño de pavimentos



Ver anexo 3: “Lamina IN-08 Diseño de Pavimentos”

Caracterización hidrológica de la microcuenca del Proyecto Finca 5, Condominio Los Reyes, Alajuela.

Caracterización de las microcuencas del Condominio Los Reyes y alrededores

En la figura 1.1 se muestran los cauces, mayores receptores finales de las aguas pluviales del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes. Se hacen las siguientes observaciones:

En el proyecto se ubican dos quebradas intermitentes pequeñas, cuya cuenca coincide con las del mismo. En su confluencia forman la quebrada Salitral, que aproximadamente discurre por 2.5km antes de desfogar en el río Ciruelas, el cual recorre 1.8km después desagua en el río Virilla

La quebrada Salitral discurre por el pueblo de Las Vueltas de la Guácima, y pasa bajo un puente en un camino de lastre antes de desfogar en la quebrada Ciruelas.

La retención pluvial minimizaría el impacto del incremento de caudal de la quebrada Salitral, aguas abajo en la zona del poblado de Las Vueltas de la Guácima y un puente vial existente.

En la figura 1.2 se muestra, en una fotografía, el área de los cauces menores que son receptores directos de la esorrentía pluvial del proyecto Condominio Los Reyes, son dos quebradas pequeñas, intermitentes según referencias verbales en el sitio, cuya

cuenca prácticamente coincide con la del proyecto.

Esto explica su bajo caudal y la ausencia del mismo durante el verano, pues estas quebradas solamente drenan el agua subsuperficial de lluvia que se infiltra y drenan en el contacto de las ignimbritas impermeables subyacentes.

En las figuras 1.3 y 1.4 se muestran las dos microcuencas definidas y las áreas de desarrollo futuro estudiadas. Se definen dos microcuencas como norte y sur junto con 5 áreas de desarrollos según el Plan Maestro de Desarrollo del Condominio Los Reyes.

Caracterización hidrológica de la subcuenca

Para cuencas pequeñas en las cuales predomina el flujo superficial, W.K Kerby dedujo la siguiente fórmula para determinar el tiempo de concentración del Texto de Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales de Fair, Geyer y Okun, Volumen I, Capítulo 15, pág. 441:

En donde:

$$T_{cA} = 4,3 \left(\frac{Ln}{g\sqrt{S}} \right)^{1/2}$$

L = Distancia al punto tributario más alejado en metros (m)

n= Coeficiente de retardo

$g = \text{Gravedad (m/s}^2\text{)}$

$S = \text{Pendiente (m/m)}$

El número de coeficiente de retardo es un parámetro que depende del uso del suelo y del tipo de suelo de la cuenca. En general, un n de 0.80 indica que no se produce escorrentía, y un CN de 0.02 indica que toda la lluvia escurre.

Mientras que n 's bajos indican mucha escorrentía y suelos impermeables o cubiertos con superficies impermeables, n 's altos indican poca escorrentía y usos del suelo como bosques y arbustos.

En la figura 1.5 se muestra una guía para seleccionar este parámetro en función de la cobertura de la cuenca y del tipo de suelo hidrológico.

Para todas las cuencas estudiadas en general se utilizará un número de escorrentía promedio de 0.20, pues se tienen condiciones de pastos, con un porcentaje de cobertura verde actual superior al 75% y condiciones de suelos bastante impermeables (suelos tipo D).



Figura 1. 2 Cobertura de la tierra actual en el proyecto Condominio Los Reyes, área casi cubierta totalmente por pastos.

Debe destacarse que este número de curva corresponde con una condición de humedad antecedente media (tipo II), condición típica de diseño que equivale a la respuesta promedio de escorrentía en la cuenca (Monsalve, 1999)

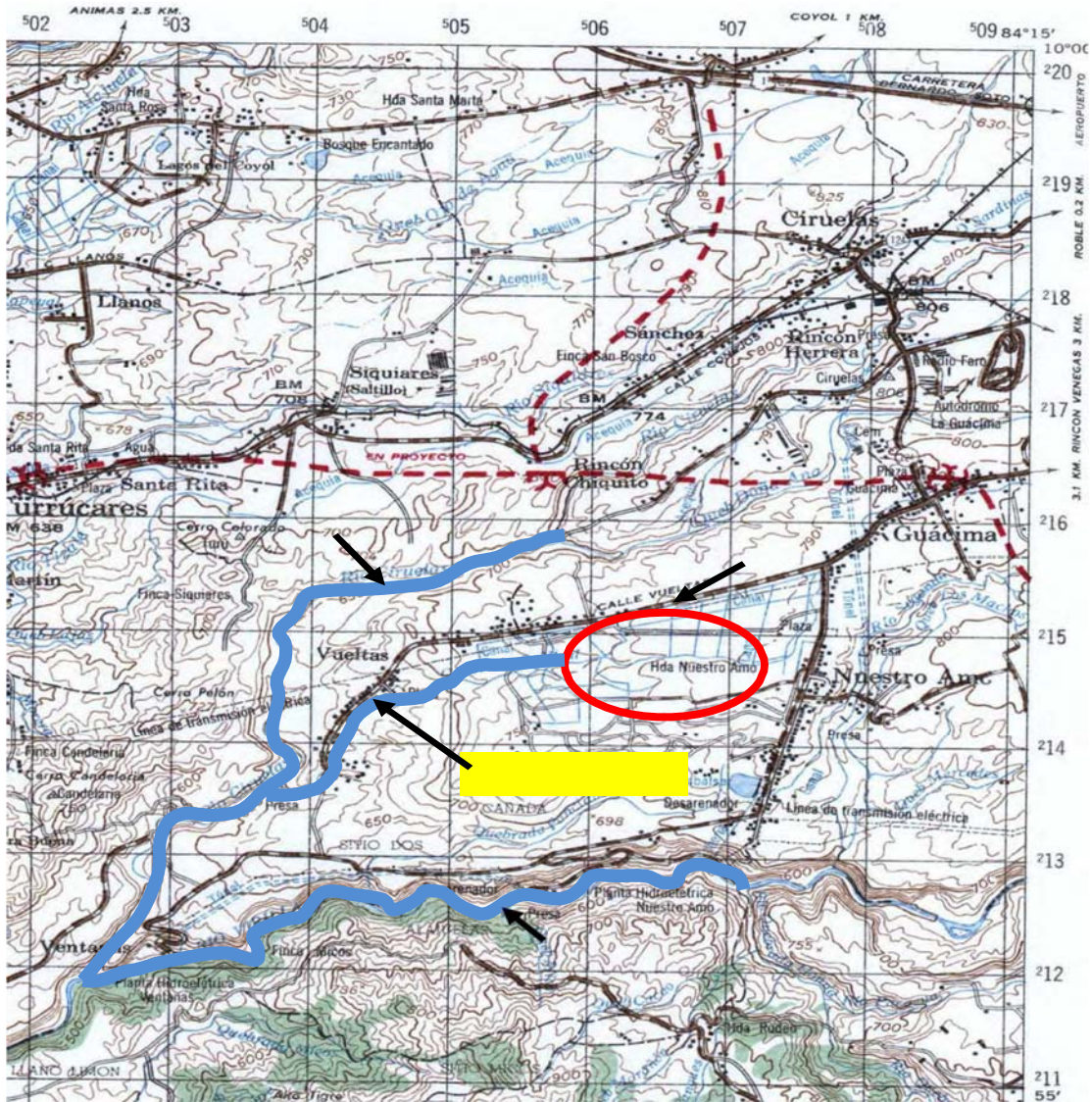
En la condición crítica de humedad antecedente máxima (tipo III), estos valores de número de curva aumentarán y representarían la escorrentía producida en la cuenca al 90% de confianza (en solamente 1 de cada 10 casos se superará la escorrentía estimada), por lo cual este enfoque sería demasiado conservador.

En cálculos hidrológicos el grado de seguridad lo define el evento de diseño (si se

requiere mayor grado de seguridad, se selecciona un evento de menor frecuencia), de tal manera que si se incorpora un factor de seguridad adicional en la respuesta de la cuenca se tienen resultados fuera de toda proporción.

Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</i>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 1. 3 . Números de coeficientes de escorrentía a utilizar con el método racional en función del tipo de suelo y la cobertura de la cuenca.



Río Ciruelas

Zona Proyecto

Figura 1.4 Cauces mayores receptores de aguas pluviales en el Condominio los Reyes.

Quebrada Salitral

Río Virilla

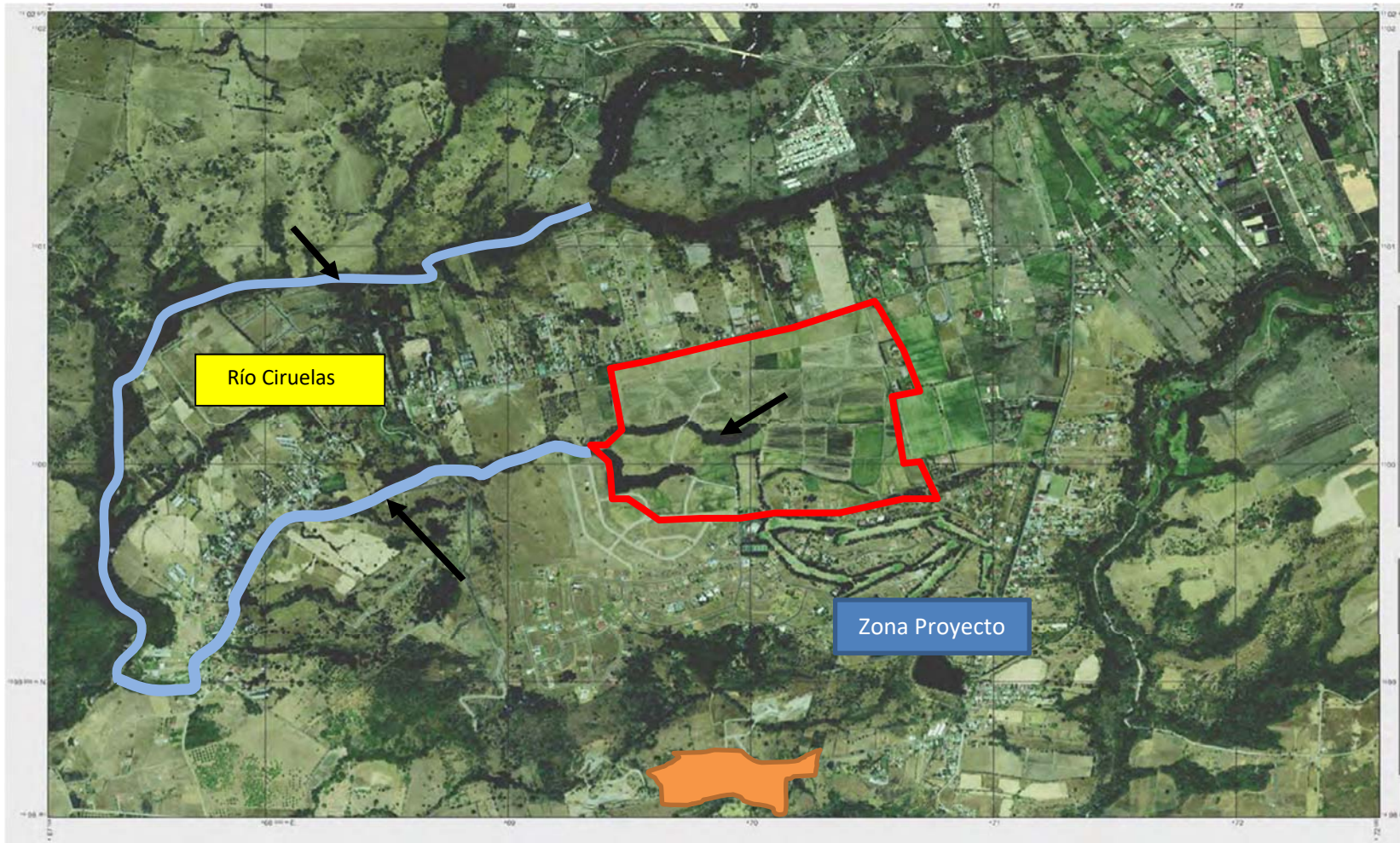
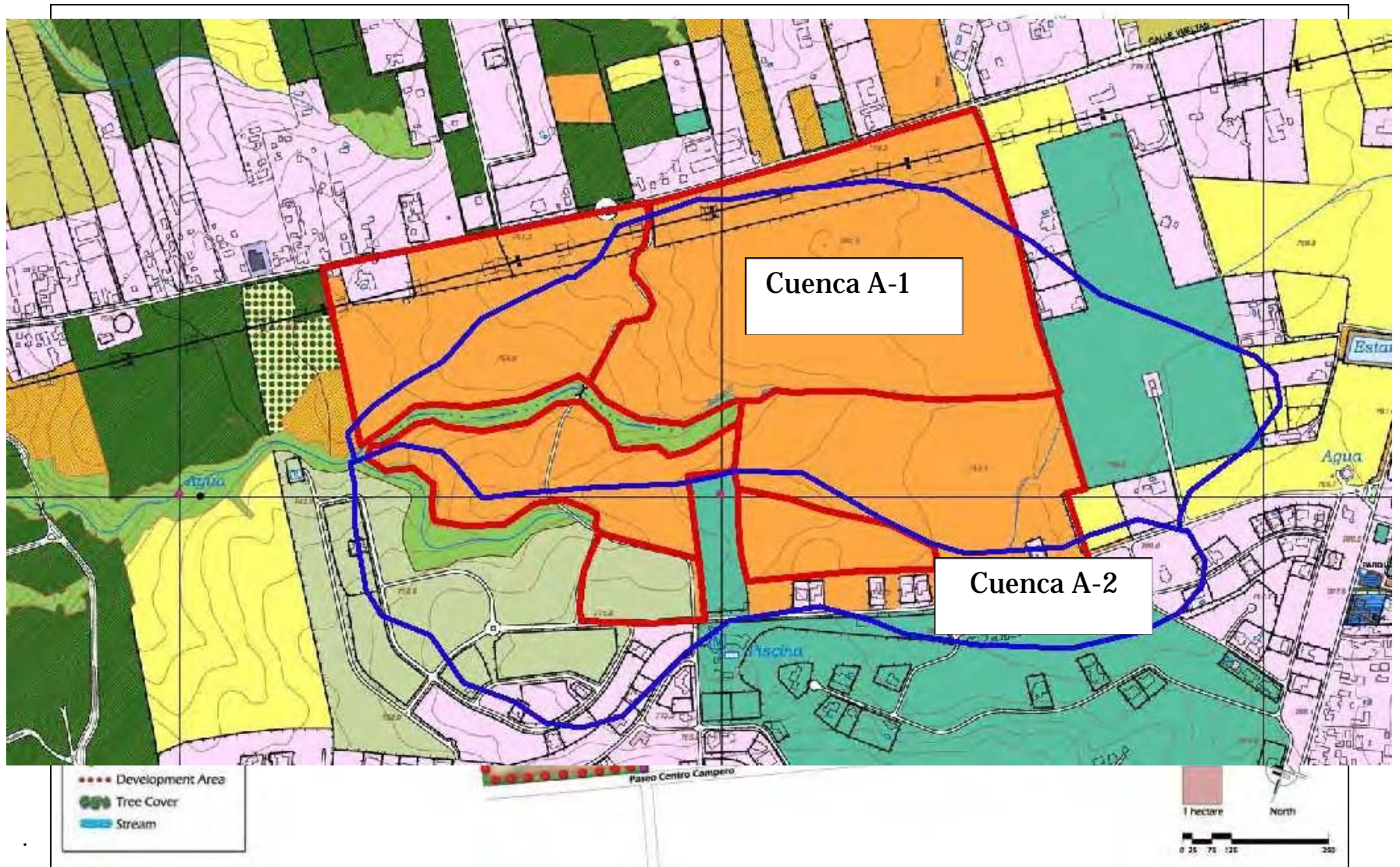
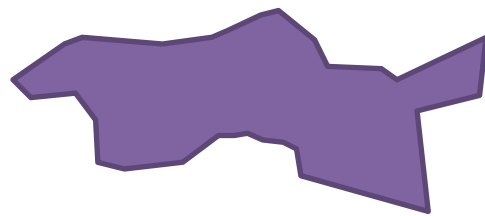


Figura 1. 5 Cauces receptores de aguas pluviales del proyecto Condominio Los Reyes.





4.7 Determinación del tiempo de concentración y pérdidas iniciales por subcuenta.

El tiempo de retardo, para cuencas pequeñas en las cuales predomina el flujo superficial, W.K Kerby dedujo la siguiente fórmula para determinar el tiempo de concentración del Texto de Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales de Fair, Geyer y Okun, Volumen I, Capítulo 15, pág. 441:

En donde:

$$T_{cA} = 4,3 \left(\frac{Ln}{g \sqrt{S}} \right)^{1/2}$$

L = Distancia al punto tributario más alejado en metros (m)

n= Coeficiente de retardo

g = Gravedad (m/s²)

S = Pendiente (m/m)

Ecuaciones de Intensidad - Duración - Frecuencia para el Valle Central de los Ingenieros Rafael Murillo Muñoz y Rafael Oreamuno Vega VI Congreso Nacional de Recursos Hídricos:

$$i = \frac{CT^m}{(t + d)^n}$$

En donde:

i: intensidad de la lluvia en milímetros por hora

C: coeficiente

T: período de retorno en años

m: exponente

t: duración de la tormenta en minutos (tiempo de concentración)

d: parámetro de ajuste

n: exponente

En el caso de cuencas muy pequeñas, se considera un tiempo mínimo de 5min.

Caudal Antes del Desarrollo = $Q_A =$

$$Q_A = \frac{CiA}{3600}$$

C = Coeficiente de escorrentía antes del desarrollo

i = intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)

A = Área de la cuenca (m²)

Se utilizó el estudio de intensidades para la estación Aeropuerto Juan Santamaría del ing. Rafael Oreamuno Muñoz. Para el Aeropuerto Juan Santamaría: PR = 25 años

I= 115.8 mm/hr

En la Tabla 1 se muestran los parámetros hidrológicos estimados para las microcuencas A-1 y A-2 evaluadas.

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Figura 1. 8 Coeficiente de escorrentía (C) (en Aparicio (1999))

A-1 (antes de la construcción)				A-2 (antes de la construcción)			
Características				Características			
Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)				Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)			
Del Mapa				Del Mapa			
L= 1283,75 m				L= 1107 m			
A= 73916,94 m ²				A= 42752,99 m ²			
Tiempo de concentración				Tiempo de concentración			
Elevación inicial 760 msnm				Elevación inicial 770 msnm			
Elevación final 738 msnm				Elevación final 760 msnm			
Diferencia de elevación 22 m				Diferencia de elevación 10 m			
Periodo de retorno				Periodo de retorno			
Periodo años: 10 años				Periodo años: 10 años			
Tiempo de concentración: 11 min				Tiempo de concentración: 11 min			
Isoyeta: 50				Isoyeta: 50			
Intensidad de lluvia: 94 min				Intensidad de lluvia: 94 min			
Tormenta de diseño: 225 min				Tormenta de diseño: 225 min			

Tabla 1. Estimación de parámetros hidrológicos y tiempo de concentración para las microcuencas Quebrada Norte y Quebrada Sur del proyecto condominio Los Reyes.

De la tabla anterior se observa que la microcuenca A-1 tiene un tiempo de concentración de aproximadamente 11.00 min. La cuenca A-2 tiene un tiempo de retardo ligeramente menor de 11.00 min. Con una tormenta de diseño de 225 min. Todos estos datos se recopilaron del método de Ing. Ramiro Gamboa; anteriormente descrito en este trabajo.

4.8 Estimación del hidrograma de diseño

Con el fin de evaluar la efectividad del tiempo de concentración deben compararse los caudales máximos instantáneos antes y después del proceso de urbanización previsto en la cuenca estudiada.

Utilizando una comparación de los de tiempo de concentración, se generaron los hidrogramas para cada punto estudiada, en función de las características de las cuencas definidas.

Para considerar el incremento de caudal producto de la impermeabilización de áreas verdes con concreto de calles, aceras y techos de zinc, se considerará un incremento en el área impermeable que inicialmente se considera como 0 antes de la construcción, alcanzando porcentajes de hasta un 10% de área impermeable en la cuenca luego del proceso constructivo.

En la tabla 2 se muestra una estimación del área impermeable por parcela de un estudio previo de urbanismo en el proyecto.

A-1 (antes de la construcción)				A-2 (antes de la construcción)			
Características				Características			
Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)				Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)			
Del Mapa				Del Mapa			
L=		1283,75 m		L=		1107 m	
A=		73916,94 m ²		A=		42752,99 m ²	
Tiempo de concentración				Tiempo de concentración			
Elevación inicial		760 msnm		Elevación inicial		770 msnm	
Elevación final		738 msnm		Elevación final		760 msnm	
Diferencia de elevación		22 m		Diferencia de elevación		10 m	
Periodo de retorno				Periodo de retorno			
Periodo años:		10 años		Periodo años:		10 años	
Tiempo de concentración:		11 min		Tiempo de concentración:		11 min	
Isoyeta:		50		Isoyeta:		50	
Intensidad de lluvia:		94 min		Intensidad de lluvia:		94 min	
Tormenta de diseño:		225 min		Tormenta de diseño:		225 min	
Coefficiente de escorrentía				Coefficiente de escorrentía			
Pendiente adimensional en %=S=		1,71 %		Pendiente adimensional en %=S=		0,90 %	
S=		0,017 m/m		S=		0,009 m/m	
C= Zona Semiurbana		0,35		C= Zona Semiurbana		0,35	
Caudal de diseño				Caudal de diseño			
Q=		C*i*A		Q=		C*i*A	
		3600000				3600000	
		1,62 m ³				0,94 m ³	

Tabla 2. Estimación de parámetros microcuencas quebrada Salitral (A-1) y quebrada sin nombre (A-2) del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes antes del desarrollo.

En la figura 3 se muestran los hidrogramas de diseño obtenidos en cada punto de análisis.

A-1 (antes de la construcción)				A-2 (antes de la construcción)			
Características				Características			
Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)				Distancia al punto tributario más alejado en metros (L)			
Del Mapa				Del Mapa			
L=		1283,75 m		L=		1107 m	
A=		73916,94 m ²		A=		42752,99 m ²	
Calles=		628,78 m ²		Calles=		4608,6 m ²	
Zonas Verdes=		20777,68 m ²		Zonas Verdes=		21929,16 m ²	
Lotes=		21709,515 m ²		Lotes=		4674,37 m ²	
		43115,975 m ²				31212,13 m ²	
Tiempo de concentración				Tiempo de concentración			
Elevación inicial		760 msnm		Elevación inicial		770 msnm	
Elevación final		738 msnm		Elevación final		760 msnm	
Diferencia de elevación		22 m		Diferencia de elevación		10 m	
Periodo de retorno				Periodo de retorno			
Periodo años:		10 años		Periodo años:		10 años	
Tiempo de concentración:		11 min		Tiempo de concentración:		11 min	
Isoyeta:		50		Isoyeta:		50	
Intensidad de lluvia:		94 min		Intensidad de lluvia:		94 min	
Tormenta de diseño:		225 min		Tormenta de diseño:		225 min	
Coefficiente de escorrentía				Coefficiente de escorrentía			
Pendiente adimensional en %=S=				Pendiente adimensional en %=S=			
S=		0,017 m/m		S=		0,009 m/m	
C=	Zona Semiurbana	0,35		C=	Zona Semiurbana	0,35	
	Calle Adoquín	0,7			Calle Adoquín	0,7	
	Zona Verde	0,25			Zona Verde	0,25	
Caudal de diseño				Caudal de diseño			
Qprot=	$C \cdot i \cdot A$	0,67 m ³		Qprot=	$C \cdot i \cdot A$	0,25 m ³	
	3600000				3600000		
Qlote=	$C \cdot i \cdot A$	0,47 m ³		Qlote=	$C \cdot i \cdot A$	0,10 m ³	
	3600000				3600000		
Qcalle=	$C \cdot i \cdot A$	0,03 m ³		Qcalle=	$C \cdot i \cdot A$	0,20 m ³	
	3600000				3600000		
Qzona=	$C \cdot i \cdot A$	0,32 m ³		Qzona=	$C \cdot i \cdot A$	0,34 m ³	
	3600000				3600000		
		Caudal total	1,50 m ³			Caudal total	0,90 m ³

Tabla 3. Estimación de parámetros microcuencas quebrada Salitral (A-1) y quebrada sin nombre (A-2) del proyecto finca 5 Condominio Los Reyes después del desarrollo.

Resumen caudales					
A-1	Verde	1,62	m ³	0,12	m ³
	Urbanizable	1,50	m ³		
A-2	Verde	0,94	m ³	0,04	m ³
	Urbanizable	0,90	m ³		
Afectación a la cuenca					
Queb. Salitral	Verde	1,62	m ³	8%	%
	A-1 desarrollo	1,50	m ³		
Queb. Sin Nombre	Verde	0,94	m ³	4%	%
	A-2 desarrollo	0,90	m ³		
Caudal total vs cuenca río					
Queb. Salitral	Verde	2,55	m ³	6%	%
	A-1 desarrollo	2,40	m ³		

Tabla 4. Tabla resumen caudales del proyecto Finca 5 versus afectación sobre la cuenca del río Salitral y Quebrada Sin Nombre.

Se observan porcentajes de incremento del orden del 8% y 4% del caudal inicial, respetando los parámetros de SETENA donde hace referencia si la afectación del caudal después de la construcción sobrepasa el 10% se deberá utilizar sistemas de retención para mitigar la afectación del desarrollo y su entorno. Por las condiciones topográficas del terreno, tiene la particularidad de poder disponer de dos puntos de desfogue, beneficiando en costos y distribución de cargas hidráulicas. El promedio del

incremento para el proyecto Finca 5 Los Reyes es de 6%.

En general el aumento de la escorrentía por urbanización e impermeabilización de superficies es proporcional al incremento del área impermeabilizada, pues estas áreas



Figura 1. 9 Cauce de la quebrada Salitral en su zona superior.

tienen un coeficiente de escorrentía de 0.35, lo cual indica que no absorben ni retienen agua de lluvia en forma alguna.



Figura 1. 10 Cauce de la quebrada Salitral en su zona media



Figura 1. 11 Cauce de la quebrada Salitral en su zona inferior

En la figura 1.13 se muestra en una fotografía aérea las zonas de protección de las quebradas y los sitios en donde por topografía sería más favorable la construcción de los desfogues pluviales.

En la figura 1.14 se observa la distribución en planta de los futuros desarrollos en relación con los dos cauces de quebradas existentes. En la figura 1.15 se observa la topografía, elevaciones y modelo de elevación digital de todo el terreno del proyecto.

El método antes utilizado fue propuesto por el anterior tutor de esta tesis, los cálculos realizados para el diseño de las tuberías de los sistemas próximamente propuestos se utilizarán una metodología más reciente especificada por el A y A en la “Norma

Técnica para Diseño y Construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable, de saneamiento y pluvial”. (2017).

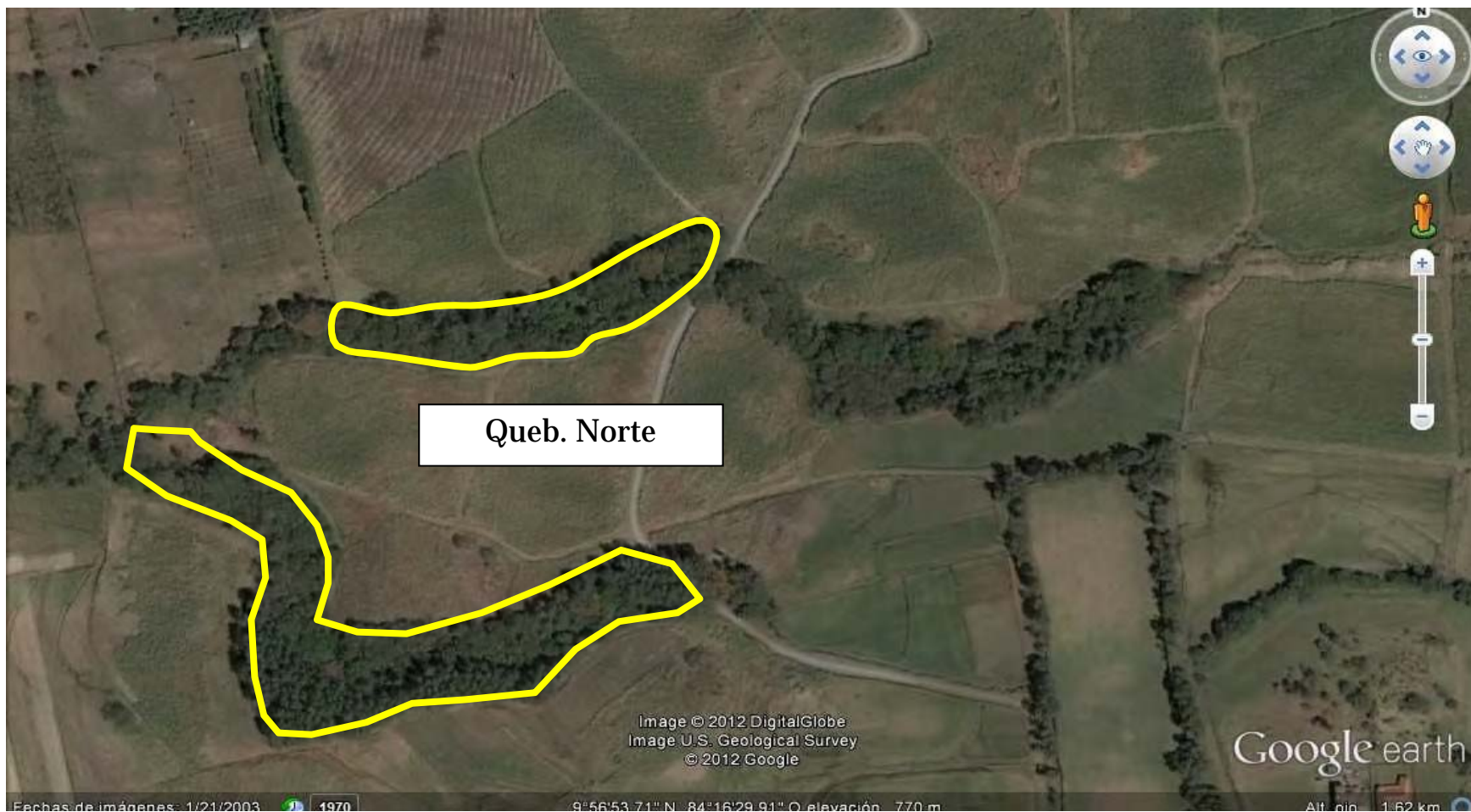


Figura 1. 12 Ubicación quebradas del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes

Queb. Sur

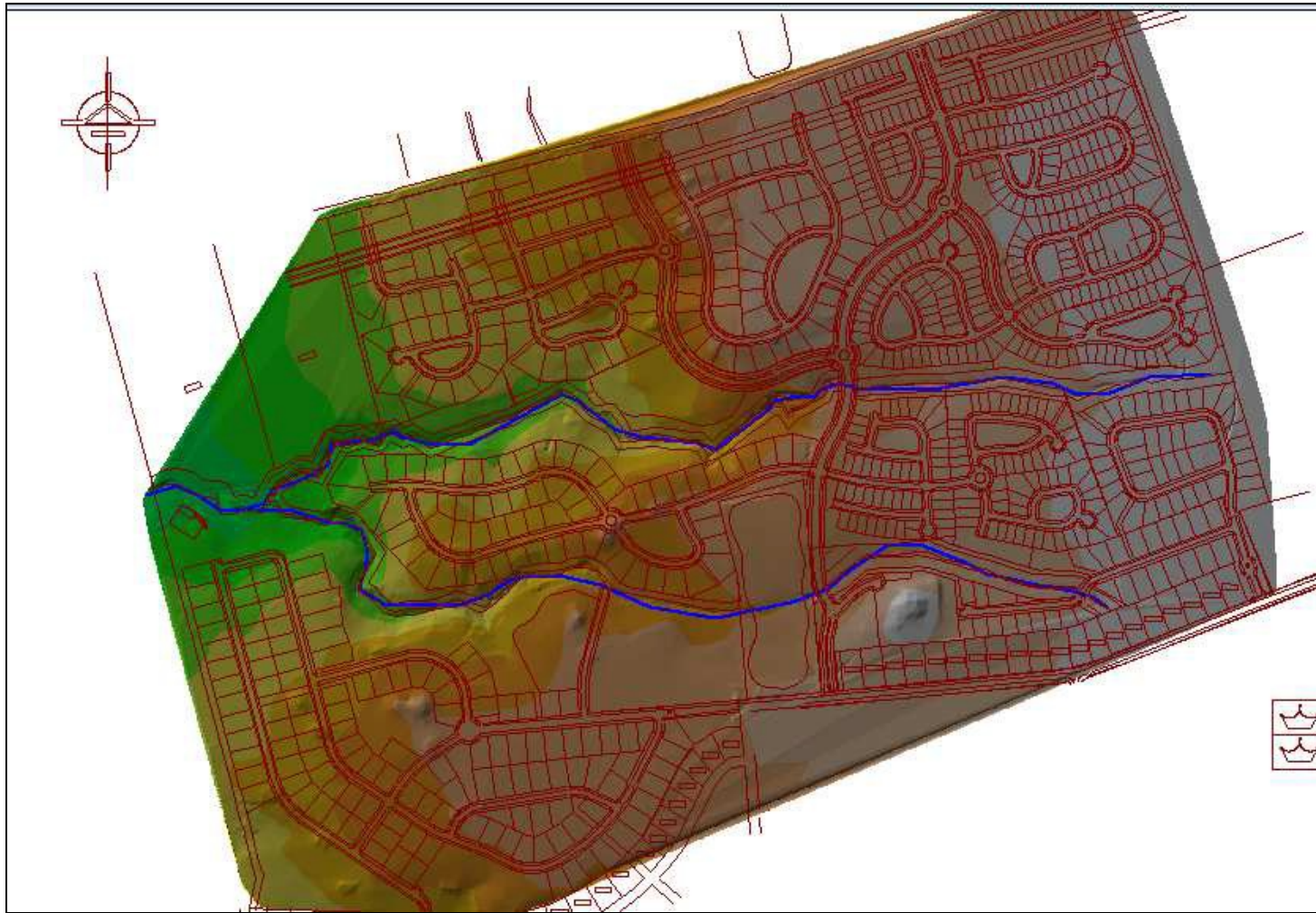


Figura 1. 13 Distribución en planta en relación con los cauces de las dos quebradas existentes del proyecto Condominio Los Reyes.

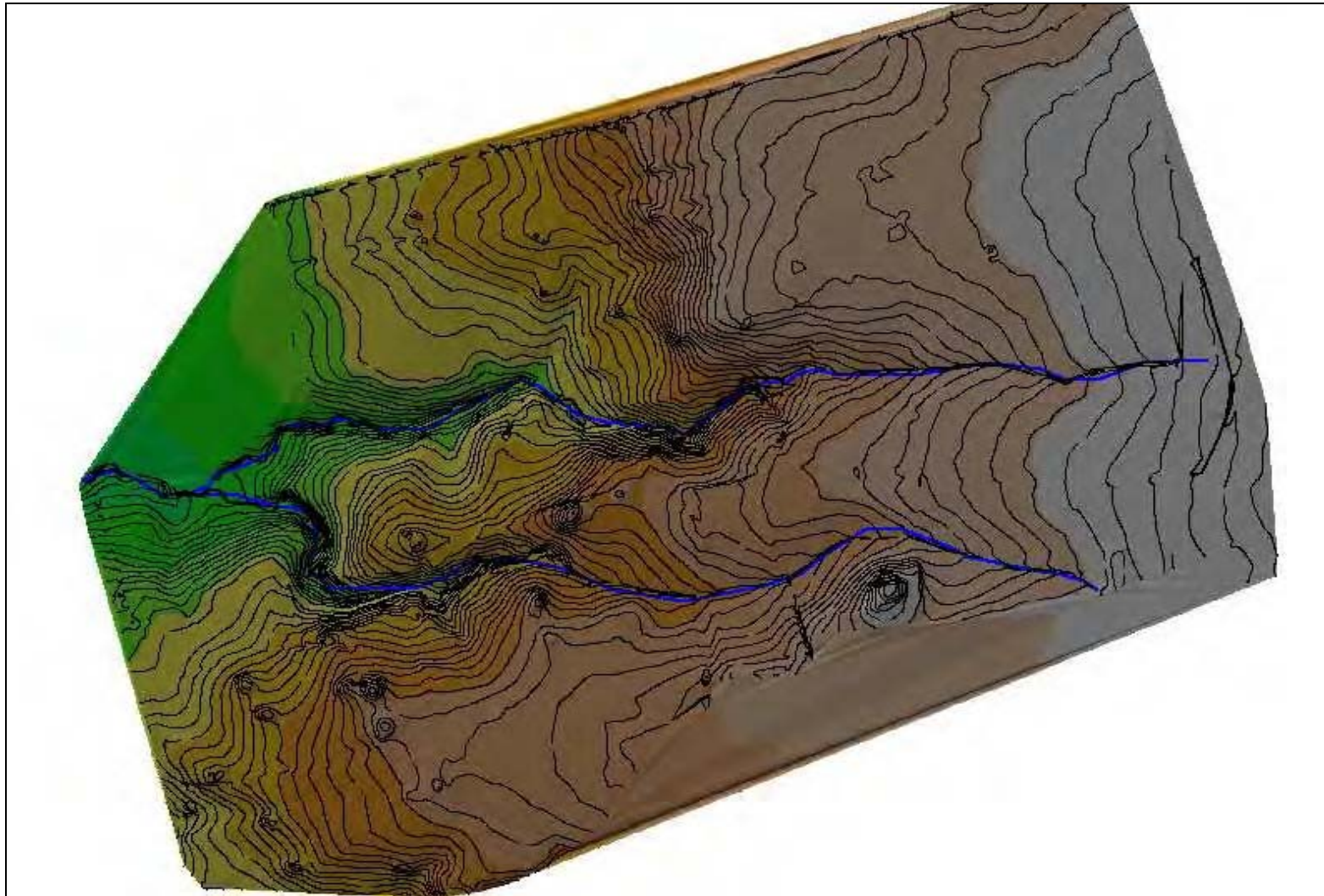


Figura 1. 14 Topografía y curvas de nivel del terreno del proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes

4.9 Diseño del sistema pluvial proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

El proyecto está localizado en La Guácima de Alajuela, Ciudad Hacienda Los Reyes. El terreno mide 13.100.0 m² según plano catastrado número A-1990564-2017. Se trata de una finca de poca vegetación con una pendiente promedio del 2.0%. Al norte y este colinda con calle Madero Negro, al oeste con zona verde existente y al sur con cancha de practica de golf. En la zona el uso de las propiedades es variado, pero más de uso residencial.

Se adjunta mapa tomado del Instituto Geográfico Nacional indicando área y localización del proyecto.

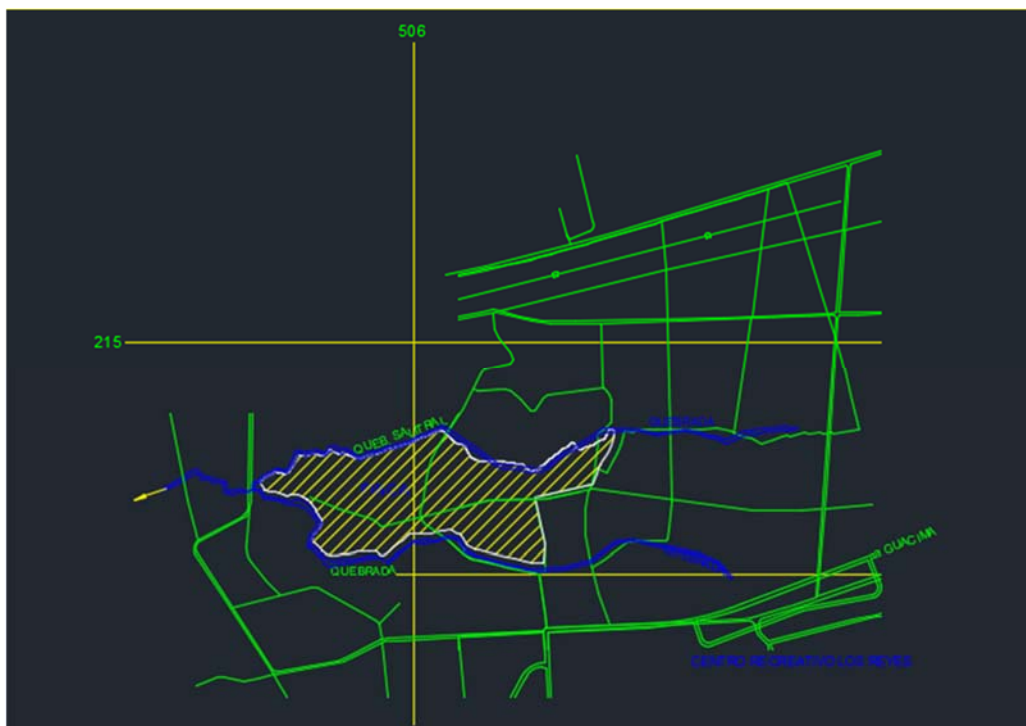



Imagen 27. Localización geográfica del terreno del proyecto Finca 5 Condominio

Los Reyes

4.10 Punto de desfogue

El punto de descarga del sistema de tuberías y pozos de registro que recogen las aguas pluviales, se realizarán en dos puntos. Al suroeste, a un pozo de registro de una tubería de 65 cm de diámetro, que a su vez desfoga a la quebrada Salitral y al sureste a la quebrada “Sin Nombre” ubicada en la urbanización Ciudad Hacienda Los Reyes, todo bajo los lineamientos solicitados por las instituciones públicas. Dado que estas quebradas son de dominio público, el proyecto se debe someter a la revisión de la Municipalidad con el fin de que den el aval y la autorización para los desfogues propuestos.

 Ministerio del Ambiente y Energía	MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGIA INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL DEPARTAMENTO DE AGUAS IMN-DA-2253-00
--	--

27 octubre del 2000
Señores:
INDECA LTDA
Presente
Estimados Señores:

Atendiendo a su solicitud para que este Departamento haga constar, sobre la naturaleza de las corrientes de agua que pasan dentro de su propiedad según plano catastrado A-619571-2000 indicamos lo siguiente.

● **Localización**

Provincia	Cantón	Distrito	Siteo
2 ALAJUELA	2 ALAJUELA	05 GUACIMA	HADA LOS REYES


● **Ubicación Cartográfica.**

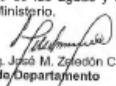
HOJA CARTOGRAFICA	ESCALA	LATITUD	LONGITUD
RIO GRANDE 3345-IV	1:50,000	214,000 – 215,000	505,000 – 506,000

De acuerdo a inspección realizada el pasado 27 de octubre, lectura de la cartografía, características edafológicas, topográficas y el tipo de vegetación que existe, **es criterio de este Departamento que los cauces y corrientes de agua en cuestión corresponden a CAUCES NATURALES de DOMINIO PUBLICO denominados Quebrada Salitral y quebrada sin nombre**, afluentes al río Ciruelas, ambos de flujo permanente. Se aclara que la quebrada sin nombre nace aproximadamente a 800 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Salitral en el punto coordenadas 214.550 y 506.450. La quebrada Salitral es alimentada en parte por paja de aguas derivadas del río Segundo y entra a la finca citada por lindero norte.

No omitimos manifestar que para el aprovechamiento de las aguas y obras en sus cauces se requiere autorización por parte de este Ministerio.

Atentamente;


Armando Sabellos-P
P. Topografo


V.B. Ing. José M. Zúñiga C.
Jefe de Departamento

cc: consecutivo

TELÉFONO: 257-7943. FAX: 255-4856 APARTADO: 5383-1000 Calle 25, 75 metros Sur Embajada de Nicaragua. Barrio La California, San José, Costa Rica.

Imagen 28. Diagnóstico de quebrada Salitral y quebrada Sin Nombre MINAET.

Condominio Los Reyes

4.11 Sistema por utilizar

El sistema de alcantarillado pluvial propuesto, captará el agua de escorrentía por medio de cordones de caño y cunetas que la llevarán a los tragantes de concreto. Esta agua proviene de techos de las edificaciones, áreas verdes y pavimentos de las calles. Los tragantes conducen las aguas a los pozos de registro, que sirven de enlace entre las diferentes líneas de tuberías de P.V.C. cuyos diámetros dependen del caudal que transportan y de sus gradientes.

La descarga de los pluviales al cuerpo receptor, será en tubería de 65 cm de diámetro en el sector suroeste (aproximadamente el 60% del área tributaria). La descarga del otro 40% del área tributaria en el sector sureste, se hará a la quebrada sin nombre con tubería de 45 cm de diámetro.

Se adjunta hoja de diseño del sistema pluvial.

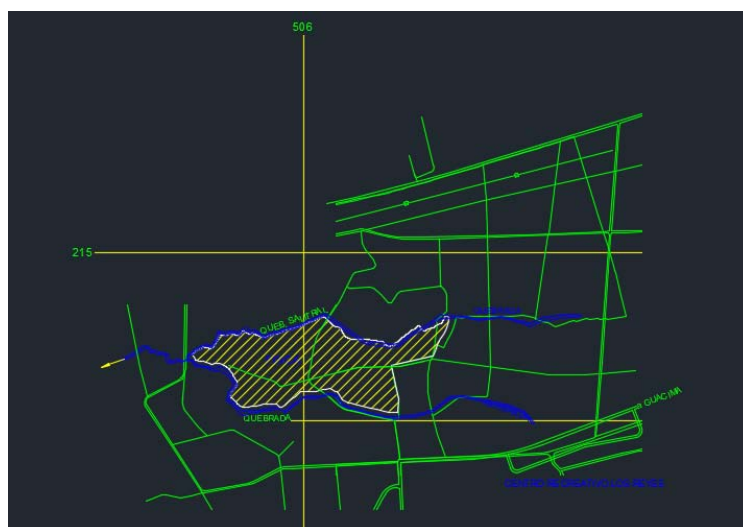


Imagen 29. Hoja de diseño pluvial Proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes,
Alajuela.

4.12 Parámetros de diseño

Se usó para el cálculo de la intensidad, la estación del aeropuerto Juan Santamaría, de acuerdo al estudio del Ingeniero Rafael Oreamuno.

Se usó la fórmula de Manning

$$Q = C * I * A$$

C= coeficiente de escorrentía

I= intensidad de la lluvia= mm/hora

A= área tributaria a cada pozo de registro

El período de retorno (PR) = 10 años

N= rugosidad de tubería = 0.010

4.13 Memoria de calculo

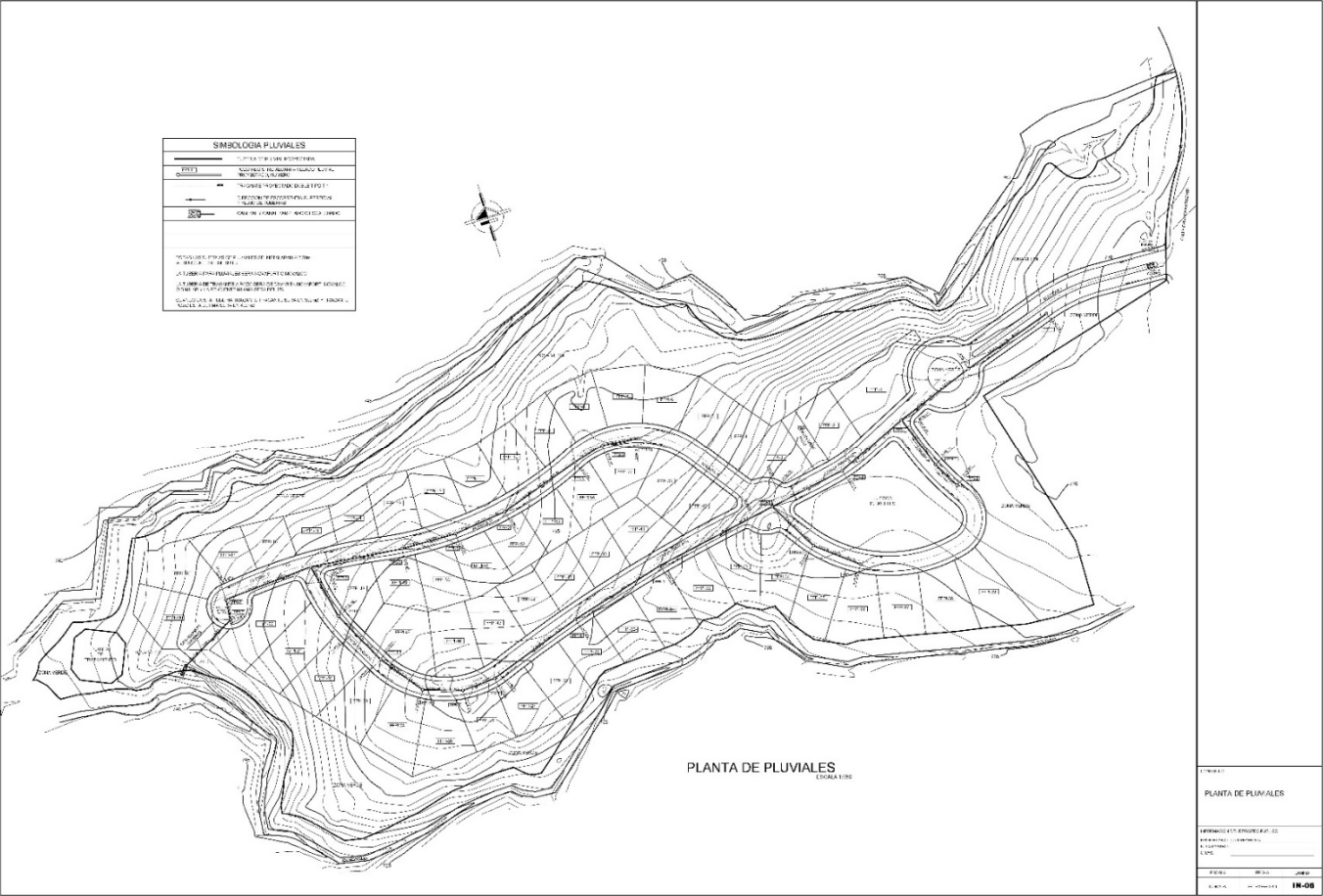
Según el CFIA, los profesionales que tienen una formación específica para diseñar los Sistemas Pluviales por gravedad, son los Ingenieros Civiles y en Construcción.

Lista de Estaciones Meteorológicas del Valle Central								Determinación de la Estación Meteorológica más cercana				
Número	Estación	Coordenadas		Número	Estación	Coordenadas		Coordenadas del Proyecto:	506.536	215.258		
		Lambert Norte				Lambert Norte						
84001	San José	526047	212784	84075	Cooperativa de café, Naranjo	493275	233016					
84021	A.J. Santamaría	513522	220141	84096	Sabana Norte	524566	212784					
84034	Embalse La Garita	496956	214623	84111	Santa Lucía	522725	221980					
84046	San Josecito, Heredia	535610	223820	84115	Sabanilla U.C.R	530088	214623					
84074	Aeropuerto Pavas	520885	216462	69505	Vara Blanca	519044	238534					

$i = \frac{CT^m}{(t+d)^n}$	i: intensidad de la lluvia en milímetros por hora		
	C: coeficiente		
	T: período de retorno en años	10	años
	m: esponente		
	t: duración de la tormenta en minutos (tiempo de concentracion)	15	minutos
	d: parámetro de ajuste		
	n: exponete		

Ecuaciones de Intensidad - Duración - Frecuencia para el Valle Central												
Del Ing. Rafael Murillo Muñoz Ing. Rafael Oreamuno Vega												
Estación	C	m	n	d	Cuadro No 3							
					t = 10 minutos			t = 15 minutos				
					T=5	T=10	T=25	T=5	T=10	T=25		
San José	466.802	0.156	0.555	8.768	115.2	117.9	131.3	151.5	103.4	115.2	132.9	
Santamaría	355.830	0.131	0.445	0.000	144.2	157.7	172.7	194.7	131.7	144.2	162.6	
La Garita	431.764	0.150	0.492	7.617	131.5	134.0	148.7	170.6	118.5	131.5	150.9	
San Josecito	430.474	0.160	0.522	9.036	118.3	119.6	133.7	154.8	105.9	118.3	137.0	
Pavas	445.609	0.132	0.518	5.441	126.5	133.5	146.3	165.1	115.4	126.5	142.8	
Naranjo	584.873	0.131	0.601	5.982	126.9	136.5	149.5	168.6	115.9	126.9	143.1	
Sabana Norte	902.865	0.159	0.740	10.301	119.2	125.7	140.3	162.3	106.8	119.2	137.9	
Santa Lucía	358.921	0.166	0.414	1.582	164.5	170.1	190.8	222.2	146.6	164.5	191.5	
Sabanilla	203.870	0.143	0.361	0.000	106.6	111.8	123.4	140.7	96.5	106.6	121.5	
Vara Blanca	236.691	0.145	0.428	0.000	103.7	111.6	123.4	140.9	93.8	103.7	118.4	

4.14 Plano de diseño pluvial



Ver anexo 4: “Lamina IN-06 Diseño de Pluviales”

4.15 Plano de diseño pluvial áreas tributarias



Ver anexo 5: “Lamina IN-07 Diseño de Pluviales Áreas Tributarias”

4.16 Diseño del sistema sanitario proyecto Finca 5 Condominio Los Reyes, Alajuela.

El proyecto está localizado en La Guácima de Alajuela, Ciudad Hacienda Los Reyes. El terreno mide 13.100.0 m² según plano catastrado número A-1990564-2017. Se trata de una finca de poca vegetación con una pendiente promedio del 2.0%. Al norte y este colinda con calle Madero Negro, al oeste con zona verde existente y al sur con cancha de practica de golf. En la zona el uso de las propiedades es variado, pero más de uso residencial.

Se adjunta mapa tomado del Instituto Geográfico Nacional indicando área y localización del proyecto.

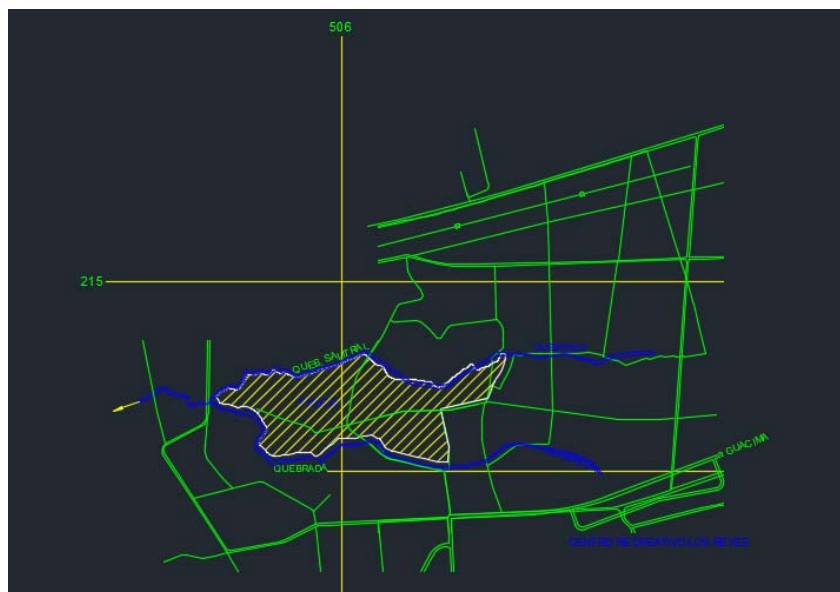


Imagen 30. Localización geográfica del terreno del proyecto Finca 5 Condominio
Los Reyes

4.17 Sistema por utilizar

El sistema de alcantarillado sanitario propuesto consiste en varias líneas de tuberías de 200mm de diámetro y diferentes gradientes. Estas líneas contarán con pozos de registro en cada cambio de gradiente y dirección. Todas las unidades habitacionales, parques infantiles, área comunal, caseta de guarda, etc., tendrán una prevista de 10cm de diámetro que se conectarán a los ramales principales.

Las líneas de conducción se descargan la planta de tratamiento (P.T) del condominio Finca 5, cuyo diseño y planos, no están dentro de este estudio.

4.18 Memoria de calculo

A cada unidad habitacional se le asignó 5 habitantes en promedio, aunque el CENSO DEL 2011, para La Guácima, muestra un resultado de 3.4 hab/viv.

La dotación asignada es de 375 l/seg.

El factor de retorno (F.R) = 0.80

$Q_{inf} = 0.25$ l/seg; F.M.H = 2.25

Dotación= 375 l/p/día 5 hab/viv (aunque CENSO 2011 asigna para La Guacima;3.4 hab/viv.)

Factor de retorno (F.R) = 0.80

Aguas de infiltración (Q_{inf}) = 0.25 l/km

Factor Máximo Horario (FMH)=2.25

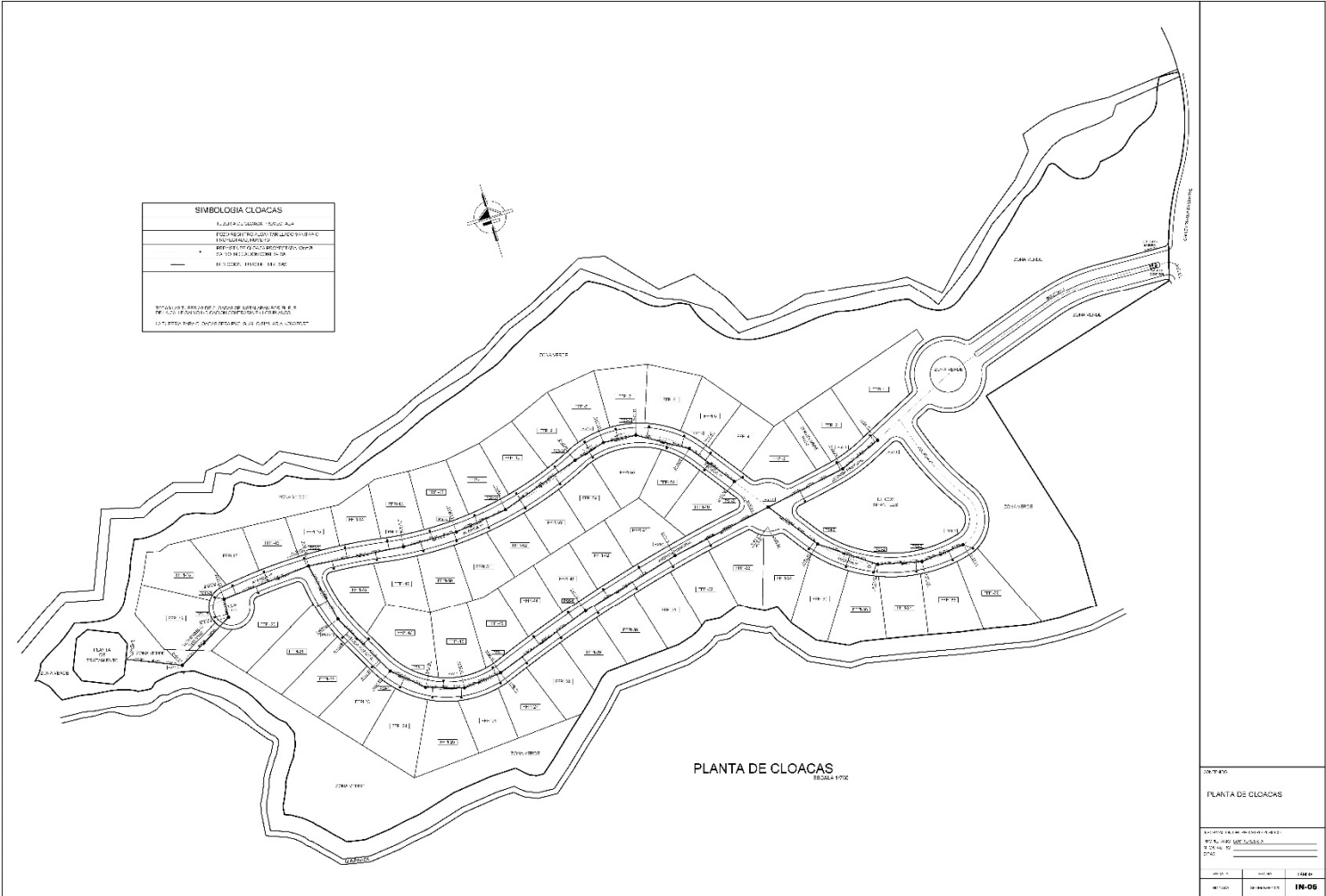
Factor Máximo Diario (fmd) = 1.50

Se adjunta hoja de diseño.

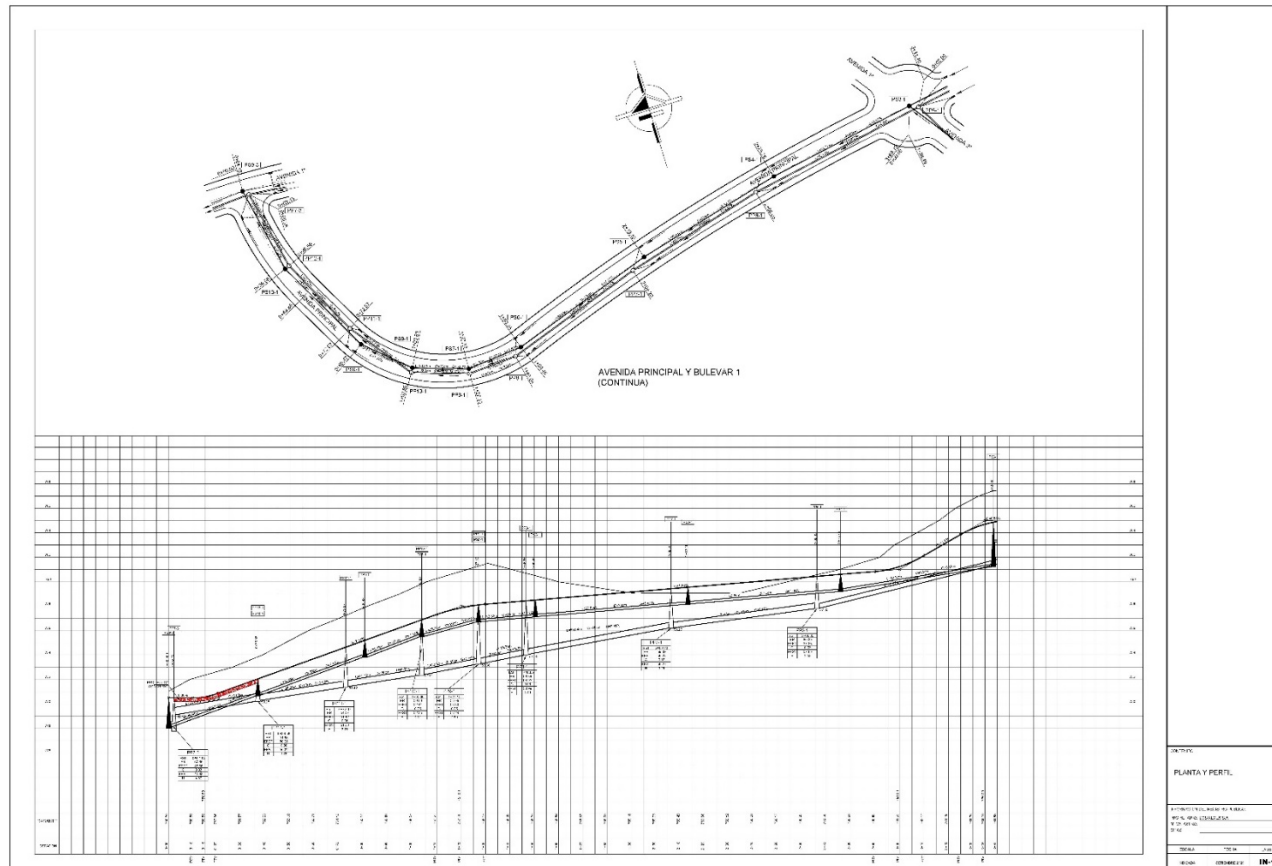
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados		Centro de Alcantarillado Sanitario		FE219		M000000		Proyecto		Combinación Finca 5		Procedente de		Las Raíces S.A.		Proyecto de		Diage Costa Carretera									
Pavimentación		Reducción		5 Sub-H		Detalle de agua potable		372 (p. 1)		Facilidad de Riego (FR)		0.80		Apogeo de Edificación de Base (ED)		6.25 (días)		Factor Máximo Drenaje (FMG)		1.00		Factor Máximo Drenaje (FMG)		1.00			
Línea (Cuerpo de Canal)		Tipo de Canal		Unidad de Medida		Ancho		Profundidad		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal		Caudal	
De Pisos		A Pisos		L		m		m		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s		m³/s	
P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1		P192-1	
1	P192-1	68.41	P192-1	68.28	28.27	0.87%	1	0.161	7	30	8	0.027	0.027	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.28	P192-1	68.67	48.78	0.79%	2	0.068	27	122	8	0.047	0.047	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.67	P192-1	68.89	52.73	0.82%	1	0.164	18	43	8	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.89	P192-1	68.08	92.88	1.60%	8	0.466	11	48	15	0.15	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.08	P192-1	68.81	82.88	1.60%	4	0.242	12	50	8	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.81	P192-1	68.19	33.32	1.75%	2	0.163	11	43	8	0.034	0.034	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.19	P192-1	68.89	23.33	0.74%	3	0.268	18	17	10	0.033	0.033	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.89	P192-1	68.19	23.33	1.71%	1	0.117	3	30	8	0.037	0.037	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	68.19	P192-1	67.82	43.89	1.20%	3	0.234	1	14	10	0.038	0.038	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	P192-1	67.82	P192-1	68.59	36.58	0.76%	1	0.125	5	26	8	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	P192-2	68.28	P192-2	68.19	28.44	0.28%	7	0.229	9	15	9	0.047	0.047	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	P192-2	68.19	P192-2	68.08	28.46	0.28%	1	0.084	11	48	8	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	P192-2	68.08	P192-2	68.89	36.58	0.21%	2	0.216	1	12	9	0.047	0.047	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	P192-2	68.89	P192-2	68.28	36.44	0.82%	1	0.108	10	43	8	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	61.68	P192-3	68.67	33.27	0.88%	3	0.260	17	52	10	0.038	0.038	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.67	P192-3	68.47	33.18	0.82%	3	0.280	17	54	10	0.038	0.038	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.47	P192-3	68.77	19.84	0.81%	1	0.080	11	54	9	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.77	P192-3	68.28	19.84	0.81%	2	0.178	11	51	9	0.031	0.031	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.28	P192-3	68.28	58.83	0.84%	4	0.232	12	54	9	0.032	0.032	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.28	P192-3	68.81	31.88	1.19%	2	0.167	13	38	8	0.034	0.034	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.81	P192-3	68.28	22.71	1.14%	3	0.282	12	39	10	0.039	0.039	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.28	P192-3	68.08	37.17	0.81%	4	0.232	13	30	8	0.038	0.038	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.08	P192-3	68.48	33.89	1.00%	4	0.248	11	35	10	0.038	0.038	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.48	P192-3	68.48	11.88	0.92%	2	0.239	6	38	9	0.034	0.034	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.48	P192-3	68.28	36.54	0.78%	3	0.200	5	3	9	0.031	0.031	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	P192-3	68.28	PTAR	49.98	33.80	0.47%	9	0.968	0	3	8	0.033	0.033	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Ver anexo: "2020-09-19 DISEÑO FINCA 5-Alcantarillado Sanitario"

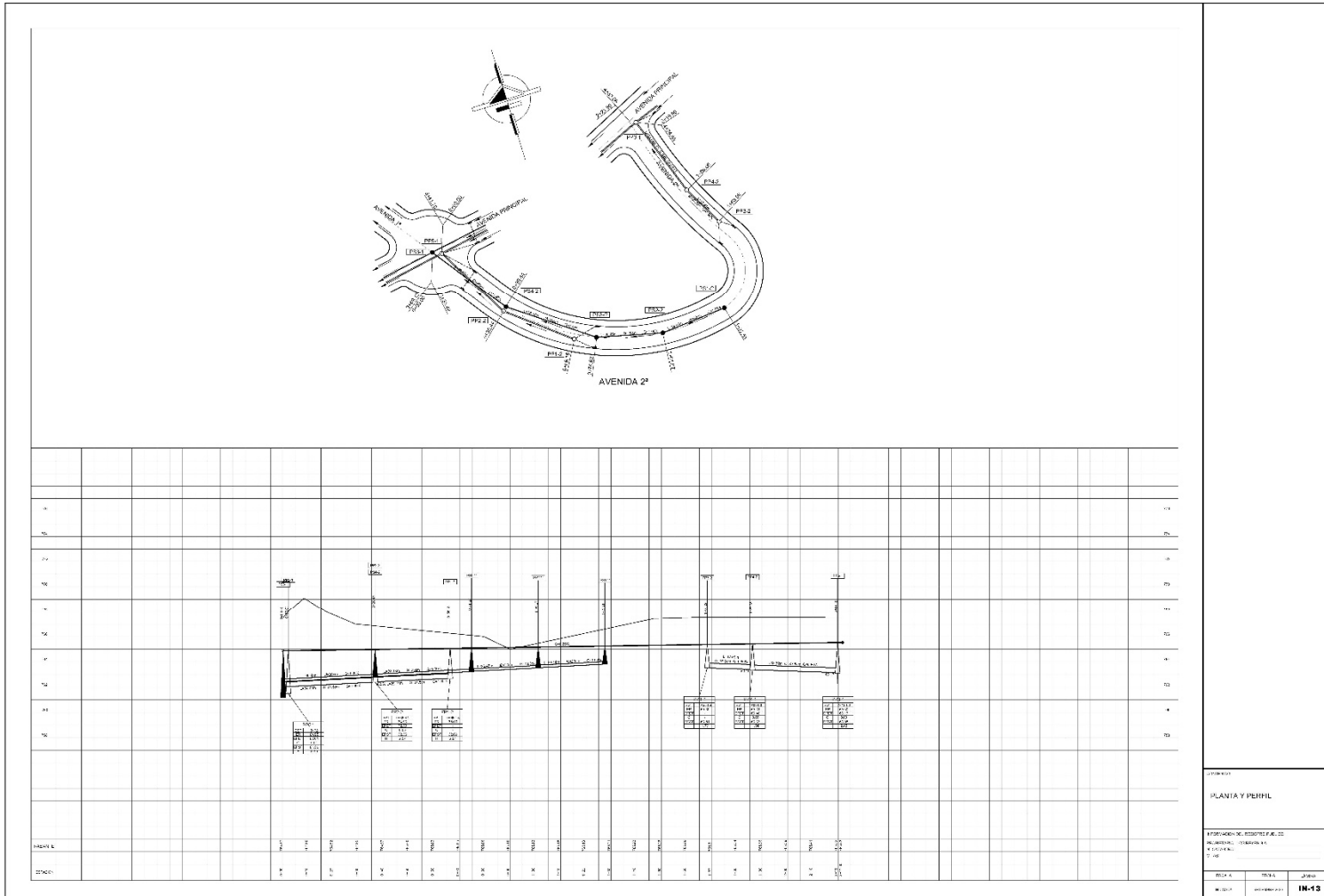
4.19 Plano de diseño sanitario



Ver anexo 6: “Lamina IN-05 Diseño de Cloacas”

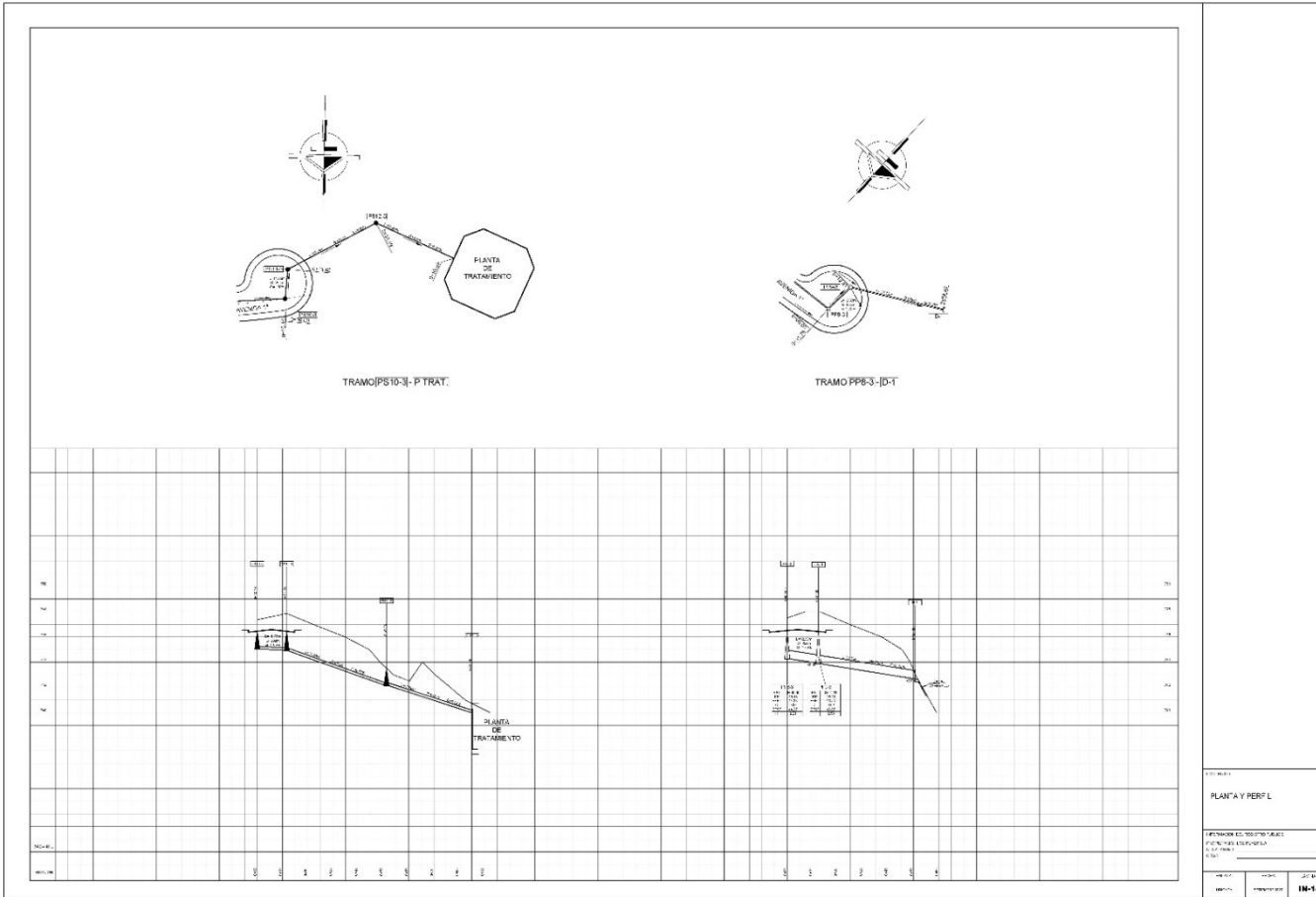


Ver anexo 7: “Lamina IN-10 Diseño de Perfiles”



PLANIA Y PERFIL		
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA AVENIDA 2ª DE LA CIUDAD DE LA PAZ		
DISEÑO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA AVENIDA 2ª DE LA CIUDAD DE LA PAZ		
Escala: 1:1000		
FECHA:	TRABAJO:	HOJA:
15/05/2017	AVENIDA 2ª DE LA PAZ	IN-13

Ver anexo 10: “Lamina IN-13 Diseño de Perfiles”



Ver anexo 11: “Lamina IN-14 Diseño de Perfiles”

DETALLE CAJA PROTECCION MENOR DOMILIAR CONEXION EXPUESTA VERTICAL.

TRAGANTE TIPO Aja

DETALLE CORDONCILLO

PREVISTA DOMILIAR CON SILLETA TEE DE PVC

PREVISTA DOMILIAR DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA ACUEDUCTO

DETALLE DE SILLETA TEE PARA TUBERIA DE PVC

RESISTENCIAS DE CONCRETOS

CABEZALES PARA ALCANTARILLA - TUBO.

CATEGORIA	DIAMETRO DE TUBO				
	150	200	300	400	500
1	150	200	300	400	500
2	150	200	300	400	500
3	150	200	300	400	500
4	150	200	300	400	500
5	150	200	300	400	500
6	150	200	300	400	500
7	150	200	300	400	500
8	150	200	300	400	500
9	150	200	300	400	500
10	150	200	300	400	500

DETALLES DE SFON DOMILIAR PVC

DETALLE ZANJA PLUMAL Y SARTAGA CON CANA DE PIEDRA PARA DRENAJE

DETALLE RELLENO DE ZANJA PARA TUBERIAS

DETALLE DE CARREVALEAS

DETALLE PROTECCION CONCRETO

DETALLE DE SILLETA TEE PARA TUBERIA DE PVC

RESISTENCIAS DE CONCRETOS

1-CONCRETO F2000kg/cm²
 2-CONCRETO F1500kg/cm²
 3-CONCRETO F1000kg/cm²
 4-CONCRETO F500kg/cm²
 5-CONCRETO F200kg/cm²
 6-CONCRETO F100kg/cm²
 7-CONCRETO F50kg/cm²
 8-CONCRETO F20kg/cm²
 9-CONCRETO F10kg/cm²
 10-CONCRETO F5kg/cm²

DETALLES GENERALES

REVISADO AL: RESERVA PARA: _____
 PROYECTADO POR: _____
 PUNTO DE VISTA: _____
 ESCALA: _____

FECHA: _____
 LUGAR: _____
 IN-19

Ver anexo 13: “Lamina IN-19 Detalles”

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los diseños y cálculos realizados se presentan en este documento. A continuación, se emiten las siguientes conclusiones generales:

Debido a las necesidades y nicho de mercado se propone 56 fincas filiales mayores al área mínima regulada, con lotes mayores a los 900 metros cuadrados, con grandes áreas verdes, no así aprovechando la densidad que permite el plan regulador con lotes de 300 metros cuadrados como mínimo.

La propuesta de calles y rasante se basa en los conceptos vistos en otros proyectos similares dentro de Ciudad – Hacienda Los Reyes, generando calles de mucha amplitud que va acorde al entorno.

En el proyecto existen dos quebradas, denominadas como quebrada Salitral y quebrada Sin Nombre, que inmediatamente aguas abajo del proyecto, confluencia forman la quebrada Salitral, aproximadamente discurre por 2.5km antes de desfogar en el río Ciruelas, el cual 1.8km después desagua en el río Virilla, lo cual nos permite el aprovechamiento del vertido de las aguas pluviales sin generar afectaciones aguas abajo, gracias al estudio de sus respectivas cuencas y del desarrollo.

La urbanización proyectada conlleva un incremento en la escorrentía de todos los afluentes del orden del 6% promedio. Esta estimación es conservadora y se basa en estudios de porcentajes de impermeabilización de áreas promedio en fincas filiales.

Lo cual nos permite utilizar un desfogue pluvial controlado.

El sistema pluvial propuesto contempla una óptima utilización de recursos tanto de entorno como de materiales propuestos, con una longitud de más de 8 kilómetros en tubería Novafort de ancho variable. Su diseño y cálculo se llevó a cabo según los parámetros del A y A. Las disposiciones del encausamiento, ubicación y trasiego se realizaron para evitar posibles problemas de inundación por parte de las aguas de lluvia y de la mano con el desarrollo urbano del condominio.

El sistema sanitario al igual que el pluvial, tomó en cuenta las disposiciones del diseño de sitio para las 56 filiales propuestas, la topografía del terreno y a su vez los parámetros solicitados por el A y A, generando una propuesta de más de 7 kilómetros en tubería Novafort de 200mm. Esto con el fin de manejar de la mejor forma las aguas servidas evitando inconvenientes con los futuros condominios.

El documento se planteó, de una forma, en la cual se pueda cumplir con las necesidades que los desarrolladores necesitan para llevar a cabo las aprobaciones por parte de las entidades públicas. Contiene los formatos de memoria de cálculos de cada sistema propuesto para efectos constructivos (Municipalidad – CFIA – A y A – Bomberos – INVU) y la redacción de forma que facilite el proceso de escrituración e inscripción al registro de la propiedad.

5.2 Recomendaciones

Debido al impacto que generará la construcción del proyecto propuesto, se recomienda la ejecución de éste, con el fin de fomentar e inyectar movimiento en la economía nacional, que se ha visto tan afectada por el COVID – 19, siendo de interés público y privado.

Se recomienda valorar la reducción de las fincas filiales, para tratar de abrir el mercado a nuevos clientes y a su vez aprovechar de una forma más eficiente el terreno.

Se recomienda realizar estudios de suelo, para determinar de una forma más exacta el tipo de estructura de rodamiento para el proyecto.

El cálculo del coeficiente de manning (n) se realizó de forma teórica, se recomienda obtener el valor experimentalmente con estudios adecuados, para obtener uno con mayor grado de confiabilidad.

Se les recomienda disponer de un reglamento interno, donde especifique las disposiciones de cada tipo de agua (aguas negras, jabonosas y pluviales) y su correspondiente sistema dispuesto. Para evitar la combinación de aguas y problemas futuros en las disposiciones finales (planta de tratamiento o río).

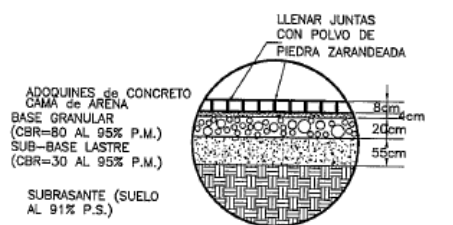
Se les recomienda evaluar algunas alternativas en el sistema de drenajes, para las futuras construcciones, mitigando así el impacto de las aguas pluviales a los afluentes.

Se les recomienda realizar la memoria de cálculo para el sistema de agua potable, con el fin de validar la propuesta mencionada en este estudio.

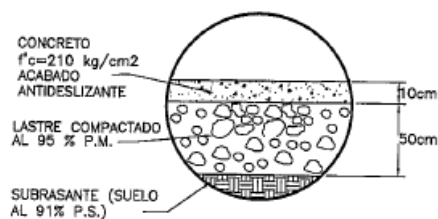
Luego de ejecutado el proyecto, se deberá dar mantenimiento periódico de limpieza, para evitar problemas por sedimentación y/o erosión de materiales.

Los temas tratados y el trabajo realizado en general pueden servir como referencia para proyectos similares.

Respetando los lineamientos nacionales solicitados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y la Municipalidad de Alajuela, para proyectos de dicha envergadura, y reiterando lo conservado en la la idea inicial de Ciudad – Hacienda Los Reyes, de mantener superficies de rodamiento de adoquín, debido a alcance y énfasis de este estudio, no se contempla la estructura para las superficies de rodamiento, pero dada la experiencia adquirida en el desarrollo profesional y al conocimiento de la zona se recomienda utilizar la siguiente estructura; debido a las condiciones del suelo.



**DET. PAVIMENTO EN ADOQUINES
(CALLES DEL PROYECTO)**



DET. PAVIMENTO EN ACERAS

NOTA: SE CONSTRUIRAN JUNTAS DE CONSTRUCCION A CADA 3.00m

Figura 1. 15. Referencia para estructura de calle y aceras del proyecto Finca 5

Condominio Los Reyes.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Chow, V. T.; Maidment, David y Larry, Mays. “Hidrología aplicada”. McGraw Hill, Bogotá, Colombia, 1994.

Rodríguez Piña, E. “Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras”. Tesis de Lic. Ingeniería Civil, UCR. Agosto 1989.

Monsalve Sáenz, G. “Hidrología en la Ingeniería”, Alfayomega, Bogotá, Colombia, 1999.

Villon Bejar, M. “Hidrología”. Editorial Tecnológica de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2004

Suarez, J. “Control de Erosión en Zonas Tropicales”. Editorial de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2001.

“Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones”. (2017).

Costa Rica: Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos

Chow, Ven Te; “Hidráulica de canales abiertos”. McGraw Hill, Bogotá, Colombia, 1994.

Araya Villalobos M “Diseño de drenajes superficiales” Editorial Tecnológica de Costa Rica 2005.

Vega Oreamuno R, Villalobos Herrera R, “Análisis comparativo de dos metodologías de estimación de caudales extremos en áreas urbanas” Congreso COREHISA 2016.

Toro Campaña R, “Modelación Hidráulicas de ríos, canales, puentes y alcantarillas con HEC-RAS” Universidad Nacional de Ingeniería

San Román Sánchez J, “Cálculos Estadísticos en Hidrología” Universidad Salamanca España

Shaw, E.M.; K.J. Beven; N.A. Cappell y R. Lamb (2011).-“Hydrology in Practice”. Chapman and Hall

“Norma Técnica para Diseño y Construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable, de saneamiento y pluvial”. (2017). Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

CAPÍTULO VII. APENDICES

7.1 Anexo A. Registro fotográfico



Imagen 31. Cauce en su parte alta del terreno en pastos



Imagen 32. Detalle de cauce de quebrada en parte alta de la cuenca



Imagen 33. Detalle de cobertura del terreno



Imagen 34. Agua encharcada por baja permeabilidad del terreno (suelos tipo D)



Imagen 35. Detalle de cauce de quebrada y cobertura vegetal de zona de protección

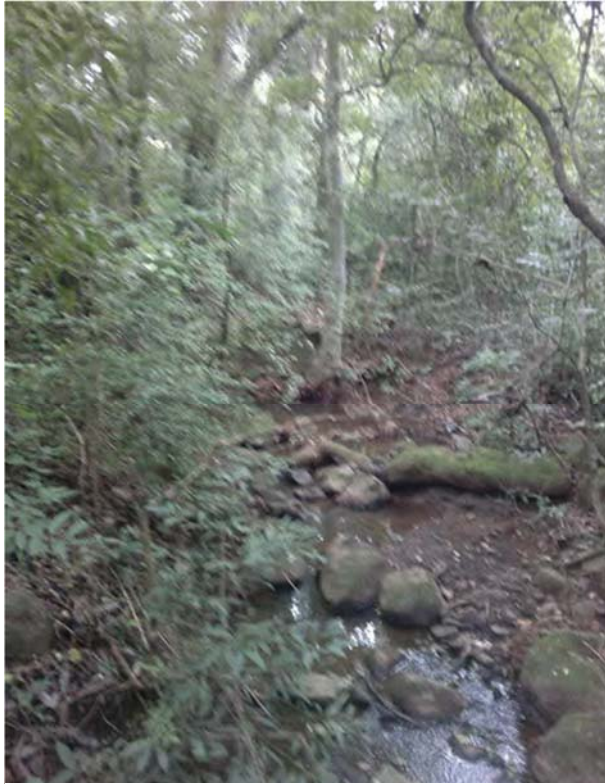


Imagen 36. Detalle de Quebrada en parte baja

7.2 Anexo B. Descripciones

7.2.1 Descripción fincas filiales

Se propone utilizar, EL CONDOMINIO TIENE UNA MEDIDA TOTAL DE: 131 000 metros cuadrados. **DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS COMUNES DEL CONDOMINIO:** contará con un total de áreas comunes de 47 944.22 metros cuadrados, que se describen de la siguiente manera: área común libre con una medida total de: 42 706.64 metros cuadrados, calles con una medida de: 5 237.38 metros cuadrados, zonas verdes, juegos infantiles, área recreativa, zona de protección, protección de la planta y servidumbres. **DESCRIPCIÓN DE LAS FINCAS FILIALES:** EL ÁREA TOTAL PRIVATIVA ES DE 52 871.16 metros cuadrados y

está compuesta por las 56 fincas filiales que se describen de la siguiente manera:

FINCA FILIAL 01: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-uno, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 509.44 cobertura máxima permitida: 754.72 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 754.72 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-02, al este: área común libre, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle),

FINCA FILIAL 02: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-dos, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 876.00 cobertura máxima permitida: 438.00 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 438.00 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre (servidumbre), al este: FFPI-01, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle),

FINCA FILIAL 03: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-tres, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 916.01 cobertura máxima permitida: 458.01 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 438.00 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-04, al este: área común libre (servidumbre), al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle),

FINCA FILIAL 04: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuatro, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 778.58 cobertura máxima permitida: 389.29 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 389.29 metros

cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-05, al este: FFPI-04, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 05**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cinco, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 792.00 cobertura máxima permitida: 396.00 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 396.00 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-06, al este: FFPI-05, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 06**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 938.85 cobertura máxima permitida: 469.43 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 469.43 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-07, al este: FFPI-05, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 07**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-siete, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 904.17 cobertura máxima permitida: 452.09 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 452.09 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-08, al este: FFPI-06, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 08**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-ocho, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 878.91 cobertura máxima permitida: 439.46 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 439.46 metros

cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-09, al este: FFPI-07, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 09**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-nueve, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 888.89 cobertura máxima permitida: 444.45 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 444.45 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-10, al este: FFPI-08, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 10**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-diez, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 901.76 cobertura máxima permitida: 450.88 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 450.88 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-11, al este: FFPI-09, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 11**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-once, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 858.89 cobertura máxima permitida: 429.45 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 429.45 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-12, al este: FFPI-10, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 12**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-doce, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 913.40 cobertura máxima permitida: 456.70 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 456.70 metros

cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-13, al este: FFPI-11, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 13**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-trece, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 910.19 cobertura máxima permitida: 455.10 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 455.10 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-14, al este: FFPI-12, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 14**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-catorce, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 695.29 cobertura máxima permitida: 347.65 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 347.65 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-15, al este: FFPI-13, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 15**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-quince, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 635.76 cobertura máxima permitida: 317.88 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 317.88 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-16, al este: FFPI-14, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 16**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-diez y seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 664.19 cobertura máxima permitida: 332.10 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 332.10 metros

cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-17, al este: FFPI-15, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 17**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-diez y siete, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 787.18 cobertura máxima permitida: 393.59 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 393.59 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-18, al este: FFPI-16, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 18**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-diez y ocho, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 125.76 cobertura máxima permitida: 562.88 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 562.88 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre y FFPI-19, al este: FFPI-17, al norte: área común libre y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 19**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-diez y nueve, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 263.85 cobertura máxima permitida: 631.93 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 631.93 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre, al este: área común libre (calle), al norte: FFPI-17 y al sur: área común libre (servidumbre), **FINCA FILIAL 20**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 402.87 cobertura máxima permitida: 701.44 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área

máxima de construcción propuesta: 701.44 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre (servidumbre), al este: área común libre (calle), al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-21, **FINCA FILIAL 21**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y uno, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 249.84 cobertura máxima permitida: 624.92 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 642.92 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre, al este: área común libre (calle), al norte: FFPI-20 y al sur: FFPI-22, **FINCA FILIAL 22**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y dos, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 125.24 cobertura máxima permitida: 562.62 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 562.62 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre, al este: área común libre (calle), al norte: FFPI-21 y al sur: FFPI-23, **FINCA FILIAL 23**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y tres, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 045.19 cobertura máxima permitida: 522.60 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 522.60 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre, al este: FFPI-25, al norte: área común libre (calle) y al sur: FPI-24, **FINCA FILIAL 24**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y cuatro, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 191.69 cobertura máxima permitida: 585.85

metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 585.85 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre y FFPI-23, al este: FFPI-25, al norte: área común libre (calle) y al sur: área común libre y FFPI-25, **FINCA FILIAL 25**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y cinco, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 095.51 cobertura máxima permitida: 547.76 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 547.76 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-24, al este: FFPI-26, al norte: área común libre (calle) y al sur: área común libre, **FINCA FILIAL 26**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 804.63 cobertura máxima permitida: 402.32 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 402.32 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-25, al este: FFPI-27, al norte: área común libre (calle) y al sur: área común libre, **FINCA FILIAL 27**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y siete, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 886.19 cobertura máxima permitida: 443.10 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 443.10 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-26, al este: FFPI-28, al norte: área común libre (calle) y al sur: área común libre, **FINCA FILIAL 28**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y ocho, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 948.54

cobertura máxima permitida: 474.27 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 474.27 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-27, al este: FFPI-29, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 29**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-veinte y nueve, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 812.28 cobertura máxima permitida: 406.14 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 406.14 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-28, al este: FFPI-30, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 30**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 915.42 cobertura máxima permitida: 457.71 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 457.71 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-29, al este: FFPI-31, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 31**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y uno, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 974.83 cobertura máxima permitida: 487.42 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 487.42 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-30, al este: FFPI-32, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 32**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y dos, apta para construir que se destinará a uso

residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 958.62 cobertura máxima permitida: 479.31 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 479.31 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-31, al este: FFPI-33, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 33:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y tres, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 036.19 cobertura máxima permitida: 518.10 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 518.10 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-32, al este: FFPI-34, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 34:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y cuatro, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 054.26 cobertura máxima permitida: 527.13 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 527.13 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-33, al este: FFPI-35, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 35:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y cinco, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 060.17 cobertura máxima permitida: 530.09 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 530.09 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-34, al este: FFPI-36, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre),

FINCA FILIAL 36: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 093.42 cobertura máxima permitida: 546.71 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 546.71 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-35, al este: FFPI-37, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 37:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y siete, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 935.91 cobertura máxima permitida: 467.96 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 467.96 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-36, al este: FFPI-38, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 38:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y ocho, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 095.29 cobertura máxima permitida: 547.65 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 547.65 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-37, al este: FFPI-39, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 39:** naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-treinta y nueve, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 151.52 cobertura máxima permitida: 575.76 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 575.76 metros cuadrados, que

LINDA al oeste: FFPI-38, al este: área común libre, al norte: área común libre (calle) y al sur: zona de protección (Quebrada Sin Nombre), **FINCA FILIAL 40**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 900.42 cobertura máxima permitida: 450.21 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 450.21 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-41, al este: área común libre (calle), al norte: FFPI-56 y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 41**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y uno, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 015.07 cobertura máxima permitida: 507.54 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 507.54 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-42, al este: FFPI-40 y FFPI-56, al norte: FFPI-54 y FFPI-55; y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 42**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y dos, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 815.39 cobertura máxima permitida: 407.70 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 407.70 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-43, al este: FFPI-41, al norte: FFPI-53 y FFPI-54; y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 43**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y tres, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 818.93 cobertura máxima permitida: 409.47 metros cuadrados, altura de edificios: dos

niveles, área máxima de construcción propuesta: 409.47 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-44, al este: FFPI-42, al norte: FFPI-52 y FFPI-53; y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 44**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y cuatro, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 837.36 cobertura máxima permitida: 418.68 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 418.68 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-45, al este: FFPI-43, al norte: FFPI-51 y FFPI-52; y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 45**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y cinco, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 942.94 cobertura máxima permitida: 471.47 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 471.47 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-46, al este: FFPI-44, al norte: FFPI-50 y FFPI-51; y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 46**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 060.78 cobertura máxima permitida: 530.39 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 530.39 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-47, al este: FFPI-45, al norte: FFPI-50 y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 47**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y siete, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 1 170.28 cobertura máxima permitida: 585.14

metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 585.14 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-48, al este: FFPI-46, al norte: FFPI-49 y al sur: área común libre (calle), **FINCA FILIAL 48**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y ocho, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 861.72 cobertura máxima permitida: 430.86 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 430.86 metros cuadrados, que LINDA al oeste: área común libre (calle), al este: FFPI-49, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-47, **FINCA FILIAL 49**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cuarenta y nueve, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 763.74 cobertura máxima permitida: 381.87 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 381.87 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-48, al este: FFPI-50, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-47, **FINCA FILIAL 50**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 858.11 cobertura máxima permitida: 429.06 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 429.06 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-49, al este: FFPI-51, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-45, **FINCA FILIAL 51**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y uno, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 830.29 cobertura máxima permitida: 415.15 metros

cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 415.15 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-50, al este: FFPI-52, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-44 y FFPI-45, **FINCA FILIAL 52**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y dos, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 761.13 cobertura máxima permitida: 380.57 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 380.57 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-51, al este: FFPI-53, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-43 y FFPI-44, **FINCA FILIAL 53**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y tres, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 740.93 cobertura máxima permitida: 370.47 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 370.47 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-52, al este: FFPI-54, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-42 y FFPI-43, **FINCA FILIAL 54**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y cuatro, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 787.72 cobertura máxima permitida: 393.86 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 393.86 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-53, al este: FFPI-55, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-41 y FFPI-42, **FINCA FILIAL 55**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y cinco, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 876.00 cobertura máxima permitida: 438.00 metros

cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 438.00 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-54, al este: FFPI-56, al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-41, **FINCA FILIAL 56**: naturaleza: finca filial primaria individualizada número ffpi-cincuenta y seis, apta para construir que se destinará a uso residencial, sita en distrito 05 Guácima, cantón Alajuela, de la Provincia de Alajuela, que MIDE: 774.08 cobertura máxima permitida: 387.04 metros cuadrados, altura de edificios: dos niveles, área máxima de construcción propuesta: 387.04 metros cuadrados, que LINDA al oeste: FFPI-55 y FFPI-41, al este: área común libre (calle), al norte: área común libre (calle) y al sur: FFPI-40.

7.2.2 Descripción calles

Se propone utilizar, una calle de adoquín con un ancho 3.85 metros de ancho en ambas direcciones, con una cordón de caño de 0.65 metros de ancho en ambas direcciones, con una zona de área verde de 1.00 metro de ancho en ambas direcciones y una acera de 1.50 metros de ancho en ambas direcciones; en toda su trayectoria, iniciando en el lindero con la calle pública con un rumbo **de este a suroeste sobre la calle BULEVAR**, con una distancia de **11.64 metros en su primer tramo con una gradiente de 0.00%**, continúa **de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL**, con una distancia de **100.00 metros en su segundo tramo con una gradiente de 6.32%**, continúa **de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL**, con una distancia de **165 metros en su tercer tramo con una gradiente de 0.54%**, continúa **de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL**, con una distancia de **55.00 metros en su cuarto tramo con una gradiente de 11.43%**, continúa **de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL**, con una distancia de **160.00**

metros en su quinto tramo con una gradiente de 1.66%, continúa de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con una distancia de 120.50 metros en su sexto tramo con una gradiente de 7.14%. Iniciando con rumbo oeste-sureste sobre la calle AVENIDA 2°, con una distancia de 251.25 metros en su séptimo tramo con una gradiente de 0.26%, continúa con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con una distancia de 60.00 metros en su octavo tramo con una gradiente de 19.68%, continúa con rumbo este-noreste sobre la calle AVENIDA 1°, con una distancia de 120.00 metros en su noveno tramo con una gradiente de 3.57%, continúa con rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 1°, con una distancia de 60.00 metros en su décimo tramo con una gradiente de 2.50%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con una distancia de 60.00 metros en su décimo primer tramo con una gradiente de 4.80%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con una distancia de 60.00 metros en su décimo segundo tramo con una gradiente de 9.16%. Toda esta información se puede verificar en las láminas de diseño de ejes IN-03 y perfiles IN-11, IN-12, IN-13, IN-14 y IN-15.

7.2.3 Descripción sistema pluvial

Se propone utilizar, sistema de conducción de aguas de pluviales distribuidos de la siguiente forma, iniciando en el lindero con la calle pública con un rumbo **de este a suroeste sobre la calle BULEVAR 1, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 3942.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP1-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP1-1) con el pozo pluvial (PP2-1) con una distancia 56.84 metros en tubería NOVAFORT de**

375mm su primer tramo, con una gradiente de 3.69%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 1726.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP2-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP2-1) con el pozo pluvial (PP3-1) con una distancia 50.74 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su segundo tramo, con una gradiente de 0.68%, continúa con un rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 2°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP4-2), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP4-2) con el pozo pluvial (PP3-1) con una distancia 33.72 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su tercer tramo, con una gradiente de 0.60%, continúa con un rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 2°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 2703 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP3-2), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP3-2) con el pozo pluvial (PP4-2) con una distancia 17.99 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su cuarto tramo, con una gradiente de 0.60%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP3-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP3-1) con el pozo pluvial (PP4-1) con una distancia 46.43 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su quinto tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 6503.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP4-1), tramo donde se

interconectan los pozos pluviales (PP4-1) con el pozo pluvial (PP5-1) con una distancia 46.55 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su sexto tramo, con una gradiente de 2.00%, continúa con un rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 2°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 4786.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP1-2), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP1-2) con el pozo pluvial (PP4-1) con una distancia 29.74 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su séptimo tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con un rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 2°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP2-2), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP2-2) con el pozo pluvial (PP1-2) con una distancia 34.44 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su octavo tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 3745.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP5-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP5-1) con el pozo pluvial (PP6-1) con una distancia 64.95 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su octavo tramo, con una gradiente de 4.84%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 4907.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP6-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP6-1) con el pozo pluvial (PP7-1) con una distancia 60.39 metros en tubería NOVAFORT de 450mm su noveno tramo, con una gradiente de 2.62%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con

tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 5257.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP7-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP7-1) con el pozo pluvial (PP8-1) con una distancia 59.39 metros en tubería NOVAFORT de 450mm su décimo tramo, con una gradiente de 3.61%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP8-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP8-1) con el pozo pluvial (PP9-1) con una distancia 19.53 metros en tubería NOVAFORT de 450mm su décimo primer tramo, con una gradiente de 3.55%, continúa con un rumbo de este a oeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP9-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP9-1) con el pozo pluvial (PP10-1) con una distancia 23.33 metros en tubería NOVAFORT de 450mm su décimo segundo tramo, con una gradiente de 3.54%, continúa con un rumbo de este a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 6871 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP10-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP10-1) con el pozo pluvial (PP11-1) con una distancia 31.13 metros en tubería NOVAFORT de 500mm su décimo tercero tramo, con una gradiente de 3.00%, continúa con un rumbo de oeste a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP11-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP11-1) con el pozo pluvial (PP12-1) con una

distancia 36.09 metros en tubería NOVAFORT de 500mm su décimo cuarto tramo, con una gradiente de 3.00%, continúa con un rumbo de este a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 5492.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP12-1), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP12-1) con el pozo pluvial (PP7-3) con una distancia 34.43 metros en tubería NOVAFORT de 600mm su décimo quinto tramo, con una gradiente de 3.00%,Iniciando con rumbo este a suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 4981.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP1-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP1-3) con el pozo pluvial (PP2-3) con una distancia 22.82 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su décimo sexto tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP2-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP2-3) con el pozo pluvial (PP3-3) con una distancia 19.94 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su décimo séptimo tramo, con una gradiente de 3.31%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 7695.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP3-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP3-3) con el pozo pluvial (PP4-3) con una distancia 50.83 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su décimo octavo tramo, con una gradiente de 3.48%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual

tributa en el pozo pluvial (PP4-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP4-3) con el pozo pluvial (PP5-3) con una distancia 31.99 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su décimo noveno tramo, con una gradiente de 1.70%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 5265.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP5-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP5-3) con el pozo pluvial (PP6-3) con una distancia 32.74 metros en tubería NOVAFORT de 375mm su vigésimo tramo, con una gradiente de 3.00%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 3430.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP6-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP6-3) con el pozo pluvial (PP7-3) con una distancia 55.64 metros en tubería NOVAFORT de 450mm su vigésimo primer tramo, con una gradiente de 3.54%, continúa con un rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 0 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP7-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP7-3) con el pozo pluvial (PP8-3) con una distancia 54.51 metros en tubería NOVAFORT de 650mm su vigésimo primer tramo, con una gradiente de 2.75%, continúa con un rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 1°, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: 6680.00 metros cuadrados, la cual tributa en el pozo pluvial (PP8-3), tramo donde se interconectan los pozos pluviales (PP8-3) con el pozo pluvial (PP9-3) con una distancia 12.33 metros en tubería NOVAFORT de 650mm su vigésimo segundo tramo, con una gradiente de 2.75%, continúa con un rumbo este-suroeste

sobre la **SERVIDUMBRE DE TUBERIAS**, con tragantes dispuestos para el área tributaria acumulada de: **0 metros cuadrados**, la cual tributa en el pozo pluvial **(PP9-3)**, tramo donde se interconectan los pozos pluviales **(PP9-3)** con el desfogue **(DESF-1)** con una distancia **42.50 metros** en tubería **NOVAFORT** de **650mm** su **vigésimo tercero tramo**, con una **gradiente de 2.75%**. Toda esta información se puede verificar en las láminas de **Diseño de pluviales IN-07**, **Diseño Áreas Tributarias IN-08** y **perfiles IN-11, IN-12, IN-13, IN-14 y IN-15**.

7.2.4 Descripción sistema sanitario

Se propone utilizar, sistema de conducción de aguas de saneamiento distribuidos de la siguiente forma, iniciando en el lindero con la calle pública con un rumbo **de este a suroeste** sobre la calle **AVENIDA PRINCIPAL**, con **prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-01** la cual tributa en el pozo sanitario **(PS1-1)**, tramo donde se interconectan los pozos sanitarios **(PS1-1)** con el pozo sanitario **(PS2-1)** con una distancia **26.27 metros** en tubería **NOVAFORT** de **200mm** su **primer tramo**, con una **gradiente de 1.03%**, continúa con un rumbo **de este a suroeste** sobre la calle **AVENIDA PRINCIPAL**, con **previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-2 y Juegos Infantiles** las cuales tributan en el pozo sanitario **(PS2-1)**, tramo donde se interconectan los pozos sanitarios **(PS2-1)** con el pozo sanitario **(PS3-1)** con una distancia **49.76 metros** en tubería **NOVAFORT** de **200mm** su **segundo tramo**, con una **gradiente de 1.00%**, continúa con un rumbo **de este a suroeste** sobre la calle **AVENIDA PRINCIPAL**, con **prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-33** la cual tributa en el pozo sanitario **(PS3-1)**,

tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS3-1) con el pozo sanitario (PS4-1) con una distancia 62.73 metros adicional se da la interconexión del tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS3-1) con el pozo sanitario (PS4-2), en tubería NOVAFORT de 200mm su tercer tramo, con una gradiente de 3.17%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-30, FFPI-31, FFPI-32, FFPI-41 y FFPI-42 las cuales tributan en el Pozo sanitario (PS4-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS4-1) con el pozo sanitario (PS5-1) con una distancia 62.66 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su cuarto tramo, con una gradiente de 1.61%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-28, FFPI-29, FFPI-43 y FFPI-44 las cuales tributan en el Pozo sanitario (PS5-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS5-1) con el pozo sanitario (PS6-1) con una distancia 62.65 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su quinto tramo, con una gradiente de 1.61%, continúa con un rumbo de este a suroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-27 y FFPI-45 las cuales tributan en el Pozo sanitario (PS6-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS6-1) con el pozo sanitario (PS7-1) con una distancia 23.32 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su sexto tramo, con una gradiente de 1.63%, continúa con un rumbo de este a oeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-25, FFPI-26 y FFPI-46 las cuales tributan en el Pozo sanitario (PS7-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS7-1) con el pozo sanitario (PS8-1) con una

distancia 23.33 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su séptimo tramo, con una gradiente de 5.02%, continúa con un rumbo de este a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-24 la cual tributa en el Pozo sanitario (PS8-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS8-1) con el pozo sanitario (PS9-1) con una distancia 23.33 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su octavo tramo, con una gradiente de 7.24%, continúa con un rumbo de este a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-22, FFPI-23 y FFPI-47 las cuales tributan en el Pozo sanitario (PS9-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS9-1) con el pozo sanitario (PS10-1) con una distancia 43.89 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su noveno tramo, con una gradiente de 7.13%, continúa con un rumbo de este a noroeste sobre la calle AVENIDA PRINCIPAL, con prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-21 la cual tributa en el Pozo sanitario (PS10-1), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS10-1) con el pozo sanitario (PS11-1) con una distancia 36.58 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo tramo, con una gradiente de 6.92%. Iniciando con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 2°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-38 y FFPI-39 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS1-2), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS1-2) con el pozo sanitario (PS2-2) con una distancia 26.44 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo primer tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 2°, con prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-37, la cual tributa en el pozo sanitario (PS2-2), tramo donde se interconectan los pozos

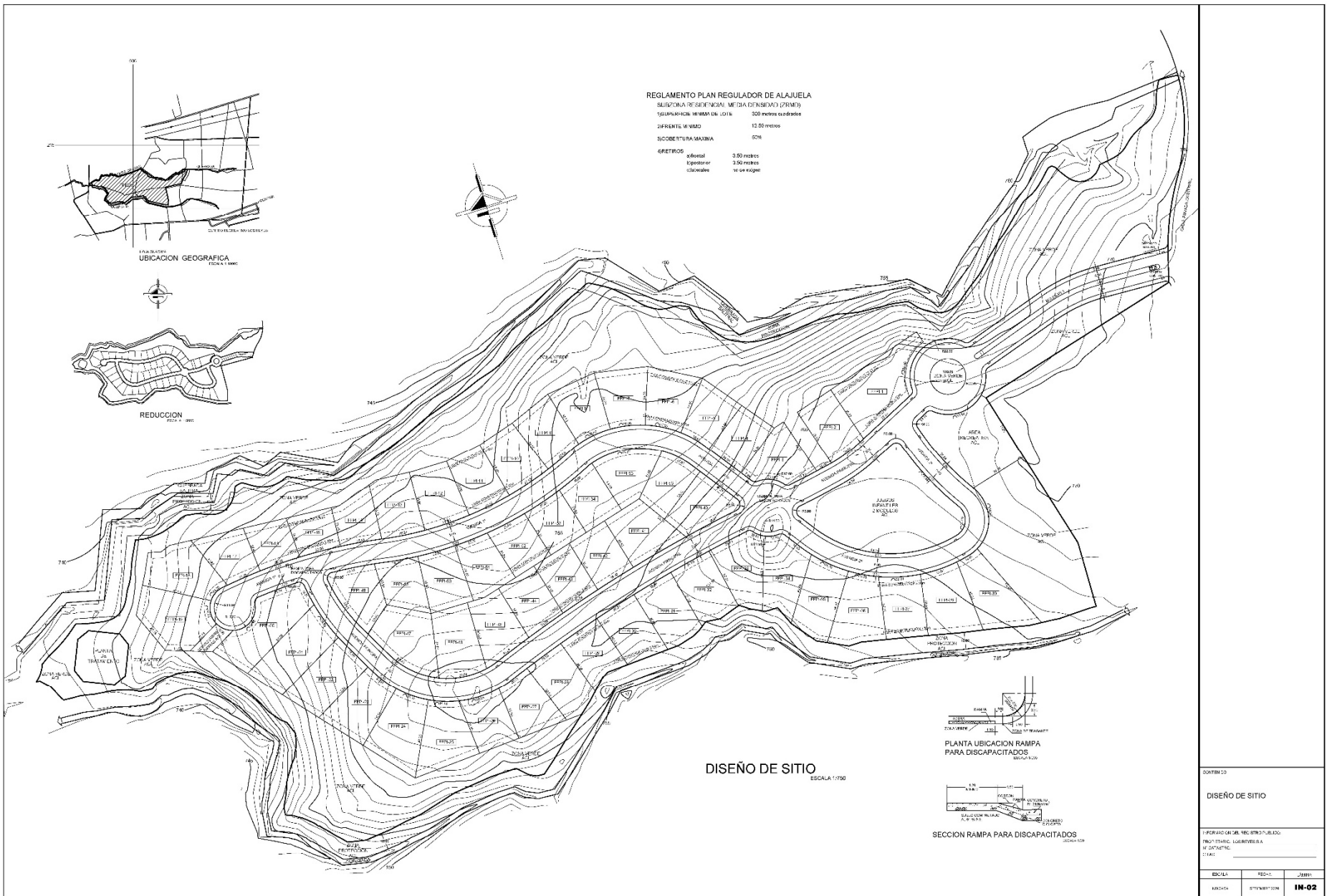
sanitarios (PS2-2) con el pozo sanitario (PS3-2) con una distancia 26.45 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo segundo tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 2°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-35 y FFPI-36 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS3-2), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS3-2) con el pozo sanitario (PS4-2) con una distancia 37.18 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo tercer tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 2°, con prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-34, la cual tributa en el pozo sanitario (PS4-2), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS4-2) con el pozo sanitario (PS3-1) con una distancia 36.44 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo cuarto tramo, con una gradiente de 1.00%, Iniciando con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-3, FFPI-4 y FFPI-40 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS1-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS1-3) con el pozo sanitario (PS2-3) con una distancia 33.27 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo quinto tramo, con una gradiente de 14.85%, continúa con rumbo este-noroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-5, FFPI-6 y FFPI-56 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS2-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS2-3) con el pozo sanitario (PS3-3) con una distancia 33.18 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo sexto tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con prevista sanitaria dispuesta para la finca filial FFPI-7 la cual tributa en el pozo sanitario (PS3-3), tramo donde se

interconectan los pozos sanitarios (PS3-3) con el pozo sanitario (PS4-3) con una distancia 19.94 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo séptimo tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-8 y FFPI-55 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS4-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS4-3) con el pozo sanitario (PS5-3) con una distancia 19.94 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo octavo tramo, con una gradiente de 3.21%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-9, FFPI-10, FFPI-53 y FFPI-54 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS5-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS5-3) con el pozo sanitario (PS6-3) con una distancia 50.83 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su décimo noveno tramo, con una gradiente de 3.48%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-11 y FFPI-52 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS6-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS6-3) con el pozo sanitario (PS7-3) con una distancia 31.99 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-12, FFPI-50 y FFPI-51 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS7-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS7-3) con el pozo sanitario (PS8-3) con una distancia 32.74 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo primer tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas

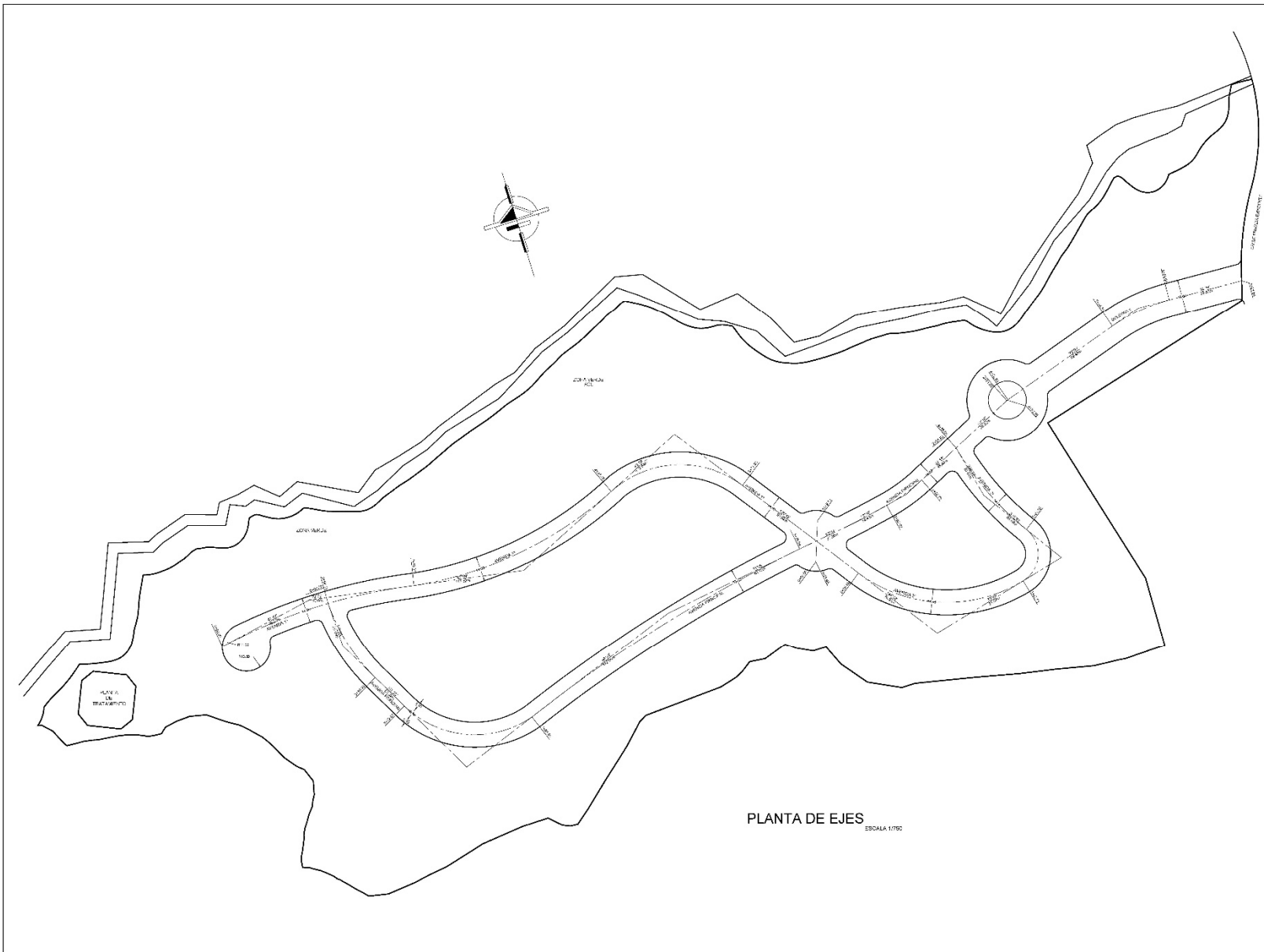
para las fincas filiales FFPI-13, FFPI-14, FFPI-48, y FFPI-49 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS8-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS8-3) con el pozo sanitario (PS9-3) con una distancia 57.77 metros en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo segundo tramo, con una gradiente de 3.54%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-15, FFPI-16, FFPI-17 y FFPI-20 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS9-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS9-3) con el pozo sanitario (PS10-3) con una distancia 53.99 metros, , adicional se da la interconexión del tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS10-1) con el pozo sanitario (PS9-3) , en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo tercer tramo, con una gradiente de 5.35%, continúa con rumbo este-sureste sobre la calle AVENIDA 1°, con previstas sanitarias dispuestas para las fincas filiales FFPI-18 y FFPI-19 las cuales tributan en el pozo sanitario (PS10-3), tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS10-3) con el pozo sanitario (PS11-3) con una distancia 11.65 metros, en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo cuarto tramo, con una gradiente de 1.00%, continúa con rumbo este-suroeste sobre la SERVIDUMBRE DE TUBERIAS, tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS11-3) con el pozo sanitario (PS12-3) con una distancia 39.54 metros, en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo quinto tramo, con una gradiente de 6.78%. y un tramo final con rumbo este-noroeste sobre la ZONA VERDE, tramo donde se interconectan los pozos sanitarios (PS12-3) con la PTAR con una distancia 33.90 metros, en tubería NOVAFORT de 200mm su vigésimo sexto tramo, con una gradiente de 6.28%. Toda esta información se puede

verificar en las láminas de **diseño sanitario IN-06** y **perfiles IN-11, IN-12, IN-13, IN-14 y IN-15.**

7.3 Anexo C. Planos y hojas de cálculo



CONTENIDO		
DISEÑO DE SITIO		
VERIFICACION DEL REGISTRO DEL DISEÑO		
PROYECTO EJECUTIVO		
OTRAS		
ESCALA	FECHA	PROYECTO
1:750	20/05/2011	IN-02

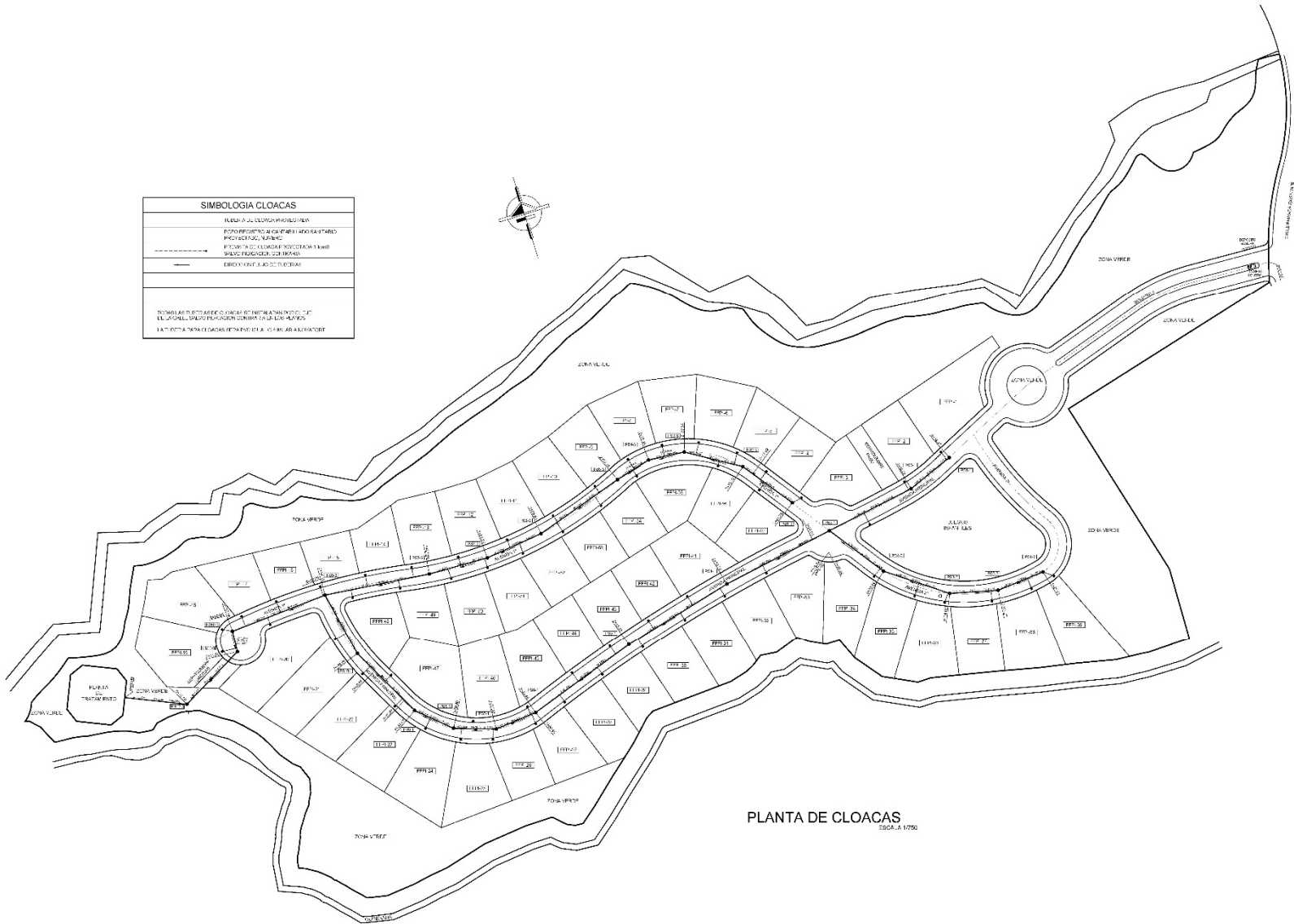


PLANTA DE EJES
ESCALA 1/750

EQUIPO:		
PLANTA DE EJES		
IN CONCORDANCIA CON EL DISEÑO DE: _____ PLAN DE SITIO: _____ PLAN DE EJES: _____ PLAN DE EJES: _____		
ITEM #	FECHA	USUARIO
Escala		IN-03

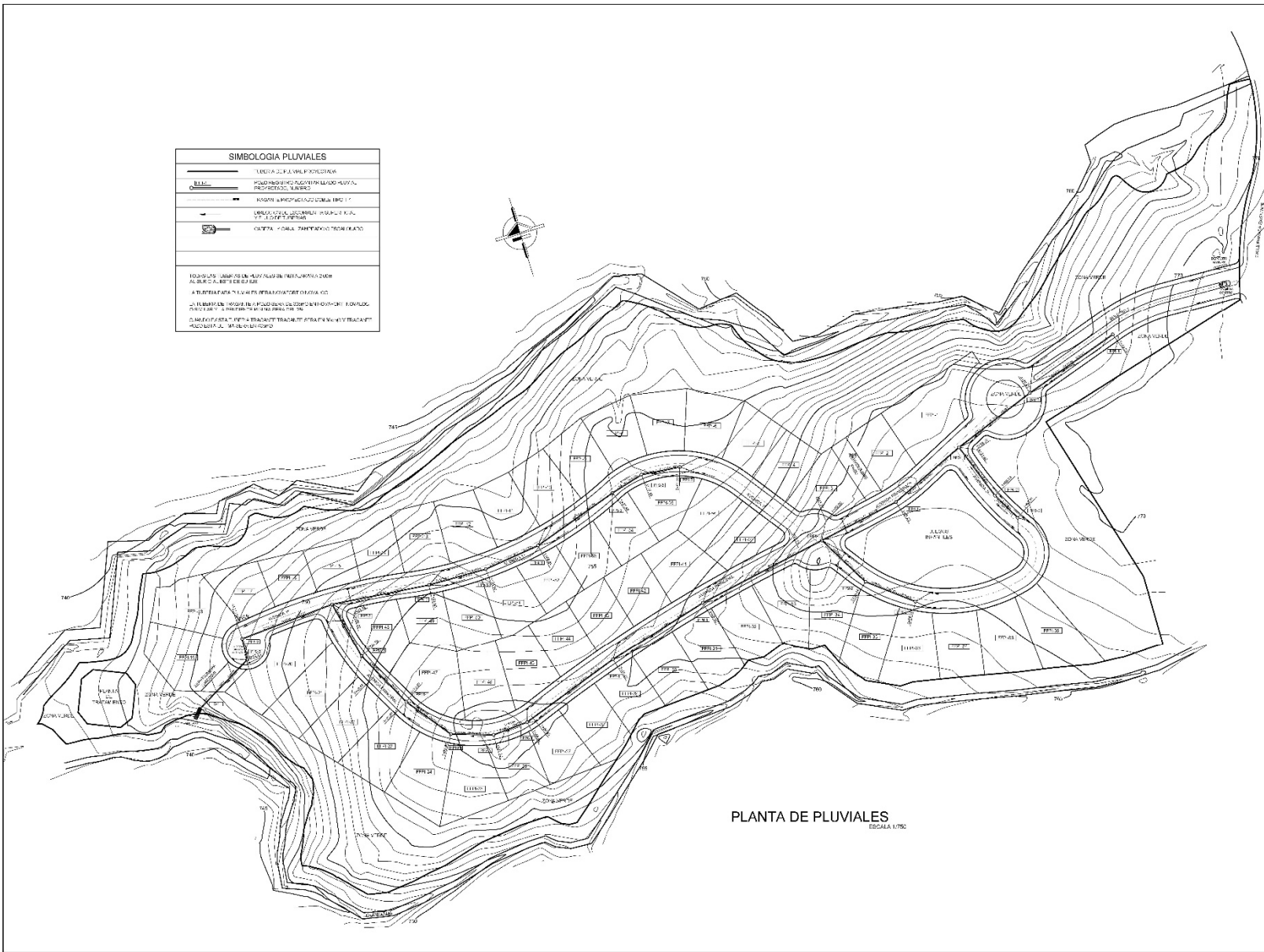
SIMBOLOGIA CLOACAS	
	REJILLA A LA CULATA (PARALELO AL RÍO)
	REJILLA PERPENDICULAR AL RÍO (PARALELO AL RÍO)
	REJILLA PERPENDICULAR AL RÍO (PERPENDICULAR AL RÍO)
	DIRECCIÓN DE LA CULATA

TOMAR LAS TANTAS DE LAS CLOACAS EN UN PUNTO DE LA LINEA DE CULATA PERPENDICULAR AL RÍO. LA TANTAS DE LAS CLOACAS DEBE SER LA MISMA PARA TODAS LAS CLOACAS.



PLANTA DE CLOACAS
ESCALA 1:1000

CONTENIDO		
PLANTA DE CLOACAS		
INFORMACION DE SEÑALIZACIÓN: PROYECTO: _____ CLIENTE: _____ DT: _____		
FECHA:	TÍTULO:	ÁREA:
15/05/2018	PLANTA DE CLOACAS	IN-05



PLANTA DE PLUVIALES
ESCALA 1:750

CONTENIDO		
PLANTA DE PLUVIALES		
INFORMACION DEL SEÑALADO EN BLANCO		
PROYECTO: _____		
CLIENTE: _____		
DISEÑO: _____		
ESCALA	FECHA	PROYECTO
1:750	15/06/2009	IN-06

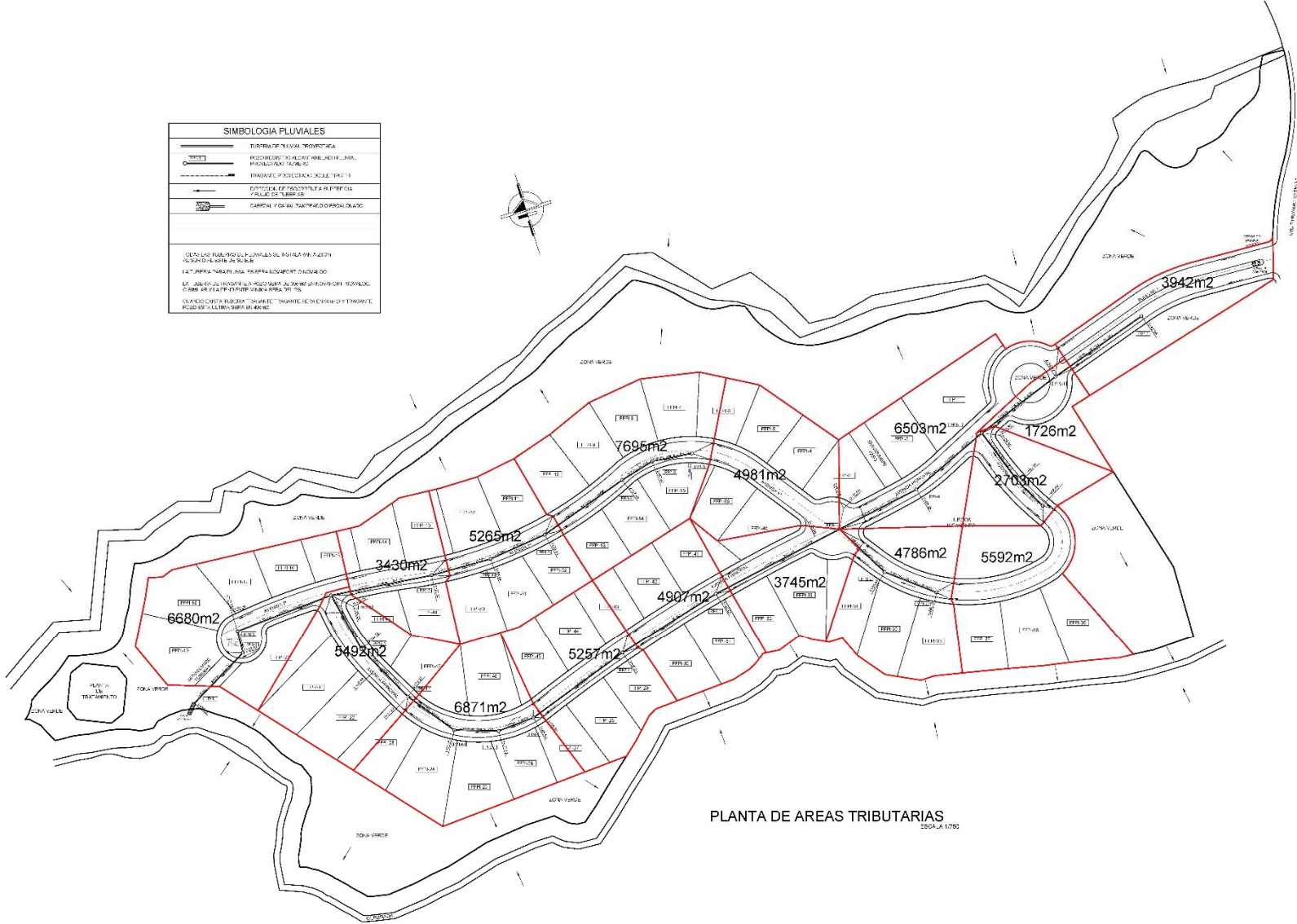
SIMBOLOGIA PLUVIALES	
	REJILLA DE DRENAJE "PROYECTADA"
	REJILLA DE DRENAJE "EXISTENTE"
	REJILLA DE DRENAJE "PROYECTADA Y EXISTENTE"
	REJILLA DE DRENAJE "PROYECTADA Y EXISTENTE (CON DRENAJE EN EL TERRENO)"/>
	REJILLA DE DRENAJE "PROYECTADA Y EXISTENTE (CON DRENAJE EN EL TERRENO) (CON DRENAJE EN EL TERRENO)"/>
	REJILLA DE DRENAJE "PROYECTADA Y EXISTENTE (CON DRENAJE EN EL TERRENO) (CON DRENAJE EN EL TERRENO) (CON DRENAJE EN EL TERRENO)"/>

1. CUALQUIER DRENAJE QUE SE ENCUENTRE EN EL TERRENO DEBE SER MARCADO CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.

2. LA "REJILLA" PARA LAS ZONAS DE DRENAJE DEBE SER MARCADA CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.

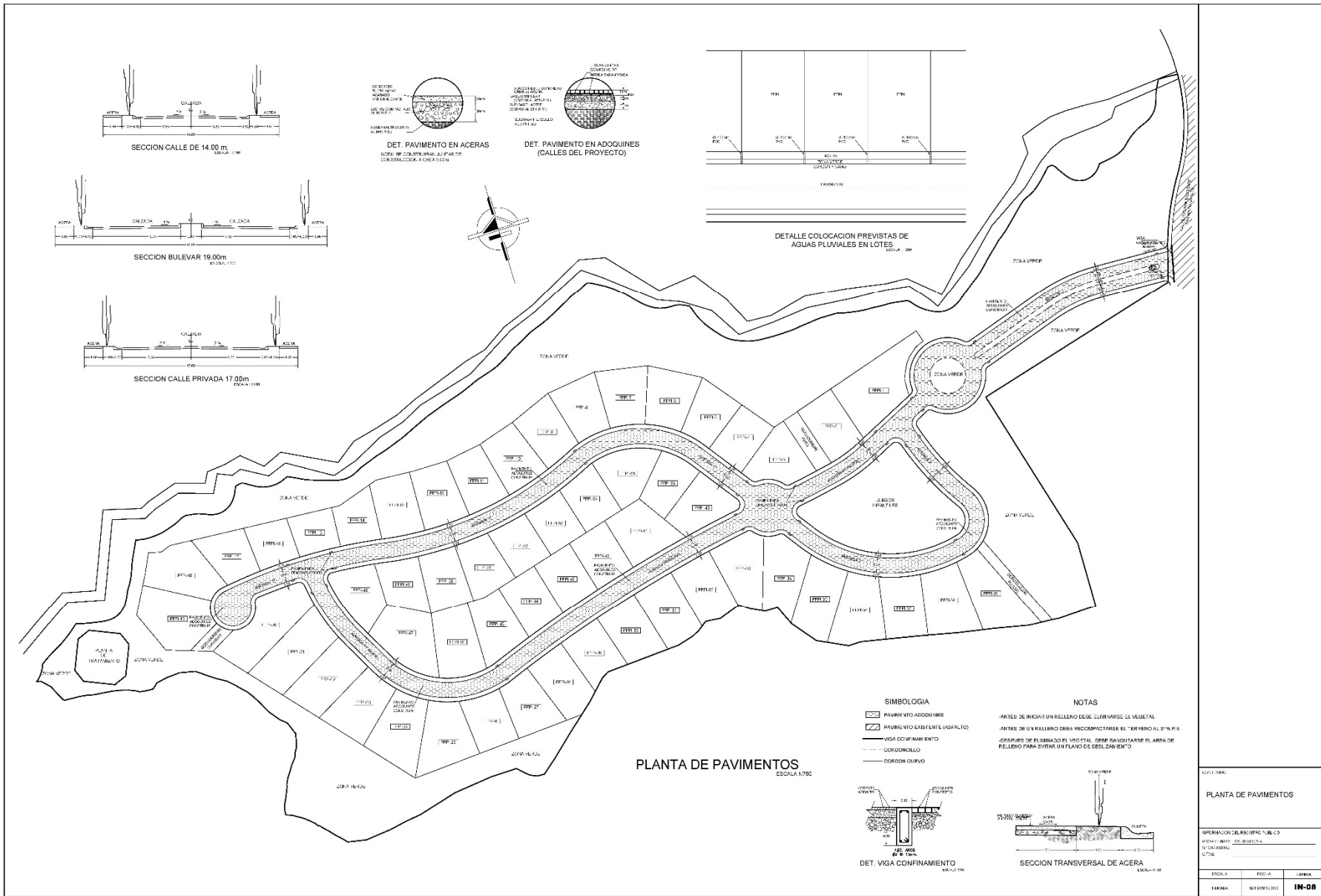
3. EN LAS ZONAS DE DRENAJE DEBE SER MARCADO CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.

4. EN LAS ZONAS DE DRENAJE DEBE SER MARCADO CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.



PLANTA DE AREAS TRIBUTARIAS
ESCALA: 1:200

COTIZACIÓN		
PLANTA DE PLUVIALES		
EL PROYECTO DE DRENAJE DEBEN SER MARCADO CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.		
FECHA:	CON:	DATA:
PROYECTO:	EL DRENAJE DEBEN SER MARCADO CON UN DRENAJE EN EL TERRENO.	IN-07



LEGENDA

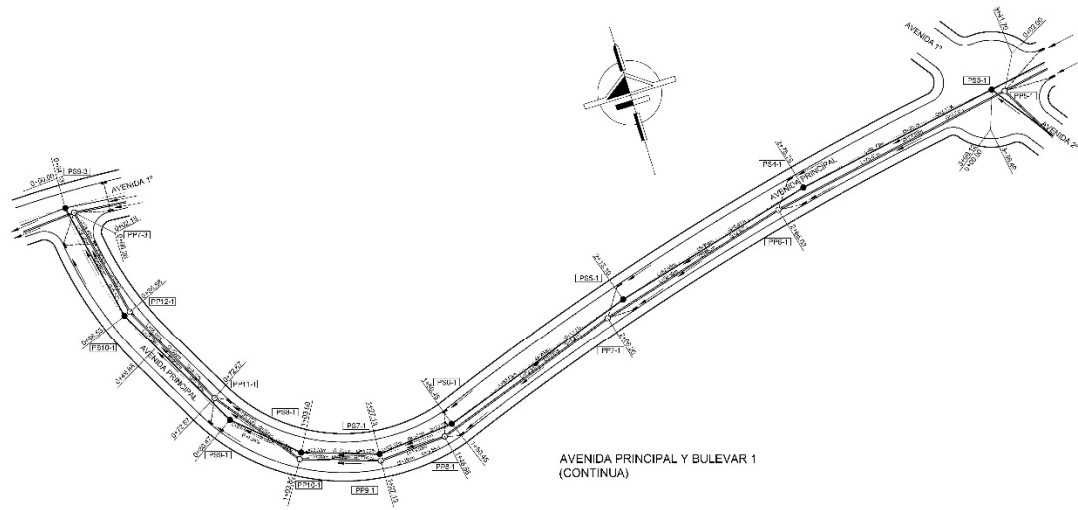
PLANTA DE PAVIMENTOS

INFORMACION DEL PROYECTO

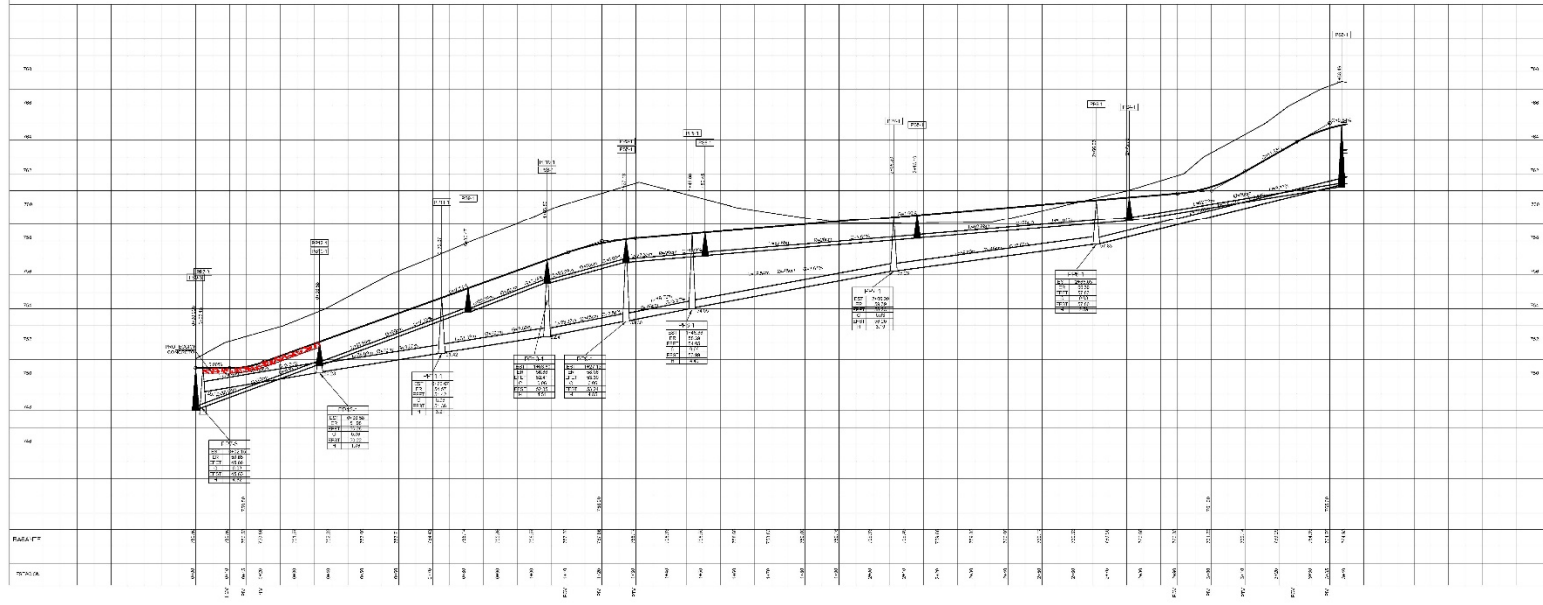
PROYECTO: 2018-00000000-00000000-00000000

FECHA: 01/07/2018

ESCALA:	REG-1:	AREA:
FECHA:	01/07/2018	IN-08



AVENIDA PRINCIPAL Y BULEVAR 1
(CONTINUA)



CONTENIDO

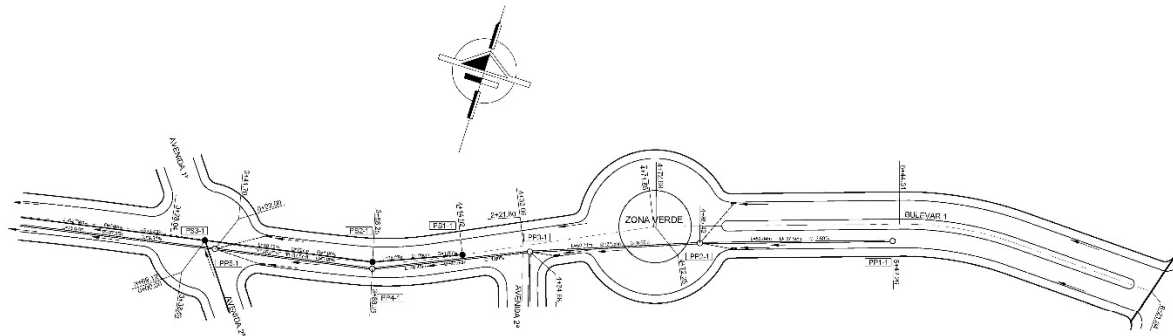
PLANTA Y PERFIL

IN COMISION DE INGENIERIA

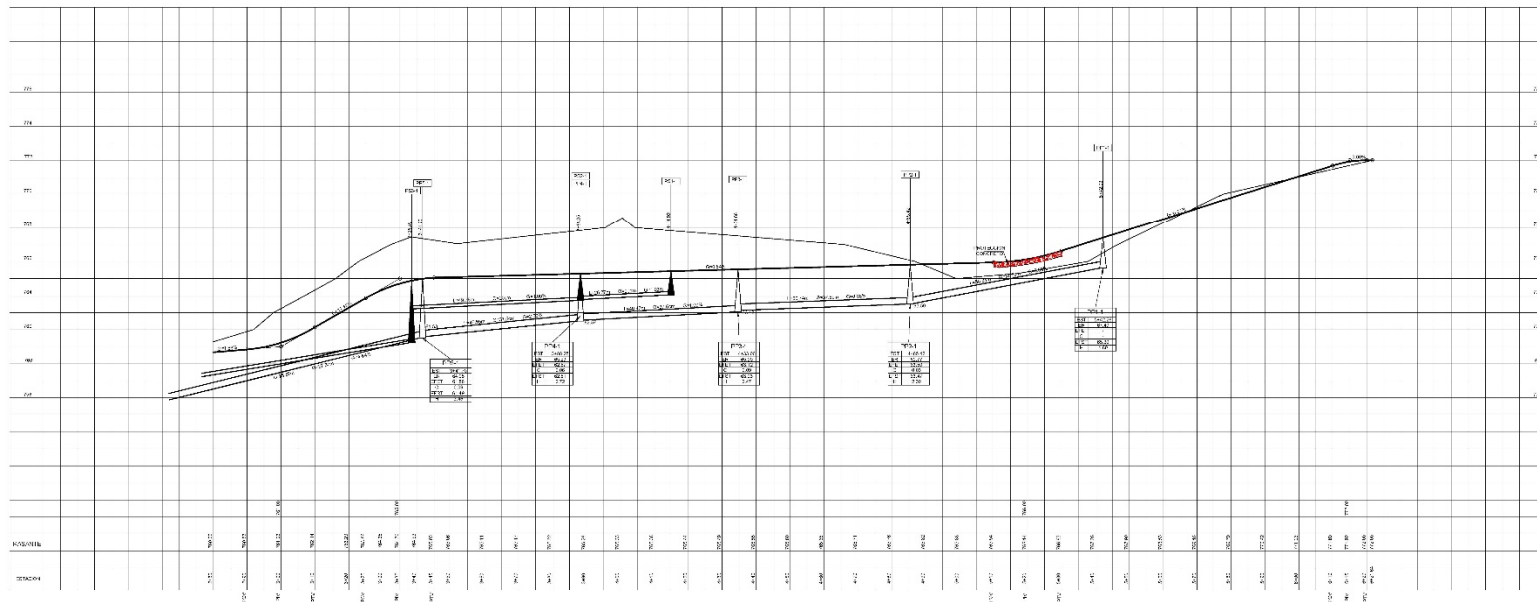
PROYECTO: **AVENIDA 11**

ESTACION: **1+000**

ESCALA	FECHA	AREA
1:1000	15/05/2012	IN-10



AVENIDA PRINCIPAL Y BULEVAR 1
(CONTINUACION)

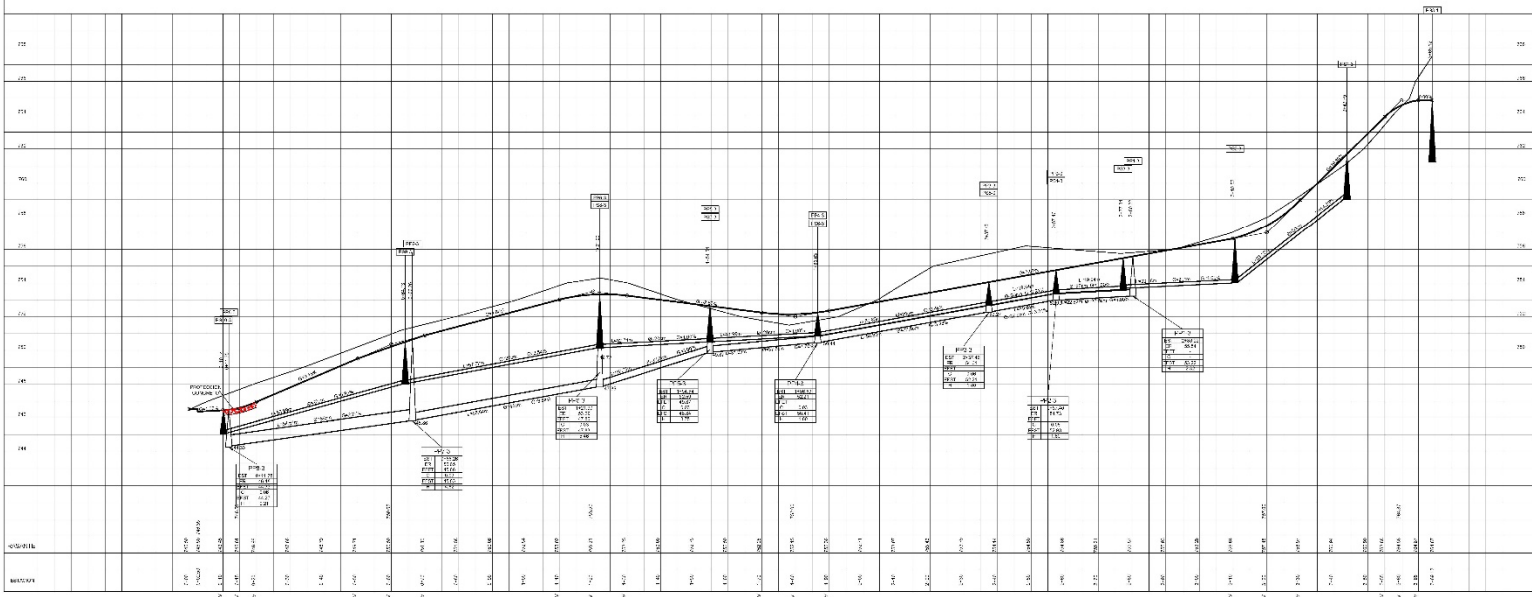
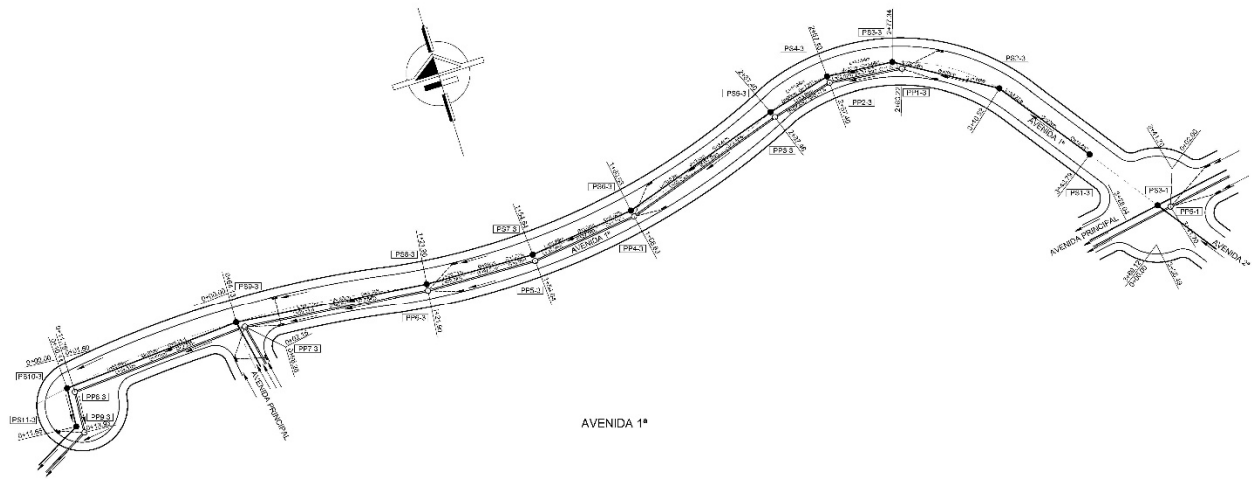


PLAN Y PERFIL

PLAN Y PERFIL

INFORMACION DEL SECTOR PROYECTADO:
 MUNICIPIO DE LOS RIOS
 V. CALLES 10
 SITIO 5

FECHA	ESTADO	AREA
2014	EN TRAMITE	IN-11



CONTENIDO:

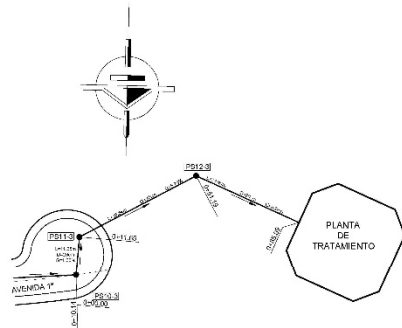
PLANTA Y PERFIL

INTEGRACION DEL RESORTE LABORDA
 INGENIERIA Y CONSULTORIA S.A.
 V. COLOMBIA
 BOGOTA

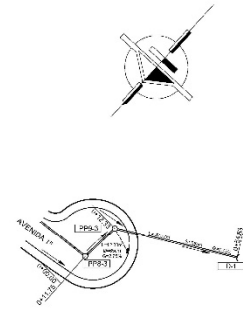
ESCALA: 1:1000

PROYECTO: #194888-000

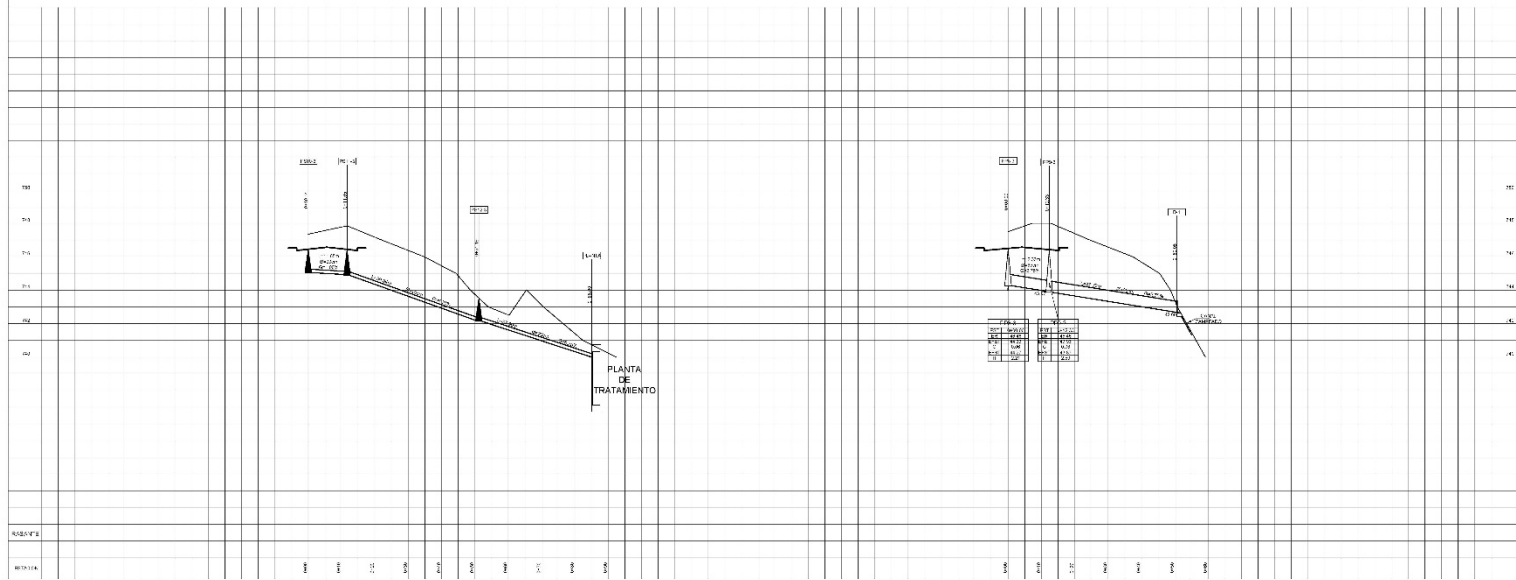
IN-12



TRAMO PS10-3 - P TRAT



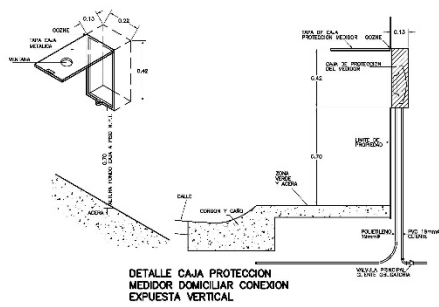
TRAMO PP8-3 - D-1



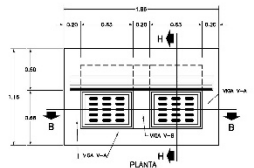
CON: 1520

PLANTA Y PERFIL

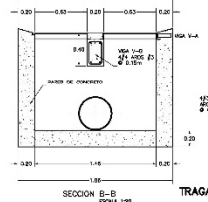
IN-14



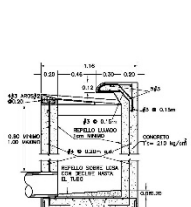
DETALLE CAJA PROTECCION MEDIDOR DOMICILIAR CON DION EXPUSTA VERTICAL



TRAGANTE TIPO Aja ESCALA 1:30

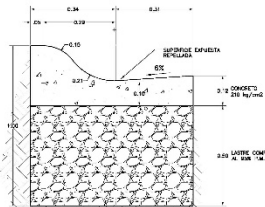


SECCION B-B ESCALA 1:30

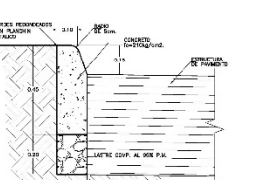


SECCION H-H ESCALA 1:30

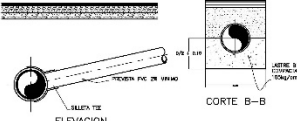
DETALLES DE VIGAS ESCALA 1:10



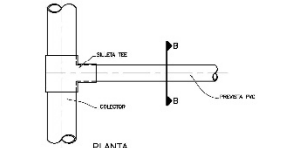
DETALLE CORDON CURVO ESCALA 1:10



DETALLE CORDONCILLO ESCALA 1:10

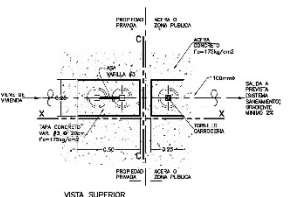


ELEVACION y CORTE B-B

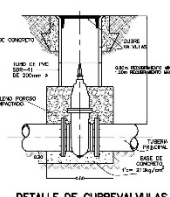


PLANTA

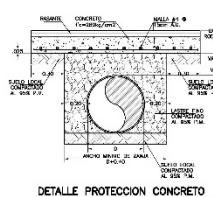
PREVISTA DOMICILIARIA CON SILLETA TEE DE PVC ESCALA 1:30



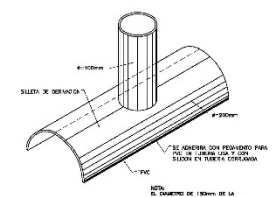
VISTA SUPERIOR



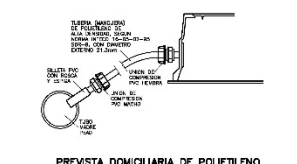
DETALLE DE CUBREVALVULAS ESCALA 1:30



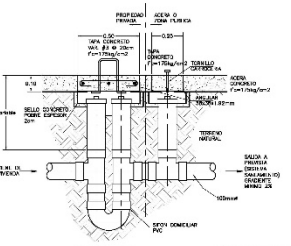
DETALLE PROTECCION CONCRETO ESCALA 1/30



DETALLE DE SILLETA TEE PARA TUBERIA DE PVC ESCALA 1:30

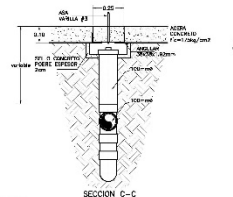


PREVISTA DOMICILIARIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA ACUEDUCTO

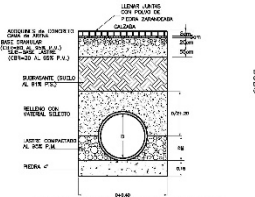


SECCION X-X

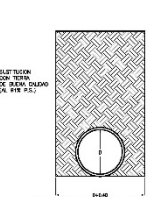
DETALLES DE SIFON DOMICILIAR PVC ESCALA 1:10



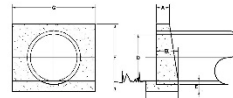
SECCION C-C



DETALLE ZANJA PLUMAL Y SANITARIA CON CAMA DE PIEDRA PARA DRENAJE ESCALA 1/7.5



DETALLE RELLENO DE ZANJA PARA TUBERIAS ESCALA 1/7.5



CABEZALES PARA ALCANTARILLA - TUBO.

DIAMETRO	DIAMETRO DE TUBO					
	400M	500M	600M	700M	800M	1200M
A	25	25	25	30	30	30
B	30	40	40	50	50	50
C	35	45	55	65	75	90
D	30	40	50	60	70	100
E	35	45	55	65	75	100
F	40	50	60	70	80	100
G	45	55	65	75	85	100

RESISTENCIAS DE CONCRETOS

- 1-CONCRETO 210kg/cm²
- 2-CONCRETO 210kg/cm²
- 3-CONCRETO 210kg/cm²
- 4-CONCRETO 210kg/cm²
- 5-CONCRETO 210kg/cm²

SE ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA SELECCIONAR LA COLECCION DE PLANOS PARA FALLAS DE CLAVOS DE CONCRETO, EN CASO DE NO HAYERLO DEBERA CONSULTAR EL DISEÑO DE LA TUBA, TRANSPORTE Y PUNTO DE ENTREGA Y RESPONDER POR EL MANTENIMIENTO DE NO HAYERLO SE DEBERA LA COLECCION DEL ELEMENTO Y VOLVER A CONSULTAR. EN CASO DE NO HAYERLO SE DEBERA CONSULTAR CON EL INGENIERO RESPONSABLE DE LA MANERA DE PERMITIR ENTREGA A PALA Y EN PROCESO DE ELLO COLEGAR SE DEBERA EMPLEAR LOS ELEMENTOS GRANOS Y SE DEBERA EL CONCRETO EN PROCESO.

NOTA: SE PERMITIR LEVAR AGUA PROVENIENTE DEL ACUEDUCTO EN SERVICIO Y MANEJO DE AGUA PLUVIAL, RESIDUALES O ESTACIONARIA. SE DEBERA EMPLEAR EN CADA CASO DE CONCRETO AL MENOS 8 CLAVOS PARA PALAS.

CONTENIDO		
DETALLES GENERALES		
INFORMACION DEL REGISTRO PUBLICO		
PROFESIONISTA: LOS REYES S.A.		
Nº DE DISEÑO: _____		
GRABADO: _____		
ESCALA	FECHA	LÁMINA
1:30	15/04/2018	IN-19

Parámetros:		Población: 8 hab/LH		Detección agua potable: 376 p.p.d		Factor de Retorno (FR): 0.80		Agua de infiltración de línea (Q _{inf}): 0.25 l/s/m		Factor Máximo Horario (FMH): 1.80		Factor Máximo Diario (FMD): 1.20		Cálculo Horizontal: n = 0.153																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Línea (Colector o Tramo)	Perfil Básico				Unidades Habitacionales en Tramo				Caudales en los tramos				Caudales de infiltración				Caudales de bombeo				Cálculo Horizontal: n = 0.153																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Número	Esbante	Nombre	Esbante	U ₁	A ₁	U ₂	U ₃	h ₁	P	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂	Q ₂₃	Q ₂₄	Q ₂₅	Q ₂₆	Q ₂₇	Q ₂₈	Q ₂₉	Q ₃₀	Q ₃₁	Q ₃₂	Q ₃₃	Q ₃₄	Q ₃₅	Q ₃₆	Q ₃₇	Q ₃₈	Q ₃₉	Q ₄₀	Q ₄₁	Q ₄₂	Q ₄₃	Q ₄₄	Q ₄₅	Q ₄₆	Q ₄₇	Q ₄₈	Q ₄₉	Q ₅₀	Q ₅₁	Q ₅₂	Q ₅₃	Q ₅₄	Q ₅₅	Q ₅₆	Q ₅₇	Q ₅₈	Q ₅₉	Q ₆₀	Q ₆₁	Q ₆₂	Q ₆₃	Q ₆₄	Q ₆₅	Q ₆₆	Q ₆₇	Q ₆₈	Q ₆₉	Q ₇₀	Q ₇₁	Q ₇₂	Q ₇₃	Q ₇₄	Q ₇₅	Q ₇₆	Q ₇₇	Q ₇₈	Q ₇₉	Q ₈₀	Q ₈₁	Q ₈₂	Q ₈₃	Q ₈₄	Q ₈₅	Q ₈₆	Q ₈₇	Q ₈₈	Q ₈₉	Q ₉₀	Q ₉₁	Q ₉₂	Q ₉₃	Q ₉₄	Q ₉₅	Q ₉₆	Q ₉₇	Q ₉₈	Q ₉₉	Q ₁₀₀	Q ₁₀₁	Q ₁₀₂	Q ₁₀₃	Q ₁₀₄	Q ₁₀₅	Q ₁₀₆	Q ₁₀₇	Q ₁₀₈	Q ₁₀₉	Q ₁₁₀	Q ₁₁₁	Q ₁₁₂	Q ₁₁₃	Q ₁₁₄	Q ₁₁₅	Q ₁₁₆	Q ₁₁₇	Q ₁₁₈	Q ₁₁₉	Q ₁₂₀	Q ₁₂₁	Q ₁₂₂	Q ₁₂₃	Q ₁₂₄	Q ₁₂₅	Q ₁₂₆	Q ₁₂₇	Q ₁₂₈	Q ₁₂₉	Q ₁₃₀	Q ₁₃₁	Q ₁₃₂	Q ₁₃₃	Q ₁₃₄	Q ₁₃₅	Q ₁₃₆	Q ₁₃₇	Q ₁₃₈	Q ₁₃₉	Q ₁₄₀	Q ₁₄₁	Q ₁₄₂	Q ₁₄₃	Q ₁₄₄	Q ₁₄₅	Q ₁₄₆	Q ₁₄₇	Q ₁₄₈	Q ₁₄₉	Q ₁₅₀	Q ₁₅₁	Q ₁₅₂	Q ₁₅₃	Q ₁₅₄	Q ₁₅₅	Q ₁₅₆	Q ₁₅₇	Q ₁₅₈	Q ₁₅₉	Q ₁₆₀	Q ₁₆₁	Q ₁₆₂	Q ₁₆₃	Q ₁₆₄	Q ₁₆₅	Q ₁₆₆	Q ₁₆₇	Q ₁₆₈	Q ₁₆₉	Q ₁₇₀	Q ₁₇₁	Q ₁₇₂	Q ₁₇₃	Q ₁₇₄	Q ₁₇₅	Q ₁₇₆	Q ₁₇₇	Q ₁₇₈	Q ₁₇₉	Q ₁₈₀	Q ₁₈₁	Q ₁₈₂	Q ₁₈₃	Q ₁₈₄	Q ₁₈₅	Q ₁₈₆	Q ₁₈₇	Q ₁₈₈	Q ₁₈₉	Q ₁₉₀	Q ₁₉₁	Q ₁₉₂	Q ₁₉₃	Q ₁₉₄	Q ₁₉₅	Q ₁₉₆	Q ₁₉₇	Q ₁₉₈	Q ₁₉₉	Q ₂₀₀	Q ₂₀₁	Q ₂₀₂	Q ₂₀₃	Q ₂₀₄	Q ₂₀₅	Q ₂₀₆	Q ₂₀₇	Q ₂₀₈	Q ₂₀₉	Q ₂₁₀	Q ₂₁₁	Q ₂₁₂	Q ₂₁₃	Q ₂₁₄	Q ₂₁₅	Q ₂₁₆	Q ₂₁₇	Q ₂₁₈	Q ₂₁₉	Q ₂₂₀	Q ₂₂₁	Q ₂₂₂	Q ₂₂₃	Q ₂₂₄	Q ₂₂₅	Q ₂₂₆	Q ₂₂₇	Q ₂₂₈	Q ₂₂₉	Q ₂₃₀	Q ₂₃₁	Q ₂₃₂	Q ₂₃₃	Q ₂₃₄	Q ₂₃₅	Q ₂₃₆	Q ₂₃₇	Q ₂₃₈	Q ₂₃₉	Q ₂₄₀	Q ₂₄₁	Q ₂₄₂	Q ₂₄₃	Q ₂₄₄	Q ₂₄₅	Q ₂₄₆	Q ₂₄₇	Q ₂₄₈	Q ₂₄₉	Q ₂₅₀	Q ₂₅₁	Q ₂₅₂	Q ₂₅₃	Q ₂₅₄	Q ₂₅₅	Q ₂₅₆	Q ₂₅₇	Q ₂₅₈	Q ₂₅₉	Q ₂₆₀	Q ₂₆₁	Q ₂₆₂	Q ₂₆₃	Q ₂₆₄	Q ₂₆₅	Q ₂₆₆	Q ₂₆₇	Q ₂₆₈	Q ₂₆₉	Q ₂₇₀	Q ₂₇₁	Q ₂₇₂	Q ₂₇₃	Q ₂₇₄	Q ₂₇₅	Q ₂₇₆	Q ₂₇₇	Q ₂₇₈	Q ₂₇₉	Q ₂₈₀	Q ₂₈₁	Q ₂₈₂	Q ₂₈₃	Q ₂₈₄	Q ₂₈₅	Q ₂₈₆	Q ₂₈₇	Q ₂₈₈	Q ₂₈₉	Q ₂₉₀	Q ₂₉₁	Q ₂₉₂	Q ₂₉₃	Q ₂₉₄	Q ₂₉₅	Q ₂₉₆	Q ₂₉₇	Q ₂₉₈	Q ₂₉₉	Q ₃₀₀	Q ₃₀₁	Q ₃₀₂	Q ₃₀₃	Q ₃₀₄	Q ₃₀₅	Q ₃₀₆	Q ₃₀₇	Q ₃₀₈	Q ₃₀₉	Q ₃₁₀	Q ₃₁₁	Q ₃₁₂	Q ₃₁₃	Q ₃₁₄	Q ₃₁₅	Q ₃₁₆	Q ₃₁₇	Q ₃₁₈	Q ₃₁₉	Q ₃₂₀	Q ₃₂₁	Q ₃₂₂	Q ₃₂₃	Q ₃₂₄	Q ₃₂₅	Q ₃₂₆	Q ₃₂₇	Q ₃₂₈	Q ₃₂₉	Q ₃₃₀	Q ₃₃₁	Q ₃₃₂	Q ₃₃₃	Q ₃₃₄	Q ₃₃₅	Q ₃₃₆	Q ₃₃₇	Q ₃₃₈	Q ₃₃₉	Q ₃₄₀	Q ₃₄₁	Q ₃₄₂	Q ₃₄₃	Q ₃₄₄	Q ₃₄₅	Q ₃₄₆	Q ₃₄₇	Q ₃₄₈	Q ₃₄₉	Q ₃₅₀	Q ₃₅₁	Q ₃₅₂	Q ₃₅₃	Q ₃₅₄	Q ₃₅₅	Q ₃₅₆	Q ₃₅₇	Q ₃₅₈	Q ₃₅₉	Q ₃₆₀	Q ₃₆₁	Q ₃₆₂	Q ₃₆₃	Q ₃₆₄	Q ₃₆₅	Q ₃₆₆	Q ₃₆₇	Q ₃₆₈	Q ₃₆₉	Q ₃₇₀	Q ₃₇₁	Q ₃₇₂	Q ₃₇₃	Q ₃₇₄	Q ₃₇₅	Q ₃₇₆	Q ₃₇₇	Q ₃₇₈	Q ₃₇₉	Q ₃₈₀	Q ₃₈₁	Q ₃₈₂	Q ₃₈₃	Q ₃₈₄	Q ₃₈₅	Q ₃₈₆	Q ₃₈₇	Q ₃₈₈	Q ₃₈₉	Q ₃₉₀	Q ₃₉₁	Q ₃₉₂	Q ₃₉₃	Q ₃₉₄	Q ₃₉₅	Q ₃₉₆	Q ₃₉₇	Q ₃₉₈	Q ₃₉₉	Q ₄₀₀	Q ₄₀₁	Q ₄₀₂	Q ₄₀₃	Q ₄₀₄	Q ₄₀₅	Q ₄₀₆	Q ₄₀₇	Q ₄₀₈	Q ₄₀₉	Q ₄₁₀	Q ₄₁₁	Q ₄₁₂	Q ₄₁₃	Q ₄₁₄	Q ₄₁₅	Q ₄₁₆	Q ₄₁₇	Q ₄₁₈	Q ₄₁₉	Q ₄₂₀	Q ₄₂₁	Q ₄₂₂	Q ₄₂₃	Q ₄₂₄	Q ₄₂₅	Q ₄₂₆	Q ₄₂₇	Q ₄₂₈	Q ₄₂₉	Q ₄₃₀	Q ₄₃₁	Q ₄₃₂	Q ₄₃₃	Q ₄₃₄	Q ₄₃₅	Q ₄₃₆	Q ₄₃₇	Q ₄₃₈	Q ₄₃₉	Q ₄₄₀	Q ₄₄₁	Q ₄₄₂	Q ₄₄₃	Q ₄₄₄	Q ₄₄₅	Q ₄₄₆	Q ₄₄₇	Q ₄₄₈	Q ₄₄₉	Q ₄₅₀	Q ₄₅₁	Q ₄₅₂	Q ₄₅₃	Q ₄₅₄	Q ₄₅₅	Q ₄₅₆	Q ₄₅₇	Q ₄₅₈	Q ₄₅₉	Q ₄₆₀	Q ₄₆₁	Q ₄₆₂	Q ₄₆₃	Q ₄₆₄	Q ₄₆₅	Q ₄₆₆	Q ₄₆₇	Q ₄₆₈	Q ₄₆₉	Q ₄₇₀	Q ₄₇₁	Q ₄₇₂	Q ₄₇₃	Q ₄₇₄	Q ₄₇₅	Q ₄₇₆	Q ₄₇₇	Q ₄₇₈	Q ₄₇₉	Q ₄₈₀	Q ₄₈₁	Q ₄₈₂	Q ₄₈₃	Q ₄₈₄	Q ₄₈₅	Q ₄₈₆	Q ₄₈₇	Q ₄₈₈	Q ₄₈₉	Q ₄₉₀	Q ₄₉₁	Q ₄₉₂	Q ₄₉₃	Q ₄₉₄	Q ₄₉₅	Q ₄₉₆	Q ₄₉₇	Q ₄₉₈	Q ₄₉₉	Q ₅₀₀	Q ₅₀₁	Q ₅₀₂	Q ₅₀₃	Q ₅₀₄	Q ₅₀₅	Q ₅₀₆	Q ₅₀₇	Q ₅₀₈	Q ₅₀₉	Q ₅₁₀	Q ₅₁₁	Q ₅₁₂	Q ₅₁₃	Q ₅₁₄	Q ₅₁₅	Q ₅₁₆	Q ₅₁₇	Q ₅₁₈	Q ₅₁₉	Q ₅₂₀	Q ₅₂₁	Q ₅₂₂	Q ₅₂₃	Q ₅₂₄	Q ₅₂₅	Q ₅₂₆	Q ₅₂₇	Q ₅₂₈	Q ₅₂₉	Q ₅₃₀	Q ₅₃₁	Q ₅₃₂	Q ₅₃₃	Q ₅₃₄	Q ₅₃₅	Q ₅₃₆	Q ₅₃₇	Q ₅₃₈	Q ₅₃₉	Q ₅₄₀	Q ₅₄₁	Q ₅₄₂	Q ₅₄₃	Q ₅₄₄	Q ₅₄₅	Q ₅₄₆	Q ₅₄₇	Q ₅₄₈	Q ₅₄₉	Q ₅₅₀	Q ₅₅₁	Q ₅₅₂	Q ₅₅₃	Q ₅₅₄	Q ₅₅₅	Q ₅₅₆	Q ₅₅₇	Q ₅₅₈	Q ₅₅₉	Q ₅₆₀	Q ₅₆₁	Q ₅₆₂	Q ₅₆₃	Q ₅₆₄	Q ₅₆₅	Q ₅₆₆	Q ₅₆₇	Q ₅₆₈	Q ₅₆₉	Q ₅₇₀	Q ₅₇₁	Q ₅₇₂	Q ₅₇₃	Q ₅₇₄	Q ₅₇₅	Q ₅₇₆	Q ₅₇₇	Q ₅₇₈	Q ₅₇₉	Q ₅₈₀	Q ₅₈₁	Q ₅₈₂	Q ₅₈₃	Q ₅₈₄	Q ₅₈₅	Q ₅₈₆	Q ₅₈₇	Q ₅₈₈	Q ₅₈₉	Q ₅₉₀	Q ₅₉₁	Q ₅₉₂	Q ₅₉₃	Q ₅₉₄	Q ₅₉₅	Q ₅₉₆	Q ₅₉₇	Q ₅₉₈	Q ₅₉₉	Q ₆₀₀	Q ₆₀₁	Q ₆₀₂	Q ₆₀₃	Q ₆₀₄	Q ₆₀₅	Q ₆₀₆	Q ₆₀₇	Q ₆₀₈	Q ₆₀₉	Q ₆₁₀	Q ₆₁₁	Q ₆₁₂	Q ₆₁₃	Q ₆₁₄	Q ₆₁₅	Q ₆₁₆	Q ₆₁₇	Q ₆₁₈	Q ₆₁₉	Q ₆₂₀	Q ₆₂₁	Q ₆₂₂	Q ₆₂₃	Q ₆₂₄	Q ₆₂₅	Q ₆₂₆	Q ₆₂₇	Q ₆₂₈	Q ₆₂₉	Q ₆₃₀	Q ₆₃₁	Q ₆₃₂	Q ₆₃₃	Q ₆₃₄	Q ₆₃₅	Q ₆₃₆	Q ₆₃₇	Q ₆₃₈	Q ₆₃₉	Q ₆₄₀	Q ₆₄₁	Q ₆₄₂	Q ₆₄₃	Q ₆₄₄	Q ₆₄₅	Q ₆₄₆	Q ₆₄₇	Q ₆₄₈	Q ₆₄₉	Q ₆₅₀	Q ₆₅₁	Q ₆₅₂	Q ₆₅₃	Q ₆₅₄	Q ₆₅₅	Q ₆₅₆	Q ₆₅₇	Q ₆₅₈	Q ₆₅₉	Q ₆₆₀	Q ₆₆₁	Q ₆₆₂	Q ₆₆₃	Q ₆₆₄	Q ₆₆₅	Q ₆₆₆	Q ₆₆₇	Q ₆₆₈	Q ₆₆₉	Q ₆₇₀	Q ₆₇₁	Q ₆₇₂	Q ₆₇₃	Q ₆₇₄	Q ₆₇₅	Q ₆₇₆	Q ₆₇₇	Q ₆₇₈	Q ₆₇₉	Q ₆₈₀	Q ₆₈₁	Q ₆₈₂	Q ₆₈₃	Q ₆₈₄	Q ₆₈₅	Q ₆₈₆	Q ₆₈₇	Q ₆₈₈	Q ₆₈₉	Q ₆₉₀	Q ₆₉₁	Q ₆₉₂	Q ₆₉₃	Q ₆₉₄	Q ₆₉₅	Q ₆₉₆	Q ₆₉₇	Q ₆₉₈	Q ₆₉₉	Q ₇₀₀	Q ₇₀₁	Q ₇₀₂	Q ₇₀₃	Q ₇₀₄	Q ₇₀₅	Q ₇₀₆	Q ₇₀₇	Q ₇₀₈	Q ₇₀₉	Q ₇₁₀	Q ₇₁₁	Q ₇₁₂	Q ₇₁₃	Q ₇₁₄	Q ₇₁₅	Q ₇₁₆	Q ₇₁₇	Q ₇₁₈	Q ₇₁₉	Q ₇₂₀	Q ₇₂₁	Q ₇₂₂	Q ₇₂₃	Q ₇₂₄	Q ₇₂₅	Q ₇₂₆	Q ₇₂₇	Q ₇₂₈	Q ₇₂₉	Q ₇₃₀	Q ₇₃₁	Q ₇₃₂	Q ₇₃₃	Q ₇₃₄	Q ₇₃₅	Q ₇₃₆	Q ₇₃₇	Q ₇₃₈	Q ₇₃₉	Q ₇₄₀	Q ₇₄₁	Q ₇₄₂	Q ₇₄₃	Q ₇₄₄	Q ₇₄₅	Q ₇₄₆	Q ₇₄₇	Q ₇₄₈	Q ₇₄₉	Q ₇₅₀	Q ₇₅₁	Q ₇₅₂	Q ₇₅₃	Q ₇₅₄	Q ₇₅₅	Q ₇₅₆	Q ₇₅₇	Q ₇₅₈	Q ₇₅₉	Q ₇₆₀	Q ₇₆₁	Q ₇₆₂	Q ₇₆₃	Q ₇₆₄	Q ₇₆₅	Q ₇₆₆	Q ₇₆₇	Q ₇₆₈	Q ₇₆₉	Q ₇₇₀	Q ₇₇₁	Q ₇₇₂	Q ₇₇₃	Q ₇₇₄	Q ₇₇₅	Q ₇₇₆	Q ₇₇₇	Q ₇₇₈	Q ₇₇₉	Q ₇₈₀	Q ₇₈₁	Q ₇₈₂	Q ₇₈₃

