

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**

**Prof. Patrocinante: Álvaro Suazo Schwencke**



**PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE AGUAS  
LLUVIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO, DEL  
CAMPUS CONCEPCIÓN**

**Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el  
Título de Ingeniero Civil**

**WINSTON ANDRES BUCHHOLZ MUÑOZ  
MARIA CONSTANZA MORALES CANO**

**Concepción, Enero de 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado durante todos estos años de estudios, por nunca dejarnos solos en aquellos momentos difíciles y por siempre dejarnos en claro de que nada es imposible para él.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, por entregarnos las herramientas para poder desempeñarnos en la vida, por su confianza y amor y por ser un pilar fundamental para culminar de buena manera nuestra carrera.

A nuestras hermanas por su amor, apoyo y alegría constante, por su preocupación y por estar siempre en los buenos y malos momentos.

A nuestra familia en general por cada muestra de cariño y preocupación, por ser un apoyo incondicional frente a la adversidad de la vida.

A nuestros amigos que hicieron de la vida en la universidad un recuerdo memorable, gracias por todas las vivencias durante estos seis años, por tantas noches de estudios sin dormir pero que sin embargo no fueron en vano porque finalmente podemos decir que cada traspaso valió la pena.

A nuestro profesor guía, Dr. Álvaro Suazo Schwencke, por todo el tiempo brindado y su ayuda concedida para terminar este proyecto.

.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1.	OBJETIVOS.....	4
1.1.1.	General.....	4
1.1.2.	Específicos.....	4
1.2	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	5
<b>2</b>	<b>ESTUDIOS BÁSICOS .....</b>	<b>6</b>
2.1	ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES .....	6
2.2	SUELOS. ....	7
2.3	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES HIDROLÓGICOS.....	7
<b>3</b>	<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECCIONES FUTURAS.....</b>	<b>9</b>
3.1	CATASTRO DE COLECTORES.....	9
3.1.1	Catastro de cámaras.....	9
3.1.2	Catastro de Canales .....	9
3.1.3	Catastro de Sumideros.....	10
3.1.4	Catastro de Pozos de Infiltración.....	10
3.1.5	Capacidad Hidráulica de los colectores.....	10
3.1.6	Catastro de cauces receptores .....	11
3.1.7	Vías evacuadoras de aguas lluvias.....	12
3.2	PROYECCIONES FUTURAS .....	13
<b>4</b>	<b>PATRÓN DE DRENAJE.....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....</b>	<b>15</b>
5.1	RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO CANALES.....	15
5.2	RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO SUMIDEROS.....	18
5.3	RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO POZOS DE INFILTRACIÓN .....	19
<b>6</b>	<b>SOLUCIONES INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y FUTURAS.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>PRIORIZACION DE SOLUCIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>23</b>
8.1	RECOMENDACIONES .....	24
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
	<b>PLAN MAESTRO PROPUESTO.....</b>	<b>27</b>
	<b>ANTECEDENTES DE RESPALDO.....</b>	<b>81</b>

## **PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO, DEL CAMPUS CONCEPCIÓN.**

Estudiante: Sr. Winston Andrés Buchholz Muñoz  
Srta. María Constanza Morales Cano  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío  
[wbuchhol@alumnos.ubiobio.cl](mailto:wbuchhol@alumnos.ubiobio.cl)  
[mcmorale@alumnos.ubiobio.cl](mailto:mcmorale@alumnos.ubiobio.cl)

Profesor Patrocinante: Dr. Álvaro Suazo Schwencke  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío  
[asuazo@ubiobio.cl](mailto:asuazo@ubiobio.cl)

### **RESUMEN**

Ante la necesidad de conocer el funcionamiento actual que posee el sistema de evacuación de aguas lluvias de la Universidad del Bío-Bío, en Concepción, se debe atacar las deficiencias que se puedan presentar. Esto debe realizarse con el motivo de prevenir futuras inundaciones y/o anegamientos como los que ya se han presentado. Para realizar un plan maestro de aguas lluvias se recopila, analiza y sistematizan los antecedentes requeridos para el desarrollo del estudio, luego se hace un estudio de Hidrología, se clasifican los tipos de suelos presentes y analizan su uso actual y futuro. Además, se identifica y caracterizan las dimensiones, cotas, capacidad hidráulica y estado operativo de la infraestructura existente. Con estos antecedentes se realiza un diagnóstico de la situación actual de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área de estudio. La modelación y post-verificación logró determinar la capacidad máxima que presentan los canales de escurrimiento que posee la Universidad, lo que entregó ciertas deficiencias en cuanto a la topografía, diseño geométrico y constructivo. Mientras que en las obras de infiltración se determinó un pésimo funcionamiento hidráulico, debido al nulo diseño que se presenta en cuanto a la ingeniería. Es por esto que, deben ser re-diseñados, modelados y verificados para que desarrollen un óptimo comportamiento hidráulico ante distintas tormentas y es así que se proponen alternativas de solución con su dimensionamiento adecuado para el horizonte del estudio. Para finalmente realizar una evaluación económica seleccionando la alternativa más adecuada con su correspondiente análisis, priorización y definición de red de aguas lluvias.

Palabras claves: Diagnóstico, solución, priorización.

Número de Palabras: 5461

## **MASTER PLAN PROPOSAL OF RAINWATER OF THE UNIVERSITY OF BIO BIO, CONCEPCION CAMPUS.**

Student: Sr. Winston Andrés Buchholz Muñoz

Srta. María Constanza Morales Cano

Civil and Environmental Engineering Department, Universidad del Bío-Bío

[wbuchhol@alumnos.ubiobio.cl](mailto:wbuchhol@alumnos.ubiobio.cl)

[mcmorale@alumnos.ubiobio.cl](mailto:mcmorale@alumnos.ubiobio.cl)

Sponsor Professor: Dr. Álvaro Suazo Schwencke

Civil and Environmental Engineering Department, Universidad del Bío-Bío

[asuazo@ubiobio.cl](mailto:asuazo@ubiobio.cl)

### **ABSTRACT**

The following research is the continuation of an investigation that was conducted in 2011 by the student Marcelo Gonzalez, which generated the necessity to generate the current operation of the water evacuation system of the University of Bio-Bio in Concepcion Chile, in order to solve any problems that could be presented. The main objective is to prevent future floods and flood as the ones that have been present.

Consequently, it is required to perform a master plan that collects, analyze the rainwater and systemize the antecedents required to develop this investigation. An hydrology study is made, the types of soils presented were classified and their current and future uses were also tested. In addition, an identification and characterization about the dimensions, elevation, hydraulic capacity and operational status of the existing infrastructure was collected. With these antecedents, the current situation of the systems of evacuation and drainage of the rainwater of the study area was diagnosed, the modeling and post-verification was able to determine the maximum capacity of the drainage channels of the University, which in terms of topography, geometric design and construction gave certain deficiencies. While the infiltration task was made, it was determined a terrible hydraulic operation, due to the design that was presented by the engineers. Therefore, the master plan must be re-designed, modeled and verified in order to develop an optimal hydraulic behavior, to prevent from storms. It is concluded and proposed a couple of alternatives with their appropriate dimensioning for the study horizon.

Finally, investments and economic evaluations were determined, selecting the most appropriate alternative to develop and verify the viability of the selected solution alternatives, at pre-feasibility level, with its corresponding analysis, prioritization and definition of rainwater network.

Keywords: Diagnosed, solution, prioritization.

## **1 INTRODUCCIÓN**

La Universidad del Bío-Bío campus Concepción con su constante desarrollo en infraestructura y debido a su actual crecimiento, el tema de las inundaciones puede generar un conflicto en la casa de estudios puesto que la gran mayoría de estas obras generan superficies impermeables. Es así como han disminuido las superficies con vegetación y se ha incrementado los suelos pavimentados y techumbres. Esto implica un aumento de caudal que debe ser evacuado por las redes de aguas lluvias existentes.

Los cambios en el comportamiento de las aguas lluvias que producen las nuevas edificaciones ocasionan la mayoría de las veces conflictos hacia aguas abajo, al igual que la falta de mantención en las redes de drenaje. Estos conflictos generalmente no están considerados en el diseño y crean inutilidad del sistema de evacuación.

Un antecedente fundamental que analizar corresponde a un estudio que se realizó en el año 2011 por Marcelo González en donde se catastró el sistema de drenaje propio de la Universidad. A partir de aquella revisión, se proyectaron mejoras a este plan de evacuación, las cuales se deberán verificar si realmente se ejecutaron en su totalidad.

Para dar solución a lo anteriormente expuesto, el Ministerio de Obras Públicas desarrolló Planes Maestros de Aguas Lluvias para comunas y ciudades, en los cuales se definen lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. En el caso de la Universidad, esta cuenta con canales, sumideros, cámaras de inspección, pozos de infiltración y zonas de acumulación, por lo tanto se replica un plan maestro compatibilizado con lo que exige el ministerio, pero en ningún caso siendo esto una obligación sino mas bien una organización interna del mismo campus.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Proponer un plan maestro de aguas lluvias para la Universidad del Bío-Bío, campus Concepción.

### **1.1.2. Específicos**

- Realizar un diagnóstico de los sistemas de evacuación de aguas lluvias actuales en la Universidad del Bío-Bío, campus Concepción.
- Dimensionar soluciones y/o recomendaciones que permitan mejorar la situación actual y situaciones futuras.
- Priorizar la implementación de las soluciones de acuerdo a criterio y urgencia.

## **1.2 Justificación del Tema**

González (2011), señaló que los principales canales de drenaje y pozos infiltradores existentes en el campus deben ser rediseñados y verificados para que desarrollen un óptimo comportamiento hidráulico ante distintas tormentas.

Desde el 2011 a la fecha se han construidos nuevas edificaciones y existen otras proyectadas, por lo que es necesario tener un registro detallado de las principales redes de aguas lluvias en caso de arreglos o futuros proyectos. Es por esto que se pretende realizar un plan maestro como instrumento de planificación del drenaje urbano para el campus Concepción y zona de expansión.



## 2 ESTUDIOS BÁSICOS

Se han realizado estudios de las precipitaciones y estudios de suelos con el objetivo de establecer su influencia en las obras de descarga de las aguas lluvias en la Universidad del Bío-Bío, Campus Concepción.

### 2.1 Estudio de las Precipitaciones

Se entrega una recopilación de los antecedentes disponibles tanto de pluviometría como de informes de estudios ya realizados que cuentan con información valiosa para el presente estudio. Además, se realizan análisis de frecuencias de las series de precipitaciones máximas en 24 horas, de la estación pluviométrica existente en la zona, la que permite determinar las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, y 100 años y las lluvias de diseño que correspondan.

La Tabla N°1 contiene los valores de la Precipitación Máxima Anual en 24 horas ( $P_{max24}$ ) para diferentes Períodos de Retorno (T).

TABLA N°1. Resultados de los análisis de frecuencia.  
Precipitación máxima en 24 horas

Período de Retorno	Estación
	Rio Andalién (08220001-0)
2	97.1
5	124.6
10	149.4
25	180.7
50	203.9
100	226.9

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.2 Suelos

En este ítem se define y caracteriza el uso actual y futuro del suelo de la Universidad campus Concepción, con el objetivo de determinar posteriormente sus características y potencialidades de generación de escorrentía.

De acuerdo a los antecedentes de mecánica de suelos existentes (JA Ingeniería, 2006), la Universidad presenta 4 tipos de suelos, los cuales se mencionan en la tabla N°2.

TABLA N°2. Antecedentes Tipos de Suelos Existentes en el Campus.

<b>Tipos de Suelos Existentes</b>
Limo-arcilloso
Limo-arenoso
Arena-limosa
Limo-grava

Fuente: Elaboración Propia.

## 2.3 Identificación y Caracterización de los sectores hidrológicos

A continuación, se describen y caracterizan los sectores hidrológicos que se han identificado en el área de estudio, los cuales tienen características hidrológicas y urbanísticas homogéneas, de tal manera que pueden ser modelados en forma relativamente independientes entre sí y como unidades relativamente homogéneas bien delimitadas. Se ordenan de acuerdo al cauce o terreno natural en que descargan las aguas lluvias, es decir el estero Nonguén. Se distinguen los siguientes sectores hidrológicos que descargan hacia el Estero Nonguén. La figura 1 muestra el plano de los sectores hidrológicos:

- Sector A: Sector Casino- Estero
- Sector B: Sector Multicanchas
- Sector C: Sector Avenida Los Plátanos

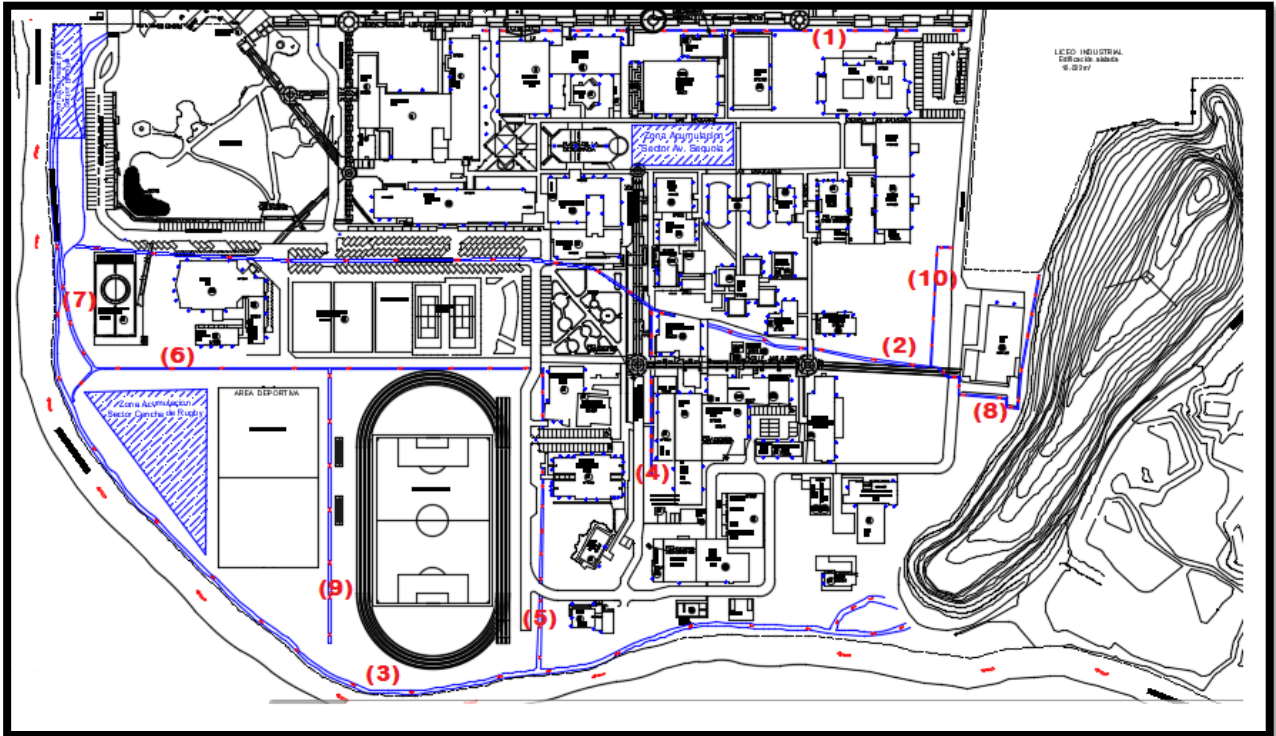


FIGURA N° 1: Sectores Hidrológicos  
Fuente: Elaboración Propia.

- (1) Canal Av. Los Plátanos tramo 1 y 2
- (2) Canal Casino-Estero
- (3) Canal Estero Atrás
- (4) Canal Los Fresnos
- (5) Canal Pasto
- (6) Canal Multicancha
- (7) Canal Gimnasio
- (8) Canal Casino
- (9) Canal Cancha Rugby
- (10) Canal Frente Casino

### 3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y PROYECCIONES FUTURAS

#### 3.1 Catastro de colectores

A partir de la proposición inicial de cámaras y descargas a catastrar consistentes en cámaras de inspección y descargas de la red de aguas lluvias se llegó a un total de 7 cámaras de inspección y 12 descargas de colectores superficiales y subterráneos.

##### 3.1.1 Catastro de cámaras

Se utilizaron equipos topográficos en terreno, con los cuales se efectuaron las mediciones para determinar las cotas de las cámaras de inspección, así como también determinar diámetro, pendientes, alturas a la entrada y salida de ellas (Ver tabla N°3).

TABLA N°3. Características de las Cámaras de Inspección

Cámara	Altura Total	Decantador	ENTRADAS									SALIDA		
			Altura	Tubería	Canal	Pend.	Altura	Tubería	Canal	Pend.	Altura	Tubería	Pend.	Altura
				Material		Long.		Material		Long.		Material		
				Hormigón				Hormigón				Hormigón		
ID.	m	m	Diám. mm	Secc. Trans.	m/m	m	Diám. mm	Secc. Trans.	m/m	m	Diámetro mm	m/m	m	
1	1,94	0,5	300	-	0,0035	1,42	-	42x60x45	0,007	0,45	390	0,0038	1,57	
2	2,27	0,5	450	-	0,0042	1,75	-	-	-	-	450	0,0031	1,77	
3	2,4	0,5	400	-	0,0031	1,85	-	-	-	-	450	0,0042	1,9	
4	2,91	0,5	400	-	0,004	2,2	200	-	0,0031	1,49	400	0,0035	2,22	
5	2,26	0,5	350	-	0,0033	1,74	-	-	-	-	400	0,0034	1,76	
6	2,00	0	700	-	0,006	2,00	-	-	-	-	700	0,006	2,02	
7	1,85	0	700	-	0,006	1,85	-	-	-	-	700	0,006	1,87	

Fuente: González (2011).

##### 3.1.2 Catastro de Canales

Los canales forman parte del patrón de drenaje a estudiar. Estos constituyen un sistema de recolección, evacuación y drenaje de las aguas lluvias existente en el área del estudio. Evacuan las aguas para descargarlas hacia algún colector existente, o simplemente actúan como colectores principales, conduciendo y descargando al Estero Nonguén.

En este ítem, se identificaron y catastraron los canales pertenecientes a la red de evacuación de las aguas lluvias de la universidad, los que se indican en la tabla N°10 del anexo A.

### **3.1.3 Catastro de Sumideros**

Dentro del sistema de recolección, evacuación y drenaje de las aguas lluvias existente en el área del estudio, y que constituyen el patrón de drenaje del área de estudio, están los sumideros, los cuales son responsables de captar las aguas lluvias provenientes del escurrimiento superficial en calles, calzadas, estacionamientos u otras obras de pavimentación para posterior descargarlas hacia algún colector existente. Es por ello que se revisó la existencia de estos dispositivos al interior de la Universidad.

Se identificaron y catastraron los sumideros pertenecientes a la red de evacuación de las aguas lluvias del área en estudio, los que se indican en la Tabla N°11 del Anexo A.

### **3.1.4 Catastro de Pozos de Infiltración.**

Los sistemas y elementos de infiltración captan el flujo superficial y permiten o facilitan su infiltración en el suelo (MINVU, 1996). Otro patrón de drenaje conocido y existente en mayoría de los edificios de la Universidad son los pozos de infiltración, los cuales infiltran las aguas lluvias a través de una cámara cubierta de un material poroso. Se verifica su estado en la tabla N° 12 del Anexo A.

### **3.1.5 Capacidad Hidráulica de los colectores**

En este punto se determina la capacidad hidráulica de los colectores (tabla N°5), que conforman las redes de aguas lluvias catastradas, existentes en la Universidad del Bío-

Bío. Se entenderá por colectores aquellos de diámetro superior a 300 mm que materializan la descarga de aguas lluvias hacia los cuerpos receptores, conformados, entre otros, por otros colectores y canales.

Tabla N°4. Capacidad Hidráulica de Colectores

Nombre	Ubicación	Rango Diámetros		Rango de Capacidad Hidráulica	Long.
		(mm)		(l/s)	(m)
Col. 1	Av. Los Plátanos	300	390	5.11 - 10.72	-
Col. 2	Estudios Generales- Av. Collao	450	450	14.19-16.51	-
Col. 3	Av. Los Plátanos	400	450	10.36 - 16.51	-
Col. 4	Acceso Vehicular por Av. Collao de Oeste a Este, Frente a Plazoleta Caupolicán	400	400	11.01-11.77	-
Col. 5	Edificio Gantes	350	400	7.49 - 10.85	-
Col. 6	Sector Gimnasio, frente a estacionamientos	700	700	64.12	-
Canal 1	Av. Los Plátanos 1	-	-	39	87.4
Canal 2	Av. Los Plátanos 2	600	600	30.06 - 39	87.4
Canal 3	Canal Casino Estero	700	700	64 - 64.12	523
Canal 4	Canal Estero Atrás	-	-	15	179
Canal 5	Canal Los Fresnos	-	-	37	47.5
Canal 6	Canal Pasto	-	-	39	130
Canal 7	Canal Multicancha	-	-	70	150
Canal 8	Canal Estero Gimnasio	-	-	39	107
Canal 9	Canal Cancha Rugby	-	-	18	115
Canal 10	Canal Casino	-	-	32	110
Canal 11	Canal Frente Casino	-	-	14	65

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.6 Catastro de cauces receptores

El cauce natural, al que se conducen las aguas es el estero Nonguén el que permite el drenaje y el saneamiento de las aguas lluvias del Área de Estudio. Este se levantó topográficamente en el Plan Maestro de Concepción, (MOP 2001), obteniendo perfiles longitudinales, con detalles de los cambios de sección transversal y la presencia de singularidades, como atravesos de calles, entubamientos etc. Cabe señalar que para el estero Nonguén, la capacidad hidráulica presentada en este informe no representa la situación actual, debido a que los antecedentes que el posee fueron para el Plan Maestro

del año 2001 el cual considera pasto y maleza en su ribera y no el revestimiento de hormigón que presenta hoy en día.

Tabla N°5. Antecedentes Estero Nonguén

Nombre	Superficie Cuenca Aportante Km <sup>2</sup>	Longitud en el área de Estudio Km	Caudal de Crecida, según T (años) en Situación Actual(m <sup>3</sup> /s)					Capacidad de Conducción en Situación Actual		Afluente a o descarga en
			2	5	10	50	100	Sector	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	
Estero Nonguén	43	4	17	29	38	57	66	200 m aguas arriba Pte. Camino a Nonguén. Frente a población Los Fresnos. Entre calle Collao y Autopista Gral. Bonilla	131 69 19	Río Andalién

Fuente: Plan Maestro Concepción, (MOP 2001).

### 3.1.7 Vías evacuadoras de aguas lluvias

El objetivo de este punto es identificar las principales vías de escurrimiento en el área de estudio, y así evaluar su potencial de conducción de flujo superficial de aguas lluvias, como solución única o complementaria a una red de aguas lluvias.

De acuerdo a lo analizado en terreno se identificaron 4 avenidas que constituyen actualmente vías preferenciales de aguas lluvias. Según perfiles transversales típicos y las características de estas vías, se evaluaron sus capacidades hidráulicas para conducir los flujos de aguas lluvias.

### 3.2 Proyecciones Futuras

El campus Concepción pretende en el futuro levantar una serie de infraestructuras en su interior, por lo que es necesario evaluar previamente el sistema de evacuación de aguas lluvias, con el fin de poder dar una solución anticipada a estas proyecciones. La tabla N°6 muestra cada una de las proyecciones futuras con su respectiva ubicación dentro del campus.

Tabla N°6. Proyecciones Futuras

Edificios Futuros	Ubicación
Edificio Innovación	Se proyecta frente a estacionamientos de la calle Quillayes, entre Gimnasio y canchas de tenis, donde actualmente se encuentran las canchas de baby futbol.
Edificio de Ingeniería Civil y Ambiental	Se proyecta a un costado Este de la Escuela de Diseño Industrial, frente a calle Los Arrayanes.
Edificio Planetario	Se proyecta entre el Gimnasio y Estero Nonguén.
Edificios y laboratorios Ingeniería Civil Química	Se proyecta en el sector Sur del Campus, a un costado del canal Los Fresnos, frente a Servicios Estudiantiles.
Estacionamiento	Se proyecta entre la escuela de Diseño Industrial y el nuevo edificio de Ingeniería Civil y Ambiental.

Fuente: Elaboración Propia.



## **4 PATRÓN DE DRENAJE**

En este punto, se define el patrón de drenaje del área en estudio, el cual consiste en identificar y caracterizar al conjunto de elementos naturales y artificiales, que constituyen vías de escurrimiento, lugares de acumulación de agua y/o mecanismos de descargas o disposición final de las aguas lluvias.

El objetivo de reunir esta información consiste en aportar los antecedentes básicos de las redes de drenaje, tanto naturales como artificiales existentes en la Universidad, de manera que sean utilizados tanto para la modelación y diagnóstico cuantitativo de los sistemas, así como también en la proposición de alternativas de solución a los problemas detectados para ello. De acuerdo a la información generada en este estudio, se definieron dos grandes grupos en relación a los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias existentes.

### **4.1 Sistemas contruidos**

Los sistemas contruidos están conformados por los siguientes elementos; canales, sumideros y pozos de infiltración; mientras que los sistemas no contruidos incluyen las vías naturales de drenaje y sistemas naturales de regulación o acopio de aguas lluvias. La caracterización de los sistemas contruidos de acuerdo con los antecedentes presentados en el catastro de la infraestructura de la red de aguas lluvias existente y a la información de los proyectos de aguas lluvias se detallan en el ítem 4.1 del anexo A.

### **4.2 Sistemas no contruidos**

Dentro de los sistemas no contruidos que forman parte del Patrón de Drenaje se encuentran las zonas de acumulación de aguas lluvias (tabla N° 7). La Universidad cuenta con tres zonas de acumulación de aguas lluvias. Éstas tienen como finalidad la retención de los escurrimientos gravitacionales, de manera tal, de no descargar estas aguas a ningún sistema colector.

Tabla N°7. Resumen de Zonas de Acumulación

Zona Acumulación	Vol. Acumulación (m <sup>3</sup> )
Sector Bombas	850
Sector Cancha Rugby	1000
Sector Av. Sequoia	220

Fuente: Elaboración Propia.

## 5 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El diagnóstico de la infraestructura existente se efectuó primeramente en forma cualitativa y preliminar, y posteriormente en forma cuantitativa y definitiva desde el punto de vista de los alcances de este Plan Maestro. El diagnóstico cualitativo preliminar se desarrolló sobre la base de reconocimientos de terreno en días de lluvia y antecedentes dados por González (2011).

Para la simulación de los canales se utilizó el software computacional Hec-Ras en donde aplicando el método racional para los distintos periodos de retorno se logró modelar y hacer los análisis correspondientes para este plan maestro. Para sumideros y pozos de infiltración se utilizó metodologías dadas por el manual técnicas avanzadas de Aguas Lluvias.

### 5.1 Resultados del Diagnóstico Canales

**Canal Av. Los Plátanos 1.** El primer tramo del canal satisface a cabalidad el caudal afluente demandado por las superficies aportantes para períodos de retorno de 2, 5, 10 y 50 años. Mientras que, para un período de retorno asociado a 100 años, la capacidad de éste se ve sobrepasada en un importante sector generando un desbordamiento a los 76 m a lo largo de su extensión. La tubería de cemento existente en el segundo tramo se ve influenciada por lo que ocurre aguas abajo del primer tramo, en donde el gasto demandado

supera la capacidad del canal, provocando un pésimo comportamiento hidráulico en toda su longitud al no poseer un diseño de tubería óptimo.

**Canal Av. Los Plátanos 2.** Este segundo tramo del canal Av. Los Plátanos, al modelarlo para un período de retorno de 2 años, no se observan desbordes a lo largo de su extensión. A diferencia de los periodos de retorno 5, 10 y 100 años en los cuales presenta desbordes en diferentes sectores llegando a un desborde máximo de 17 cm en la sección más defectuosa, teniendo así una longitud de 62 metros desbordado. Cabe señalar que a los 50 metros aproximadamente, desde aguas arriba, existe un ducto que también se ve completamente colapsado para todos los períodos de retorno estudiados. Se observa que esta tubería se presenta a boca llena, superando el diseño  $h/D$ , que para casos debidamente justificados pudiese ser 0,8; pero en este caso, se escapa totalmente de dicho valor, llegando a estar a boca llena.

**Canal Casino Estero.** Este canal para un período de retorno de 2 años presenta anomalías a los casi 20 metros aguas abajo de su comienzo, en donde su desborde máximo alcanza los 7 cm extendiéndose con una longitud de 18 metros. Para una lluvia de diseño de 100 años, aquel sector mencionado anteriormente, presenta una inundación que se extiende por 30 metros llegando a una altura máxima de 17 cm. Por último, se debe señalar que el caso de la cañería de cemento comprimido que se encuentra desde el empalme hasta la descarga de las aguas lluvias en el estero Nonguén, alcanza una altura de aguas cercana a los 35 cm, para  $T=100$  años, lo cual genera un valor de  $h/D=0,5$ ; cifra que está por debajo a la admisible. Por lo tanto, esta tubería presenta un buen comportamiento hidráulico ante el caudal de diseño afluente.

**Canal Estero Atrás.** Para todos los períodos de retorno de diseño (2 a 100 años), presenta problemas en un sector ubicado a casi 7 metros del comienzo de su extensión, originando un desborde de las aguas de 18 cm para  $T=100$  años. La extensión total de este tramo inundado supera los 14 metros. A los 15 metros de su inicio aguas arriba se presenta un desborde máximo de las aguas cercano a los 15 cm abarcando un tramo inundado de 12 metros. Todo el resto del canal no presenta desbordes de las aguas lluvias para los distintos caudales de diseño.

**Canal Los Fresnos.** No presenta defectos ni desbordamiento en ninguna de sus secciones para los períodos de retorno de diseño 2, 5, 10, 50 y 100 años. El ducto intermedio que posee dicho canal presenta un comportamiento hidráulico no deseado. Para un período de retorno igual a 10 años, presenta una altura de aguas igual a 27 cm lo que se traduce en  $h/D = 0,89$ . Este valor está por sobre el diseño, por lo que presentará un mal funcionamiento hidráulico. No obstante, aguas abajo de la tubería se observa una situación distinta en donde el espejo de aguas alcanza una altura 18 cm, lo que genera un  $h/D = 0,6$  valor que cumple con el requerimiento de diseño.

**Canal Pasto.** Para una lluvia de 100 años de frecuencia este canal presenta un desborde al final de su extensión. Esto sucede ya que en aquel sector este canal sufre una reducción en sus paredes, por lo cual el flujo tiende a aflorar, por lo que finalmente se ve colapsado. El tramo desbordado alcanza una longitud de 15 metros y una altura máxima de 14 cm.

**Canal Multicancha.** Este canal para todos los períodos de retorno de diseño (2 a 100 años) presenta deficiencias en su inicio debido a que sus paredes son un tanto bajas. Se observa un pequeño desborde que supera 1 cm de altura (para  $T = 2$  años), mientras que para  $T = 100$  años esta anomalía llega a los 14 cm. Este sector inundado alcanza los 24 metros. En su extensión restante esto no ocurre, ya que sus secciones son más profundas. Los tubos de cemento comprimido, que se encuentran en un extremo del canal, no se ven afectados, ya que  $h/D$  es igual a 0,18; valor menor al permitido (0,7).

**Canal Gimnasio.** Este canal presenta un óptimo funcionamiento hidráulico ante todos los períodos de retorno de diseño (2 a 100 años). Cabe destacar que la altura aguas abajo que se presenta en la última sección es la más alta en comparación a las que le anteceden, pero, no obstante, su espejo de aguas no supera sus secciones transversales. A los 16 metros aguas arriba del término, muestra un desborde de sus aguas para un período de retorno de 100 años. Esto se produce ya que en aquel sector la sección transversal del canal es muy baja lo que provoca un afloramiento de las aguas. Este desborde supera los 14 metros de extensión con una altura cercana a los 7 cm.

**Canal Casino** Este canal para los períodos de retorno (2 a 100 años) satisface en su totalidad la demanda aportante por las superficies, por lo que este no presenta deficiencias

a lo largo de su extensión. Cabe señalar que el canal Casino presenta una sección uniforme y revestida con cemento comprimido en su totalidad.

**Canal Cancha Rugby.** Este canal para los períodos de retorno de (2 a 100 años) presenta deficiencias en gran parte de su extensión debido a la nula uniformidad en su geometría. Las paredes de este canal son bajas en algunos casos, además de poseer un largo tramo con pendiente en contra lo que provoca estancamiento del escurrimiento y su posterior desborde. También se puede observar un desborde máximo de 30 cm con un periodo de retorno 2 años el cual puede llegar hasta 50 cm con  $T= 100$  años. A 40 metros desde el inicio de canal se alcanza un sector inundado de 60 metros de longitud. En su extensión restante esto no ocurre, ya que sus secciones son más profundas.

**Canal Frente Casino.** A casi 56 metros desde el comienzo de su extensión presenta problemas para todos los periodos de retorno de diseño (2 a 100 años), originando un desborde de las aguas de 7 cm para un periodo de 100 años. La extensión total de este tramo inundado supera los 4 metros. Todo el resto del canal no presenta desbordes de las aguas lluvias para los distintos caudales de diseño.

En el plano B se adjunta los resultados de los canales y se describen las zonas inundadas, el color amarillo representa 2 años periodo de retorno y el color verde los 100 años periodo de retorno.

## 5.2 Resultados del Diagnóstico Sumideros

El caudal máximo captado por cada sumidero fue siempre mayor al caudal de aguas lluvias aportado a cada uno de ellos. Por lo tanto, la totalidad de los sumideros ubicados al interior y al límite de la Universidad con Av. Collao, presentan un correcto funcionamiento hidráulico. La verificación de éstos siempre cumplió con los requerimientos establecidos para los distintos periodos de retorno.

### 5.3 Resultados del Diagnóstico Pozos de Infiltración

En lo que respecta a las aguas lluvias aportantes de las techumbres de los edificios, se vio que el sistema que regula este proceso se ve totalmente colapsado para lluvias de diseño de 5 años, lo que genera que el volumen afluente no pueda ser infiltrado en su totalidad por los pozos, aumentando el escurrimiento hacia sectores en donde se pudiese ver afectado el conglomerado universitario. La razón por la cual este sistema de infiltración no es el óptimo involucra dos factores de real importancia, estos son: el tipo de suelo al cual se está infiltrando el caudal de aguas lluvias, y el diseño propio de estos pozos. Ver figura 2.

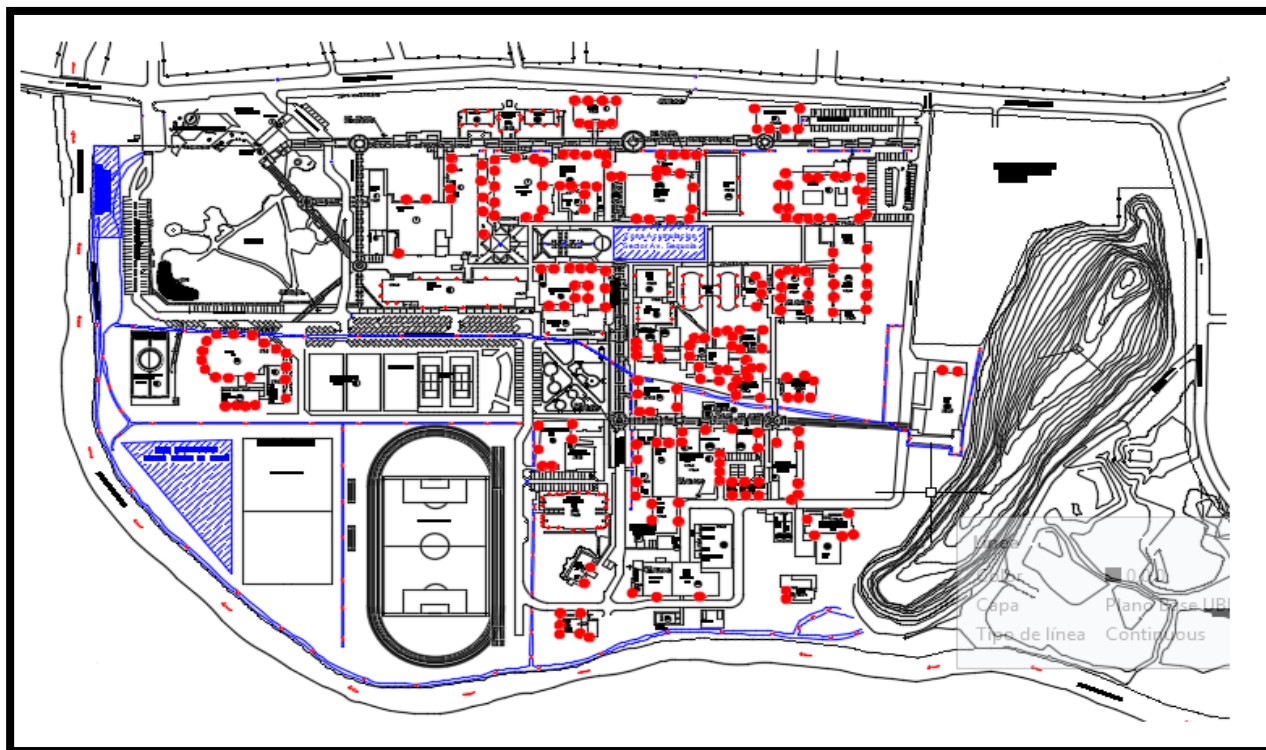


Figura N° 2: Zonas Inundada pozos de infiltración T= 5 años  
Fuente: Elaboración Propia.

## **6 SOLUCIONES INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y FUTURAS**

De acuerdo al diagnóstico y evaluación del área estudiada, se procedió a identificar de cada patrón de drenaje, diversas alternativas de solución a nivel conceptual o de idea de proyecto, de modo que presenten un buen diseño hidráulico.

Para la simulación y predimensionamiento a nivel de perfil de factibilidad de las soluciones propiamente estructurales identificadas, se utilizó el Modelo en Hec-Ras para canales y metodología planteada en manual técnicas alternativas de aguas lluvias para pozos de infiltración (MOP, 1996)

Las soluciones identificadas, se modelaron con un periodo de retorno de 2 años en el caso de los canales y 5 años periodo de retorno para los pozos de infiltración, con el fin de poder estimar costos, y conformándose así soluciones para el análisis. El acápite 6.3 del Anexo A indica las soluciones para las infraestructuras existentes y 6.4 indica las soluciones para las zonas proyectadas.

## 7 PRIORIZACION DE SOLUCIONES

El objetivo de este capítulo es realizar una priorización de las soluciones de aguas lluvias propuestas, que sirva como antecedente para establecer un cronograma de inversiones de las obras requeridas. La Tabla N° 8 indica el número de priorización, para canales y pozos de infiltración además de una sub clasificación en cuanto a la capacidad, gravedad y costo que presentan.

La capacidad se determinó en base al almacenamiento demandado por los pozos de infiltración para cada edificio y canales, estos se clasifican en mala o regular. Se definirá como mala, si la capacidad de almacenamiento está muy por debajo de lo solicitado, en cambio si su almacenamiento está cercano al demandado se definirá como regular.

La gravedad presentada contempla criterios como: alta, media y baja. La gravedad alta en los pozos se considera cuando hay que agregar más pozos a los edificios ya que su capacidad de almacenaje esta muy por debajo de lo demandado, esto debido a que al hacer un rediseño cambiando sus dimensiones estas no cumplían con la demanda de agua que se debiera infiltrar, además si aledaño al edificio existen otros edificios con implementos importantes que frente a una inundación se pueden ver afectadas se considerara una gravedad alta . En los canales se considera una gravedad alta a aquellos que a lo largo de su extensión cruzan sectores comúnmente transitados por estudiantes y aledaños a él existan zonas impermeables en donde se acumule una gran cantidad de agua y que afecte a edificios existente en su alrededor. La gravedad media en los pozos se considera cuando hay que modificar el diámetro o la altura de estos, en los canales se considera gravedad media cuando estos están ubicado lejos de edificios y personas transitando y cuyo desborde máximo no afectaría directamente a la comunidad universitaria en sí.

La gravedad baja en pozos se considera cuando se modifica la altura o diámetro, porque su capacidad de almacenamiento esta muy cercana a lo demandado y además estos edificios no presentan en su cercanía lugares que se puedan ver afectados por una inundacion.



Tabla N°8. Priorización de Soluciones

SISTEMA		CARACTERIZACIÓN			COSTO DE INVERSIÓN (\$)
ORDEN DE PRIORIDAD	NOMBRE	EXISTENCIA DE REDES DE AGUAS LLUVIAS	CAPACIDAD REDES EXISTENTES	GRAVEDAD DE LOS PROBLEMAS DE AGUAS LLUVIAS	
1	Pozos Ingeniería Mecánica	Sí	Mala	Alta	1.794.730
2	Pozos Aulas AC	Sí	Mala	Alta	1.928.660
3	Pozos Aulas AB	Si	Mala	Alta	1.392.920
4	Pozos CIMUBB	Si	Mala	Alta	669.675
5	Canal Casino Estero	Sí	Mala	Alta	1.232.220
6	Canal Cancha Rugby	Sí	Mala	Alta	1.635.780
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD ALTA</b>					<b>8.654.015</b>
7	Pozos Taller de Titulo	Sí	Mala	Media	375.018
8	Canal Frente Casino	Sí	Mala	Media	501.808
9	Pozos FACE	Sí	Mala	Media	1.285.780
10	Pozos Dpto. Ing. Mecánica (Lab)	Sí	Regular	Media	482.166
11	Pozos Rectoría/Ciencias/Pregrado	Sí	Regular	Media	1.366.140
12	Pozos Dpto. Ing. Mecánica Sala de profesores	Sí	Regular	Media	482.166
13	Pozos Estudio Metodológico	Sí	Regular	Media	321.444
14	Pozos CITEC	Sí	Regular	Media	482.166
15	Pozos Lab. Construcción	Sí	Regular	Media	375.018
16	Pozos Espacio 1202	Sí	Regular	Media	482.166
17	Pozos P.T.M	Sí	Regular	Media	1.901.880
18	Pozos Trabajo social	Sí	Regular	Media	1.044.690
19	Pozos Ing. Industrial	Sí	Regular	Media	1.660.790
20	Pozos Pol. Públicas	Sí	Regular	Media	964.332
21	Pozos Esc. Arq	Sí	Regular	Media	1.392.920
22	Pozos Ing. Const	Sí	Regular	Media	964.332
23	Pozos Est. Generales	Sí	Regular	Media	776.823
24	Pozos Lab. FACE	Sí	Regular	Media	696.462
25	Pozos Ing. Maderas	Sí	Regular	Media	401.805
26	Pozos Esc. Diseño Industrial	Sí	Regular	Media	857.184
27	Pozos Ext. Diseño Industrial	Sí	Regular	Media	589.314
28	Canal Estero Atrás	Sí	Regular	Media	991.119
29	Canal Estero Atrás (continuación)	Sí	Regular	Media	1.366.140
30	Pozos Sistema Territorial	Sí	Regular	Media	401.805
31	Canal Multicancha	Sí	Regular	Media	642.888
32	Pozos Teatro	Si	Mala	Media	696.462
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD MEDIA</b>					<b>21.502.818</b>
33	Pozos Dpto. Ing. Mecánica Sala de Estudio	Sí	Regular	Baja	214.296
34	Pozos Casino	Sí	Regular	Baja	241.083
35	Pozos CIPA	Sí	Regular	Baja	133.935
36	Pozos FEUBB	Sí	Regular	Baja	241.083
37	Pozos Paraninfo	Sí	Regular	Baja	133.935
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD BAJA</b>					<b>964.332</b>
<b>COSTO DE INVERSIÓN TOTAL</b>					<b>31.121.135</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones que se derivan del estudio realizado se presentan a continuación.

En relación a la cobertura del sistema de evacuación de aguas lluvias, su longitud total actual es de aproximadamente 2.972 m, lo que da hoy en día una cobertura aceptable en el campus, aun cuando es de capacidad insuficiente en algunos casos. El estado de las redes de aguas lluvias catastradas es relativamente bueno desde un punto de vista estructural. No obstante, se presenta poca mantención de la infraestructura, lo que disminuye su capacidad de captación.

Para la situación actual, un gran porcentaje de los sistemas colectores, a lo menos, no poseen capacidad suficiente para lluvias con periodo de retorno 2 años. Esta situación lógicamente es más crítica a futuro o para lluvias de mayor período de retorno.

En relación a los problemas ocasionados por las aguas lluvias, se pueden encontrar anegamientos en los estacionamiento y acumulación de sedimentos en calles y colectores. Las causas de estos problemas son básicamente la falta de capacidad hidráulica, la falta de cobertura adecuada de las redes y la escasa pendiente que impide el escurrimiento.

Los principales anegamientos presentes en la casa de estudio se ven reflejados en algunos estacionamientos, los cuales no presentan una pendiente dirigida al sistema de evacuación más cercano lo que provoca un apozamiento y un nulo escurrimiento. Adicionalmente, se producen desbordes del canal Cancha de Rugby en diferentes sectores por la falta de pendiente y la poca continuidad de su cauce, produciendo significativos anegamientos a sus alrededores muchas veces imposibilitando el desempeño adecuado de la cancha misma.

Las soluciones estructurales propuestas consisten básicamente en proyectos de

reemplazo de pozos de infiltración y mejoras de los canales en zonas sin cobertura suficiente, con la finalidad de aumentar su capacidad. El costo total de inversión de los proyectos asciende a \$31.121.135 pesos desglosados en \$8.654.015 en proyectos de alta prioridad, en \$21.502.818 proyectos de media prioridad y en \$964.332 en proyectos de baja prioridad en el tiempo.

Con respecto a las obras proyectadas, cabe destacar que para cada una de ellas es necesario realizar un diseño a nivel de ingeniería de detalle con respecto a la evacuación de aguas lluvias, debido a que nunca se desarrolla una solución ingenieril, sino que una tipo, la cual no es capaz de satisfacer toda la demanda generada por la estructura.

## **8.1 Recomendaciones**

Las principales recomendaciones que pueden plantearse a partir del desarrollo del presente estudio y que van en beneficio a la red de aguas lluvias, son la siguientes:

Se pudiese establecer la implementación de obras de acumulación temporal para las aguas lluvias, la cual sería una solución tentativa para todo proceso de infiltración. Se podrían crear espacios como lagunas o estanques de retención, los cuales con sus especificaciones de diseño y construcción aliviarían la etapa de almacenamiento que no está siendo bien lograda por el sistema que se tiene en la Universidad. Deberá darse suficiente importancia a la ubicación, estas deben estar alejadas de las edificaciones y del estero, ya que así, en el peor de los casos, si rebalsasen, no afectarían a las personas ni a las mismas instalaciones.

Los sumideros existentes en la plaza de la democracia, si bien poseen una capacidad hidráulica adecuada para su diseño, se podría mejorar aún más ya que el área aportante para estos no está siendo infiltrada propiamente tal por ellos debido a que existe a su

alrededor un suelo capaz de infiltrar pero esto no es lo adecuado ya que estos sectores son de uso común y esto se debe a la poca dirección y nula pendiente hacia el colector existente, estas características provocan sectores donde se acumula agua.

Para el estacionamiento en biblioteca se recomienda realizar un mejoramiento de suelo que permita la infiltración de las aguas Lluvias. Realizar algo de mayor envergadura no sería adecuado en términos de costos puesto que es un terreno que en un futuro una parte de él será expropiado.

Debe establecerse oficialmente a la brevedad un programa específico permanente de planificación, operación y mantenimiento de las redes de aguas lluvias existentes y futuras, para asegurar así la efectividad de las soluciones propuestas en este Plan Maestro. Esta actividad debe contar con el suficiente personal idóneo y un presupuesto seguro y estable anualmente.

Como otra forma de mejorar la situación se plantea que antes de edificar en cualquier tipo de zona se debe planificar la forma de expansión de tal forma de destinar terrenos de evacuación y así realizar un ordenamiento territorial.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

MOP. (2017). Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea. 2017, de DGA Sitio web: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>

Marcelo González. (2011). Evaluación del Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias de la Universidad del Bío-Bío. Proyecto de Título Ingeniería Civil. Concepción: UBB.

CONIF-CF Ingenieros. (2001). Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Concepción – Informe Final. 12 Capítulos.

Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1996. Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos.

Chile. Servicio Vivienda y Urbanismo. (2005). Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructura de Aguas Lluvias.

J.A. Ingeniería Ltda. (2006). Estudio Mecánica de Suelos Universidad del Bío – Bío.

Santana Luis. (2007). Hidrología. Concepción: UBB

## **PLAN MAESTRO PROPUESTO**

## ÍNDICE

<b>PLAN MAESTRO PROPUESTO .....</b>	<b>27</b>
<b>1 ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>30</b>
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	30
1.2 CLIMA.....	30
1.3 HIDROGRAFÍA .....	30
1.4. GEOMORFOLOGÍA .....	31
1.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES HIDROLÓGICOS.....	31
1.5.1 Sector A: Sector Casino- Estero .....	32
1.5.2 Sector B: Multicanchas.....	32
1.5.3 Sector C: Av. los Plátanos.....	33
<b>2 ESTUDIOS BÁSICOS.....</b>	<b>34</b>
2.1 REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS.....	34
2.2 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES EN 24 HORAS.....	34
2.3 DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA .....	34
2.4 HIETOGRAMA DE DISEÑO.....	36
2.5 SUELOS .....	37
<b>3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....</b>	<b>39</b>
3.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES .....	39
3.2 CATASTRO CAUCES RECEPTORES .....	41
3.2.1 ESTERO NONGUÉN.....	41
3.3 VÍAS DE ESCURRIMIENTO.....	42
3.3.1 Identificación de las Principales Vías Vehiculares al interior de la Universidad Del Bío-Bío.....	42
3.3.2 Capacidad Hidráulica de Conducción de las Vías de Escurrimiento.....	43
<b>4 PATRÓN DE DRENAJE .....</b>	<b>45</b>
4.1 SISTEMAS CONSTRUIDOS.....	45
4.1.1 Catastro de Canales.....	45
4.1.2 Catastro de Sumideros.....	47
4.1.3 Catastro de Pozos de Infiltración.....	48
4.2 SISTEMAS NO CONSTRUIDOS .....	50
4.2.1 Zona Acumulación Sector Bombas-Estacionamiento Estero.....	50
4.2.2 Zona acumulación Sector Poniente Cancha Rugby.....	51
4.2.3 Zona acumulación Sector Av. Sequoia .....	52
<b>5 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE .....</b>	<b>53</b>
5.1 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y DIAGNÓSTICO PRELIMINAR EN EL SECTOR DE ESTUDIO .....	53
5.2 METODOLOGÍA DE MODELACIÓN DEL DIAGNÓSTICO .....	54
5.2.1 Metodología para Canales.....	54
5.2.2 Metodología para Sumideros- Estacionamientos.....	55
5.2.3 Metodología para Pozos de Infiltración .....	57
5.3 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO .....	60
5.3.1 Resultados Canales.....	60
5.3.2 Resultados Sumideros.....	60
5.3.3 Resultados Pozos de Infiltración .....	62
5.3.4 Resultados Estacionamientos .....	65
<b>6 SOLUCIONES A INFRAESTRUCTURA EXISTENTE .....</b>	<b>66</b>

6.1	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	66
6.2	METODOLOGÍA GENERAL DE ANÁLISIS Y CRITERIOS DE DISEÑO .....	67
6.2.1	Escenario de Simulación para los Predimensionamientos .....	67
6.2.2	CRITERIOS DE DISEÑO PARA PREDIMENSIONAMIENTOS.....	68
6.3	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS ALTERNATIVOS DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE OBRAS .....	70
6.3.1	Criterios Aplicados y Metodología Utilizada .....	70
6.3.2	Resultados Obtenidos .....	70
6.3.2.1	Pozos de Infiltración .....	71
6.3.2.2	Canales.....	72
6.3.3	Análisis de los Resultados y Conclusiones de Selección de Alternativas .....	75
6.3.3.1	Alternativas Técnicas.....	75
6.4	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS ALTERNATIVOS DE SOLUCIÓN PARA LAS ZONAS PROYECTADAS .....	78
<b>7</b>	<b>PRIORIZACIÓN .....</b>	<b>79</b>
7.1	METODOLOGÍA GENERAL Y CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN.....	79



## **1 ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1 Ubicación Geográfica**

El área de estudio es la Universidad del Bío-Bío, ubicada en Concepción capital de la Región del país del Bío-Bío, en 36° 46' 21.61" de latitud sur, y 73° 00' 41.13" longitud oeste. Al Sur y al Este limita con el estero Nonguén, al Norte con la Avenida Collao y al Oeste con el camino a Nonguén. La figura 1 del Anexo B y el plano A muestra la ubicación y disposición del área de estudio.

### **1.2 Clima**

En general el clima de la ciudad de Concepción corresponde al tipo Templado Cálido Lluvioso. Este clima, presenta una alta pluviosidad con temperaturas medias anuales bajas y con una marcada oscilación térmica diaria. La precipitación anual para un año normal es de 1110 mm, mientras que la temperatura media anual en un año normal alcanza los 12,2 °C (Estación Carriel Sur, Plan maestro, 2001).

### **1.3 Hidrografía**

Existen dos cursos naturales de importancia que tienen directa relación con el área del estudio, ellos son, el río Andalién, el cual tiene una hoya hidrográfica de unos 940 km<sup>2</sup> y el estero Nonguén. Este último es afluente del primero, nace de la confluencia de los esteros: Los Lirios, Manquimávida, Compuy, y San Francisco, y cuenta con una cuenca hidrográfica de aproximadamente 50 km<sup>2</sup>.

## 1.4. Geomorfología

El área en estudio en general no posee variaciones de pendientes, a nivel local es prácticamente plano. Su relieve, se caracteriza por un pequeño cerro en el sector Oeste de la Universidad, cercano al camino Nonguén, que en su parte más alta alcanza unos 50 msnm aproximadamente.

## 1.5 Identificación y caracterización de los sectores hidrológicos

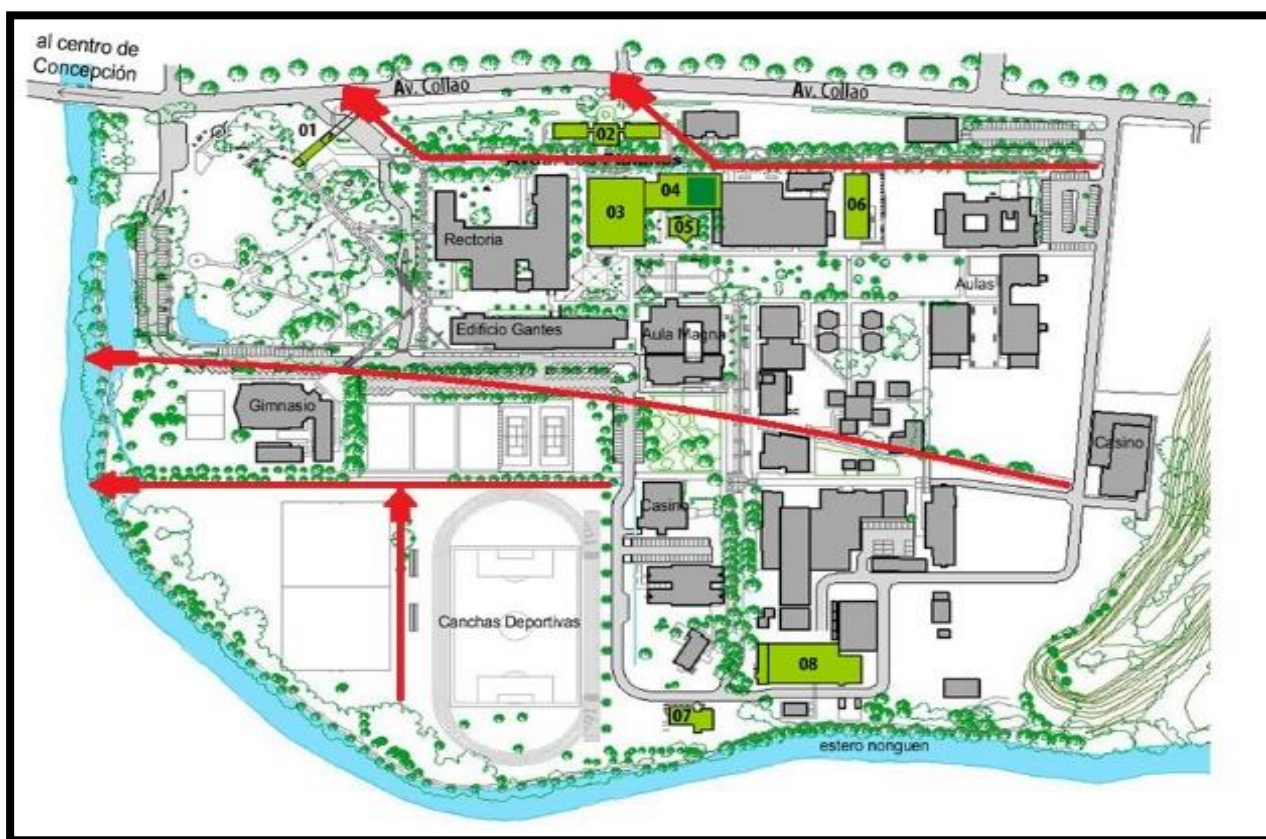


FIGURA N°1: Sectores Hidrológicos  
Fuente: Elaboración Propia.

### **1.5.1 Sector A: Sector Casino- Estero**

Este sector nace frente al casino al Norte del Edificio de Ingeniería Civil y a un costado del inicio de la calle los Álamos. Recorre el costado sur de los edificios correspondientes al CIMUBB e Ingeniería Industrial y costado norte de Ingeniería en Maderas. Se presenta un canal en tierra con mucha vegetación, en donde hay un primer tramo con amplias secciones. Luego, éste se transforma en un canal muy desprotegido con muy poca altura, revestido en gran parte con pasto, para llegar finalmente a un empalme con un colector de cemento comprimido. Este empalme se ubica en el vértice sur poniente del edificio de Ingeniería Industrial. En su trayecto, recibe aportes de aguas lluvias del canal del casino y del canal paralelo a calle Arrayanes, además de un par de sumideros ubicados en estacionamientos del edificio Gantes. El primer tramo posee una extensión de 149 metros. El segundo tramo y final de esta línea corresponde a un ducto que nace en dicho empalme con la canaleta en tierra hasta su descarga final al estero Nonguén. Está constituido por un colector de cemento comprimido de 700 mm de diámetro con una longitud de 374 m. Posee cámaras de inspección ubicadas en las cercanías del Aula Magna y el Gimnasio. Un factor importante, es señalar que la cota de radier a la que llega al estero está muy por debajo de lo que son las cotas del espejo de agua de este cauce que bordea la Universidad.

### **1.5.2 Sector B: Multicanchas**

Esta línea de descarga nace aproximadamente en un vértice cercano a una de las canchas de tenis y se extiende de manera muy recta para luego continuar con la línea de descarga que se encuentra en el Gimnasio. Este canal recibe agua de un canal secundario entre las canchas de fútbol y Rugby. Posee dos atravesos de cemento comprimido, y en sus claves se tiene una losa de hormigón armado que permite el paso a las personas. Estas tuberías son de 2 metros de largo y un diámetro de 0,6 metros, y se encuentran al final del canal estudiado. Este canal posee una pendiente longitudinal promedio de 1,29%. Sus secciones son bastantes regulares y su revestimiento es

principalmente tierra y vegetación. No posee tramos en contra pendiente lo que provoca un buen funcionamiento hidráulico. Los aportes de aguas lluvias son principalmente escorrentías de los sectores deportivos.

### **1.5.3 Sector C: Av. los Plátanos**

Este se encuentra al costado sur de la Avenida Los Plátanos, consiste en dos tramos de descarga. El primero nace en el acceso oriente de la universidad y descarga hacia aguas abajo a la altura de ingeniería en construcción en donde sus aguas son conducidas a uno de los colectores de Avenida Collao. El segundo tramo nace en ingeniería en construcción, sus aguas descargan a una cámara ubicada a las afueras de arquitectura y son llevadas por una tubería de cemento hasta las afueras de la universidad para conectarse con el colector y trasladar las aguas hacia el estero Nonguén.

## **2 ESTUDIOS BÁSICOS**

### **2.1 Registros pluviométricos**

La estación a utilizar es la del río Andalién ubicada a 37 msnm, latitud 36° 48' 47" S y longitud 72° 56' 21" O. Se descarta el uso de la estación del estero Nonguén ubicada frente a la Universidad del Bío-Bío, puesto que esta no presenta registros históricos de precipitación como los eventos del 2005 y 2006 los cuales son relevantes en el estudio por la cantidad de mm caídos, a diferencia de otros años. Para este estudio se considera un análisis comprendido en los periodos de 2005-2015. Los años 2016 y 2017 no se consideraron por no poseer información actualizada de la DGA.

### **2.2 Análisis de Frecuencias de las Precipitaciones Máximas Anuales en 24 horas**

Con las series de precipitaciones máximas anuales en 24 horas se realizaron análisis de frecuencias, para la estación del Río Andalién.

La función de distribución considerada en el análisis es la distribución de Gumbel puesto que las precipitaciones máximas horarias o diarias se ajustan de mejor manera a ella. En el ítem 2 del Anexo B se presentan los datos de precipitación total y máxima en 24 horas. Además, se adjunta las precipitaciones e intensidades máximas para diferentes tiempos de duración y periodo de retorno.

### **2.3 Determinación de las curvas Intensidad, Duración y Frecuencia**

El diseño hidráulico de las obras de drenaje urbano, requiere el uso de las llamadas curvas intensidad duración-frecuencia de lluvias (IDF). Estas relaciones presentan la variación de la intensidad de la lluvia de distintas duraciones, asociadas a diferentes probabilidades de ocurrencia y son útiles para estimar indirectamente el escurrimiento proveniente de cuencas pequeñas esencialmente impermeables, en función de la lluvia caída. (MINVU, 1996). La intensidad de lluvia que precipitará sobre el área de estudio se obtendrá mediante el estudio hidrológico mencionado en el ítem 2 en base a los datos

presentes en el anexo B. Las curvas IDF para duraciones mayores y menores a 1 hora se presentan en las figuras 1 y 2 respectivamente.

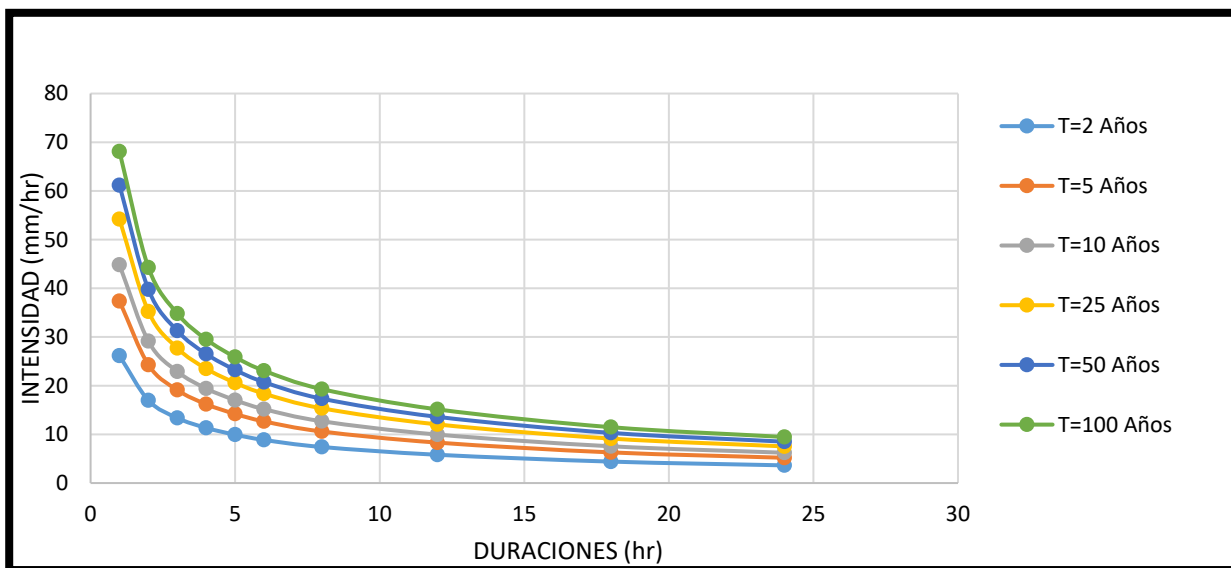


FIGURA N°2: Curvas IDF mayor a 1 hora  
Fuente: Elaboración propia.

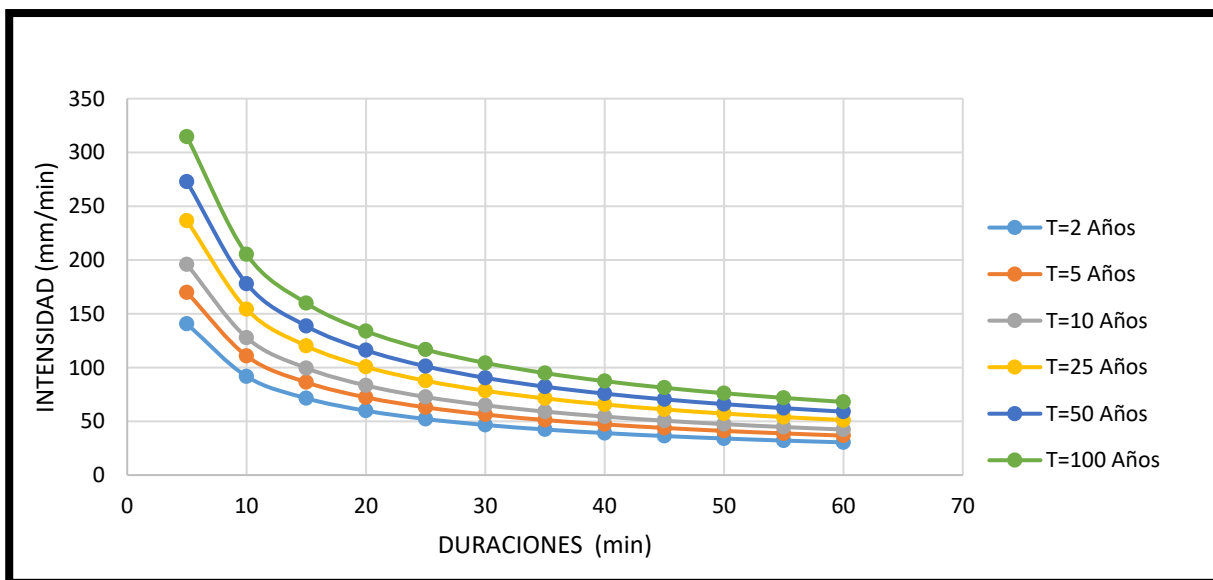


FIGURA N°3: Curvas IDF menores a 1 hora  
Fuente: Elaboración propia .

## 2.4 Hietograma de Diseño

La distribución en el tiempo de la lluvia total caída durante un temporal es, sin lugar a dudas, un factor primordial en la determinación del escurrimiento de respuesta de la cuenca y, en consecuencia, debe ser considerado en la definición de una tormenta de diseño (MINVU,1996). Los hietogramas de diseño, como se conoce a la distribución temporal de la lluvia dentro de un evento meteorológico, varía de tormenta en tormenta, por lo que resulta sumamente complicado determinar una única lluvia de diseño.

En la figura 4 se muestra el hietograma de diseño, de la serie de precipitaciones máximas en 1 hora de la estación río Andalién para los períodos de retorno 2, 5, 10, 50, 100 años.

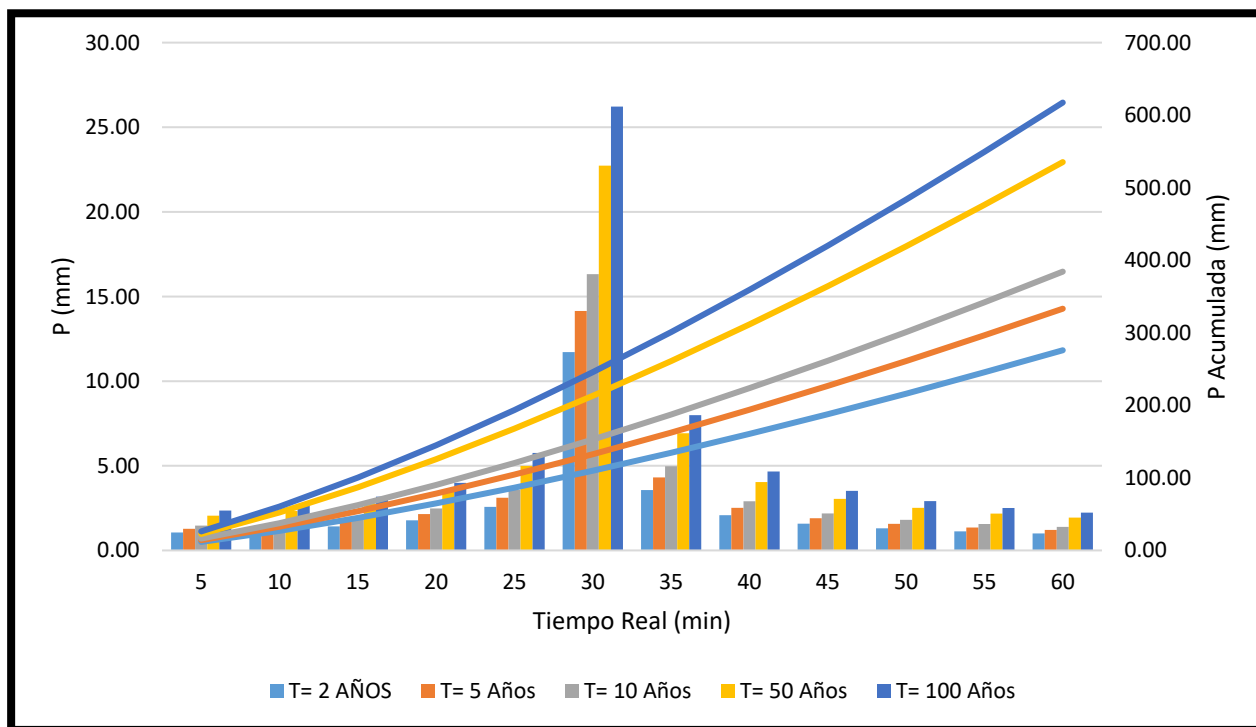


FIGURA N°4: Hietograma de Precipitación  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Suelos

De acuerdo a estudios realizados con anterioridad en la universidad por JA Ingeniería en el año 2006, se distinguen cuatro tipos de suelos los que se indican y especifican a continuación.

**Limo – Arcilloso.** Este tipo de suelo se encuentra en los edificios de las aulas AB, AC, Estudio Metodológico y Teatro. Presentan un coeficiente de infiltración de 10 mm/hr. Este tipo de suelos tiene una capacidad plástica y además es rica en materia orgánica, tiende a compactarse y volverse impermeable. La resistencia al corte en estado compacto y saturado es deficiente.

Tabla N°1. Resumen Tipo de Suelo

Edificio	f (mm/hr)	Tipo de Suelo
AB	10	Limo Arcilloso
AC	10	Limo Arcilloso
Teatro	10	Limo Arcilloso
Estudio Metodológico	10	Limo Arcilloso

Fuente: Elaboración Propia

**Limo – Arenoso.** Está presente en los edificios Ingeniería civil Industrial, Laboratorio de Construcción, Políticas Públicas, Arquitectura, Ingeniería en construcción, Paraninfo, Ingeniería Mecánica, Face, Facultad de Arquitectura, Estudios Generales, Laboratorio Face, Diseño Industrial, Extensión Diseño, Taller de Título, Casino, Biblioteca, Pregrado, Rectoría-Ciencias, Departamento de profesores Ingeniería Mecánica, Sistema Territorial, Departamento de Ingeniería Mecánica (salas de estudios) y CIMUBB. Este tipo de suelo presenta un coeficiente de infiltración de 52 mm/hr y se caracteriza por ser semi\_ impermeable, presenta un estado regular a deficiente en cuanto a resistencia al corte en estado compacto y saturado.



Tabla N°2. Resumen Tipo de Suelo

Edificio	f (mm/hr)	Tipo de Suelo
Lab. Construcción	52	Limo Arenoso
Ingeniería Industrial	52	Limo Arenoso
Políticas Públicas	52	Limo Arenoso
Arquitectura	52	Limo Arenoso
Ing. Construcción	52	Limo Arenoso
Paraninfo	52	Limo Arenoso
Ing. Mecánica	52	Limo Arenoso
FACE	52	Limo Arenoso
Fac. Arquitectura	52	Limo Arenoso
Estudios Generales	52	Limo Arenoso
Lab. FACE	52	Limo Arenoso
Diseño Industrial	52	Limo Arenoso
Ext. Diseño	52	Limo Arenoso

Fuente: Elaboración Propia

**Limo – Grava.** Este tipo de suelo se concentra principalmente en los edificios de las aulas AA, Servicio Estudiantil, Espacio 1202, PTM, FEUBB e Ingeniería en maderas y presenta un coeficiente de infiltración de 92 mm/hr. La principal característica de este tipo de suelo es que la permeabilidad en estado compactado es semi impermeable a impermeable y presenta una buena resistencia al corte en estado compacto y saturado.

Tabla N°3. Resumen Tipo de Suelo

Edificio	f (mm/hr)	Tipo de Suelo
Servicio Estudiantil	92	Limo- Grava
Espacio 1202	92	Limo- Grava
PTM	92	Limo- Grava
Aulas AA	92	Limo- Grava
FEUBB	92	Limo- Grava
Ing. Maderas	92	Limo- Grava

Fuente: Elaboración Propia

**Arena – Limosa.** Este tipo de suelos se concentra en los edificios Gantes, Gimnasio, Laboratorio de Mecánica, CIPA, Aula Magna y Trabajo Social. Posee un coeficiente de infiltración de 156 mm/hr. Se caracteriza por ser un suelo semi impermeable.

Tabla N°4. Resumen Tipo de Suelo

EDIFICIO	f (mm/hr)	Tipo de Suelo
Gantes	156	Arena Limosa
Gimnasio	156	Arena Limosa
Biblioteca	156	Arena Limosa

Fuente: Elaboración Propia.

### 3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

#### 3.1 Capacidad Hidráulica de los colectores

En este punto se determina la capacidad hidráulica de los colectores, que conforman las redes de aguas lluvias catastradas, existente en la Universidad del Bío-Bío. Se entenderá por colectores aquellos de diámetro superior a 300 mm que materializan la descarga de aguas lluvias hacia los cuerpos receptores, conformados, entre otros, por otros colectores y canales.

La capacidad hidráulica de los colectores circulares y no circulares de aguas lluvias, se determina para la condición de escurrimiento a boca llena, caracterizada por la relación ( $H/D=1$ ), donde “H” es la altura de agua del flujo y “D” el diámetro o altura de la conducción (DOH, 2001).

Para calcular la capacidad hidráulica de los colectores, se supone un escurrimiento hidráulico “normal” del flujo, para lo cual se utiliza la expresión de Manning;

$$Q = (1/n) * (A^{5/3}) * (P_m^{-2/3}) * (i^{1/2})$$

Q : Capacidad hidráulica del tramo del colector ( $m^3/s$ )

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

- A : Área de la sección mojada del ducto ( $m^2$ )
- $P_m$  : Perímetro mojado de la sección (m)
- i : Pendiente longitudinal del tramo.

Para evaluar esta expresión, se extractó del catastro realizado para este estudio, algunas características técnicas de interés de los colectores seleccionados, es decir: tramos en que se divide el colector (cámara a cámara), material del colector, diámetro o altura de la sección, longitud de cada tramo y cotas del colector (tramo a tramo) a la entrada y a la salida de las cámaras respectivas.

Tanto el área de la sección mojada (A) como el perímetro mojado de la sección ( $P_m$ ), se determinan geoméricamente de acuerdo a la condición de escurrimiento ( $H/D=1$ ). Los colectores señalados son de cemento comprimido u hormigón, con lo cual se adoptó un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,014 que se considera como valor característico para este tipo de material al ser utilizado en redes de aguas lluvias. Este valor, supone una situación actual mejorada, es decir una limpieza previa de los colectores que permita una buena condición operativa de la red.

Con base en la metodología señalada, en la tabla N° 5, se presenta, el rango en que varían las capacidades hidráulicas obtenidas para los distintos colectores seleccionados como “principales” en la condición de escurrimiento antes definido. El detalle de la determinación de las capacidades hidráulicas de los colectores, tramo a tramo, agrupados en relación al cuerpo receptor de las aguas lluvias con el que se encuentran relacionados, se incluye en el Anexo B.

Tabla N°5. Capacidad Hidráulica de Colectores

Nombre	ENTRADA				SALIDA			Capacidad	
	h total	h decantador	Diam.	Pend. Long.	Diam.	Pend. Long.	Altura	Qe(L/s)	Qs(L/s)
C1	1.94	0.5	300	0.0035	390	0.0038	1.57	5.11	10.72
C2	2.27	0.5	450	0.0042	450	0.0031	1.77	16.51	14.19
C3	2.4	0.5	400	0.0031	450	0.0042	1.9	10.36	16.51
C4	2.91	0.5	400	0.004	400	0.0035	2.22	11.77	11.01
C5	2.26	0.5	350	0.0033	400	0.0034	1.76	7.49	10.85
C6	2	0	700	0.006	700	0.006	2.02	64.12	64.12

Fuente: Elaboración Propia.

## 3.2 Catastro Cauces Receptores

### 3.2.1 Estero Nonguén

El estero Nonguén nace en la Cordillera de la Costa, es de origen pluvial y su cuenca posee una superficie aproximada de 42,92 km. Atraviesa la zona norte de la ciudad de Concepción, en donde finalmente evacúa sus aguas en el río Andalién tributándolo de esta forma (EULA, 2002).

La Universidad está limitada en el lado sur-poniente por el estero Nonguén, en una longitud mayor a los 1.000 metros. Este cauce de aguas corresponde a la evacuación natural de todas las áreas que conforman el Valle Nonguén, incluida la Universidad del Bío-Bío. Por lo tanto, es el punto obligado de recepción de las aguas lluvias. En zonas cercanas al estero, existen algunas poblaciones tales como: Vegas de Nonguén, Los Lirios, El Huascar, Lagos de Chile, Los Fresnos y otras, En la parte más alta, se sitúa la zona conocida como Valle Nonguén, que es una población de nivel, esta zona no posee sistema de drenaje, salvo pequeñas obras de descarga que entregan su aporte directamente al estero (Plan Maestro, 2001).

### 3.3 Vías De Escurrimiento

#### 3.3.1 Identificación de las Principales Vías Vehiculares al interior de la Universidad Del Bío-Bío

De acuerdo con los antecedentes disponibles, en relación a reconocimientos de terreno en días de lluvia y recopilación de información analizada para el presente estudio, las avenidas y estacionamientos identificadas se muestran en las tablas N° 6 y N°7, además estas se indican en el Plano A.

Tabla N°6. Identificación de las principales vías vehiculares al interior de la universidad del Bío-Bío.

Vía N°	Calle o Avenida	Ubicación
1	Av. Los Quillayes	Comienza en la primera entrada de la Universidad de oeste a este, continuando frente al gimnasio hasta llegar al aula magna.
2	Av. Las Camelias	Comienza en la segunda entrada de la Universidad de oeste a este frente a Rectoría y al edificio Gantes y su término es cuando se interseca con la Av. los Quillayes.
3	Av. Los Fresnos	Comienza con el término de la Av. Los Quillayes entre la cancha de tenis y la plaza frente al aula magna, sigue su trayecto frente al Espacio 1202 llegando al CITEC, y luego bordeando el perímetro del lado sur de la Universidad culminando con el inicio de la Av. Los Arrayanes
4	Av. Los Arrayanes	Comienza entre el laboratorio de Mecánica y el edificio de Ingeniería Civil, pasando frente al actual casino y terminando en la tercera entrada de oeste a este de la Universidad.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°7. Identificación de Estacionamientos

Est. N°	Nombre Estacionamiento	Ubicación
1	Estacionamiento Laboratorio FACE	Se ubica a un costado del laboratorio FACE, paralelo a la Avenida los Plátanos.
2	Estacionamiento Biblioteca	Se ubica Frente a Biblioteca, Entre los edificios Estudios Generales y Laboratorio FACE.
3	Estacionamiento Los Quillayes	Se ubica a partir de la primera entrada de la universidad de Oeste a Este, continuando por Frente al Gimnasio y considerando además los estacionamientos frente al edificio Gantes.
4	Estacionamiento Los Fresnos	Se ubica Perpendicular con el término de la Av. Los Quillayes entre la cancha de tenis y la plaza, sigue su trayecto frente al Espacio 1202 llegando al CITEC.
5	Estacionamiento CITEC	Se ubica a un costado del CITEC.
6	Estacionamiento Servicio Estudiantil y Espacio 1202	Se ubica entre los edificios de Servicio Estudiantil y Espacio 1202.
7	Estacionamiento Diseño Industrial	Se ubica entre la escuela de Diseño Industrial, Taller de Título y PTM .
8	Estacionamiento Edificio FACE	Se ubica a un costado del edificio FACE paralelo a la calle Los Arrayanes .
9	Estacionamiento AC	Se ubica a un costado de las aulas AC paralelo a la calle Los Arrayanes .

Fuente: Elaboración Propia.

Según sean los resultados de las evaluaciones de capacidad hidráulicas de estas vías y el conocimiento que se tiene de anegamientos que ocurran eventualmente en algunos sectores, se podrá finalmente efectuar un diagnóstico y selección final de las vías que podrían ser parte de las soluciones que se deben entregar para que no se tengan problemas a futuro de aguas lluvias.

### 3.3.2 Capacidad Hidráulica de Conducción de las Vías de Escurrimiento

Para evaluar la capacidad hidráulica de conducción de cada vía identificada, se procedió de la siguiente manera:

Se realizaron mediciones topográficas en terreno de las calles mencionadas en la tabla N°6, de ellas se obtuvieron los perfiles transversales típicos y representativos de tramos de cada vía y perfiles longitudinales para la obtención de pendiente. Ver Anexo B ítem 4.2.1.

En terreno se identificó el tipo de carpeta de pavimento existente en cada tramo y su estado de conservación. De esta información se pudo asignar un coeficiente de rugosidad hidráulica de Manning y con ello se evaluó la capacidad hidráulica de las vías. Para el análisis no se consideró la influencia de factores como basuras, escombros en las calles o mal estado de estas, tampoco algún factor de corrección que considere la reducción de la capacidad por automóviles. Estos se resumen en la Tabla N°8.

Tabla N°8. Capacidad Hidráulica de Conducción de las vías de Escurrimiento

<b>Perfil</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Capacidad (M<sup>3</sup>/S)</b>
Av. Los Quillayes	Entrada Universidad de Oeste a Este, Frente a Gimnasio.	0.0085
Av. Las Camelias	Frente a Rectoría y Edificio Gantes.	0.0019
Av. Los Fresnos	Inicia entre canchas de tenis y Plaza, sigue su trayecto frente a Espacio 1202, Hasta llegar al CITEC.	0.0072
Av. Los Arrayanes	Comienza en Edificio Lab. Mecánica y termina en la tercera entrada de la universidad.	0.0052

Fuente: Elaboración Propia.

## 4 PATRÓN DE DRENAJE

### 4.1 Sistemas construidos

#### 4.1.1 Catastro de Canales

Tabla N°9. Canales identificados en el área de estudio

Nombre del Canal	Ubicación por Sector
Canal Av. Plátanos 1	Se ubica entre FACE y línea de árboles existente en Av. Los Plátanos .
Canal Av. Plátanos 2	Comienza frente a Escuela de Construcción continua a lo largo de Av. Los Plátanos .
Canal Casino-Estero	Comienza en calle Los Arrayanes frente al Casino, siguiendo por entre los edificios Madera Industrial, continuando por calle Los Quillayes para descargar en el Estero Nonguén.
Canal Estero Atrás	Comienza en el laboratorio de Construcción sigue su trayecto paralelo al Estero Nonguén.
Canal Los Fresnos	Comienza frente a Bienestar Estudiantil a lo largo de Calle Los Fresnos.
Canal Pasto	Comienza en FEUBB hasta llegar al espacio 1202.
Canal Multicanchas	Entre Canchas de Tenis y Parque de Calistenia, se extiende hasta la altura del Gimnasio.
Canal Estero Gimnasio	Está entre Gimnasio y Cancha de Rugby.
Canal Cancha Rugby	Se encuentra paralelos a Cancha de Rugby y Fútbol por su extremo lateral.
Canal Casino	Comienza en la parte trasera del Casino.
Canal Frente Casino	Comienza paralelo a la calle Los Quillayes frente al Casino.

Fuente: Elaboración Propia.

Para caracterizar los canales identificados anteriormente, se consignaron Tablas resúmenes de la información presentada, las que contienen los siguientes atributos:

- Nombre del canal identificado.
- Ubicación del canal, designado de acuerdo a planos de la universidad.
- Tramos en los cuales se particionó el canal, indicándose el km inicial y final del



tramo respectivo.

- Longitud de cada tramo de canal y una descripción del tramo del canal.
- Longitud total de canal.
- Punto de origen y punto de descarga.

Con base en estos atributos, la Tabla N° 10 entrega la caracterización de los canales identificados en el área del estudio y el plano A contiene la ubicación de cada uno de ellos.

Tabla N°10. Catastro de Canales

Nombre	Tramo			Longitud Tramo (m)		Longitud Total (m)	Punto de Origen	Punto de Descarga
	Nº	km. ini.	km. fin.	Total	Descripción			
Canal Av. Plátanos 1	1	0	0.0874	87.4	Primeros tramos abierto en tierra y con restos vegetales, revestido de hormigón	333	Costado Sur Av. Los Platanos	Biblioteca
	2	0.0874	0.246	246	Tubería de cemento comprimido de 40 cm de diámetro		Biblioteca	Camara Ing. En Construcción
Canal Av. Plátanos 2	1	0	0.068	68	Revestido de Hormigón	332	Ing en Construcción	Cámara afueras de Arquitectura
	2	0.068	0.264	264	Tubería de cemento comprimido 50 cm de diámetro		Cámara afueras de Arquitectura	Colector Av. Collao D=600 mm
Canal Casino-Estero	1	0	0.149	149	En tierra con mucha vegetación revestido con pasto	523	Frente al casino por Calle Los Arrayanes	Colector de cemento comprimido en vértice sur poniente del edificio Ingeniería Industrial D=700 mm
	2	0.149	0.374	374	Ducto con canaleta en tierra		Colector de cemento comprimido en vértice sur poniente del edificio Ingeniería Industrial D=700 mm	Estero Nonguén
Canal Estero Atrás	1	0	0.089	89	Robustas vegetaciones en sus taludes y mucha basura	179	Laboratorio de Construccion	Zona Sur Cancha de Rugby
	2	0.089	0.09	90	Robustas vegetaciones en sus taludes y mucha basura		Zona Sur Cancha de Rugby	Zona de Acumulacion de Aguas
Canal Los Fresnos	1	0	0.0475	47.5	Canal revestido con pasto, rodeado de vegetación, presenta un tramo de cemento comprimido d= 30 cm	47.5	Frente a Bienestar Estudiantil	Empalme Ingeniería Industrial
Canal Pasto	1	0	0.104	104	Revestido en pasto	130	Frente a FEUBB	Espacio 1202
	2	0.104	0.026	26	Ducto de cemento comprimido el cual atraviesa un paso vehicular d=500 mm			
Canal Multicancha	1	0	0.15	150	Revestido en pasto, posee dos atravesos de cemento comprimido y en sus claves losa de hormigon que permite el paso de personas	150	Entre cancha de tenis y parque Calistenia	Gimnasio
Canal Gimnasio	1	0	0.107	107	Revestido en pasto, rodeado de vegetacion	107	Entre Gimnasio y Cancha de Rugby	Estero Nonguén
Canal Casino	1	0	0.11	110	Revestido de Hormigón	110	Parte trasera del Casino	Canal Casino-Estero
Canal Cancha Rugby	1	0	0.115	115	Revestido de pasto y vegetacion	115	A un costado de la cancha de Rugby	Canal Multicancha
Canal Frente Casino	1	0	0.065	65	Revestido de pasto y vegetacion	65	Comienza paralelo a la Calle Los	Canal Casino-Estero

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.1.2 Catastro de Sumideros

La tabla N° 11 indica las dimensiones, tipo y estado de los sumideros catastrados. La ubicación de cada uno de los sumideros existentes en el campus se encuentran en el plano A.

Tabla N°11. Catastro y Características de los Sumideros.

Sumideros Identificación	Ubicación	Dimensiones (m)			Tipo	Estado	
		Largo	Ancho	Alto	Sumidero	Enfierradura	Interior
S1	Est. Acceso Secundario	0.98	0.41	1.05	Horizontal	Regular Estado	Basura y poca arena
S2	Est. Acceso Secundario	0.98	0.41	1.12	Horizontal	Regular Estado	Basura y poca arena
S3	Estacionamiento FACE	0.98	0.41	0.45	Mixto	Buen Estado	Poca basura y arena
S4-a	Estacionamiento Gantes	0.98	0.78	0.84	Horizontal	Buen Estado	Poca basura y arena
S4-b	Estacionamiento Gantes	0.98	0.78	0.84	Horizontal	Buen Estado	Poca basura y arena
S5	Estac. Gantes (Doble)	0.98	0.52	0.7	Horizontal	Buen Estado	Poca basura y arena
S6	Calle Rectoría	0.98	0.78	0.54	Horizontal	Buen Estado	Poca basura y arena
S7	Av. Collao	0.98	0.41	0.57	Horizontal	Mal estado	Basura. Tapado
S8	Av. Collao c/ calle FACE	0.62	0.41	0.52	Horizontal	Regular Estado	Basura y bastante arena
S9	Av. Collao c/ Calle FACE	0.62	0.41	0.42	Horizontal	Regular Estado	Basura y bastante arena
S10	Av. Los Quillayes frente del gimnasio	0.98	1	1	Horizontal	Regular Estado	Basura y arena

S11	Plaza frente Arquitectura y Edificio Gantes	0.7	0.7	0.75	Circular	Regular Estado	Poca basura y arena
S12	Plaza de la democracia	2	0.41	0.7	Horizontal	Regular Estado	Poca basura y arena
S13	Plaza de la democracia	2	0.41	0.6	Horizontal	Regular Estado	Poca basura y arena
S14	Plaza de la democracia	2	0.41	0.55	Horizontal	Regular Estado	Poca basura y arena
S15	Plaza de la democracia	0.4	0.41	0.55	Horizontal	Regular Estado	Poca basura y arena
S16	Av. Los arrayanes frente al casino	0.98	0.45	1	Horizontal	Buen Estado	Limpio
S17	Av. Los arrayanes frente al casino	0.98	0.45	1.1	Horizontal	Buen Estado	Limpio
S18	Estacionamiento entre DDE y Espacio 1202	0.98	0.41	0.8	Horizontal	Regular Estado	Poca basura y arena

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3 Catastro de Pozos de Infiltración

Tabla N°12. Catastro y Características de los Pozos de Infiltración.

Edificio	Área Aportante (m <sup>2</sup> )	Pozo Circular		Pozo Rectangular		Estado
		n° pozos	Diámetro (m)	n° pozos	dimensión	
CITEC	368	6	0.4			Bueno
Laboratorio construcción	244	3	1			Bueno
Gantes	1687	14	1			Bueno
AB	643	8	1			Bueno
Servicio Estudiantil	900	24	0.6			Bueno
Espacio 1202	627	6	0.6			Bueno
PTM	3116	20	0.6			Bueno
Gimnasio	1450	20	0.6			Bueno

Trabajo Social	2033	16	0.8			Regular
Ingeniería Industrial	1794	12	1			Bueno
Aulas AA	500	16	0.6			Bueno
Políticas Públicas	955	15	0.6			Regular
Arquitectura	1225	12	0.5			Regular
Ing. Construcción	844	10	0.8			Regular
Paraninfo	179	2	0.4			Regular
Ing. Mecánica	2067	8	0.4			Regular
FACE	1407	20	0.8			Regular
Aulas AC	1375	10	1			Bueno
Fac. Arquitectura	494	18	0.6			Bueno
Teatro	216	60	0.6			Regular
Estudios Generales	522	8	0.8			Regular
Lab. FACE	493	6	0.8			Regular
FEUBB	240	2	0.6			Bueno
Ing. Maderas	538	6	0.4			Bueno
Diseño Industrial	700	6	0.4			Bueno
Ext Diseño	340	6	0.8			Bueno
CIMUBB	520	7	0.8			Bueno
Edificio de Pregrado/rectoría/ciencias	1097	12	2.2	1 y 1	40x65 y 60x60	Bueno
Departamento de ingeniería Mecánica (oficinas)	295			6	60x20	Bueno
Edificio Estudio Metodológico	206	4	0.6	1	94x165	Bueno
Aula Magna	581					Bueno
Biblioteca	482			3 y 1	1x1.8x1.5 y 1x1.8x1	Regular
Edificio Sistema Territorial	247	6	0.6			Bueno
Departamento de ingeniería Mecánica (salas de estudios)	90	2	0.6			Bueno
Casino	116	2	0.62			Bueno
CIPA	181	2	0.6			Bueno
Laboratorio Ing. Mecánica	732	5	0.6			Bueno
Taller de Título	213	6	0.8			Regular

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Sistemas no Construidos

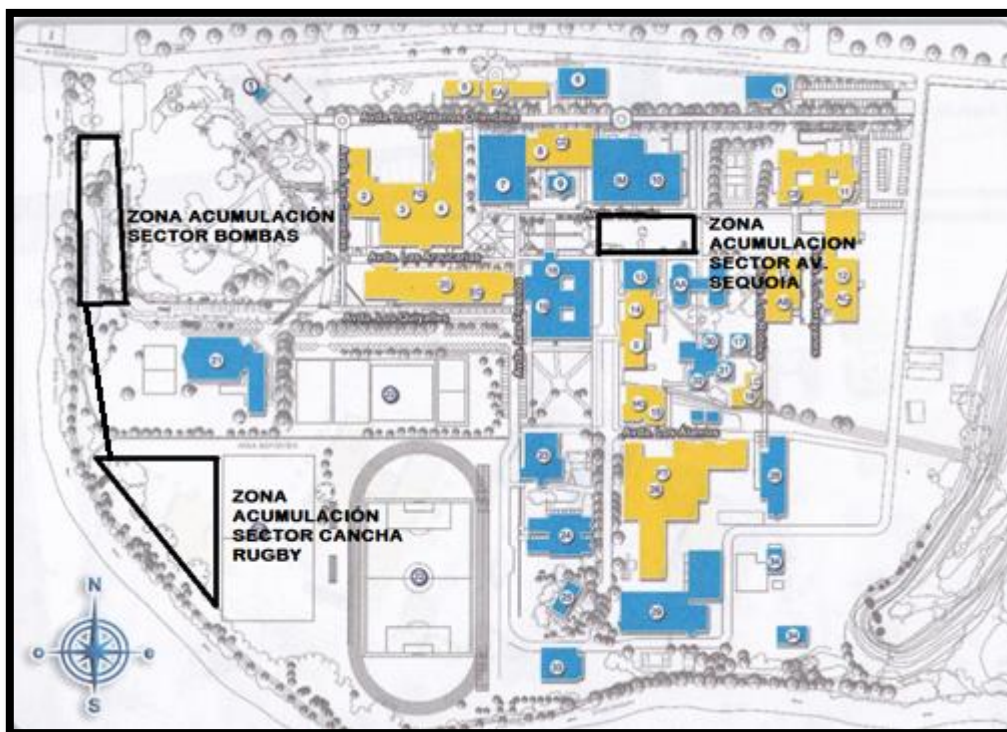


FIGURA N°5: Zonas de Acumulación de aguas lluvias en la Universidad del Bío-Bío  
Fuente: Elaboración propia

### 4.2.1 Zona Acumulación Sector Bombas-Estacionamiento Estero

Esta zona presenta una gran extensión, en donde su volumen máximo de retención es cercano a los 850 m<sup>3</sup> (ver figura 6). Está formada por abundante vegetación y fondo pantanoso, que muestra claras evidencias de una alta humedad en el suelo, lo que indica que, por efectos de capilaridad del suelo, el agua proveniente del estero Nonguén influye en aquel sector.



FIGURA N°6: Zonas de Acumulación Sector Bomba  
Fuente: González, 2011

#### 4.2.2 Zona acumulación Sector Poniente Cancha Rugby

Esta zona se encuentra en la parte poniente de la cancha de Rugby y está colindante al estero Nonguén. Su superficie es regularmente plana y presenta un gran talud en su parte en común con el estero. Posee un volumen máximo de acumulación de 1000 m<sup>3</sup> (ver Figura 7)



FIGURA N°7: Zonas de Acumulación Sector Cancha Rugby  
Fuente: "González, 2011"



### 4.2.3 Zona acumulación Sector Av. Sequoia

Esta zona se encuentra en un sector central de la Universidad específicamente en la Av. Sequoia entre el edificio de mecánica y las salas de estudio AOX. Su superficie no es regular y presenta una cota bastante inferior frente a la avenida peatonal Sequoia. Posee un volumen máximo de acumulación de 220 m<sup>3</sup> (ver Figura 8).



FIGURA N°8: Zonas de Acumulación Sector Av. Sequoia  
Fuente: Elaboración Propia.

## **5 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

En los acápite que siguen, se señalan los antecedentes considerados en las etapas iniciales del estudio para efectuar una primera identificación y diagnóstico preliminar de los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en el área de estudio, con el objeto de orientar el contenido y alcance de los análisis más específicos que al respecto se desarrollan más adelante.

### **5.1 Identificación de Problemas y Diagnóstico Preliminar en el Sector de Estudio**

Se elabora aquí una descripción de los principales problemas de aguas lluvias detectados en la Universidad del Bío-Bío, campus Concepción, en la cual se ha considerado una inspección visual la que fue permanente durante el desarrollo del estudio. A medida que estos reconocimientos se fueron haciendo, se fue complementando y mejorando la información inicial entregada por González (2011). Realizando una evaluación del sistema de evacuación de aguas lluvias de la Universidad. A continuación, se mencionan los <principales lugares donde se han detectado problemas, evaluando en base a los antecedentes disponibles, además se realiza un diagnóstico preliminar de la situación.

El campus Concepción de la Universidad del Bío-Bío, presenta tres formas de evacuación de sus aguas lluvias como lo son canales, pozos de infiltración y sumideros. Los que presentan en algunos casos inconvenientes al momento de efectuar su función ya que no fueron diseñados correctamente o su mantención no es la adecuada lo que trae consigo riesgos de inundación.

La Universidad actualmente cuenta con siete líneas de evacuación mediante canales las que principalmente presenta deficiencias por sus bajas pendientes longitudinales lo que impide su escurrimiento adecuado, además de poseer diferentes secciones en un mismo canal provocando riesgos de desbordamientos. Por último, la rugosidad que poseen algunos canales no es la más óptima, ya que en algunos casos se presenta mucha



vegetación y basura, lo cual genera que el gasto de aguas lluvias que escurre no tenga el tránsito adecuado.

Con respecto a los pozos de infiltración La mayoría de las techumbres de las edificaciones de la Universidad cuenta con este sistema las que no presentan un diseño de ingeniería ya que no cumplen con los requisitos mínimos admisibles porque los pozos que se construyen en la cotidianidad poseen profundidades de 2 a 6 metros, valor que no se encuentra en ningún pozo de la totalidad de la universidad. Por lo que esta etapa de almacenamiento temporal posee un rendimiento bastante deficiente.

Los sumideros son los responsables de captar las aguas lluvias provenientes del escurrimiento superficial en calles, calzadas u otras obras de pavimentación. Es por ello que se revisó la existencia de estos dispositivos al interior de la Universidad, los cuales presentan un correcto funcionamiento hidráulico. En ninguno de ellos se presentaron deficiencias, ya que se verificó su comportamiento para los periodos de retorno 2, 5, 10, 50 y 100 años.

## **5.2 Metodología de Modelación del Diagnóstico**

Para evaluar el comportamiento de las redes de aguas lluvias existentes en el campus se utilizaron tres metodologías distintas correspondientes a cada patrón de drenaje, esto es para canales, sumideros y pozos de infiltración.

### **5.2.1 Metodología para Canales**

Para los canales el diagnóstico cuantitativo de la infraestructura existente, se efectuó por medio de una simulación computacional de su comportamiento y capacidad hidráulica, y sobre la base de los antecedentes obtenidos del catastro de los sistemas. Para la simulación, se utilizó el modelo en Hec-Ras, aplicando el Método Racional. Este modelo permitió simular el comportamiento para lluvias de diseño de Período de Retorno de 2, y 100 años. Los resultados detallados de este diagnóstico, para la situación actual y futura

y para cada uno de los Períodos de Retorno, (T) se encuentra en el ítem 4.5 del anexo B.

## 5.2.2 Metodología para Sumideros- Estacionamientos

Para evaluar el comportamiento de los sumideros frente a las aguas lluvias existentes en la Universidad, se comenzó con una recolección de datos en terreno; primeramente un catastro de los sumideros existentes, en donde se describió su ubicación, tipo y dimensiones; el levantamiento topográfico, necesario para determinar pendientes longitudinales y transversales de la calzada y la medición de variables de operación de los sumideros, asociadas a los caudales generados por las lluvias que precipitan sobre la cuenca aportante a cada sumidero

La modelación de los sumideros involucra variables como capacidad máxima, ancho superficial, profundidad, velocidad de escurrimiento y geometría de rejillas.

### 5.2.2.1 Capacidad Máxima de Sumideros

La capacidad máxima de los sumideros depende del tipo, tamaño y diseño de la rejilla. Su capacidad se puede estimar suponiendo que funcionan hidráulicamente como vertederos para pequeñas alturas de agua o como orificios para alturas mayores.

Un sumidero horizontal de largo  $L$  y ancho  $b$ , en metros, con una rejilla de área de aberturas  $A$ , en metros cuadrados, puede evacuar como máximo un caudal  $Q_m$  [ $m^3/s$ ]:

$$Q_m = 1,66(L + 2b)h^{1,5} \quad \text{sí funciona como vertedero: } h < 1,6 \frac{A}{L+2b}$$

$$Q_m = 2,66h^{0,5} \quad \text{sí funciona como orificio: } h \geq 1,6 \frac{A}{L+2b}$$

Donde  $h$  es la profundidad del escurrimiento en la calle frente al sumidero, en metros.

Un sumidero lateral de largo  $L$  y altura de abertura  $a$ , en metros, puede evacuar como máximo un caudal  $Q_m$  [ $m^3/s$ ]:

$$Q_m = 1,27Lh^{1.5} \quad \text{si funciona como vertedero:} \quad h < a$$

$$Q_m = 2,66Lah^{0.5} \quad \text{si funciona como orificio:} \quad h \geq a$$

Colocados en una calle con pendiente no siempre logran captar toda el agua que viene por ellas, aunque teóricamente dispongan de capacidad para ello. En realidad, los sumideros captan sólo parte del escurrimiento que escurre por la cuneta, la fracción no captada escurre aguas abajo y debe agregarse al caudal que recibe la calle, quedando por lo tanto para el siguiente sumidero (MINVU, 2005).

### 5.2.2.2 Ancho Superficial, Profundidad y Velocidad De Escurrimiento

Los valores de ancho superficial, profundidad y velocidad media de escurrimiento son utilizados por la Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructura de Aguas Lluvias, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, como parámetros para el funcionamiento del sumidero.

Se procedió a medir el ancho superficial del escurrimiento generado por las tormentas de diseño a la entrada y a la salida de los sumideros. Se considera el ancho superficial como el ancho de la sección en la superficie libre del escurrimiento, medida desde el borde externo de la solera hacia la calzada, en forma perpendicular a la dirección del flujo.

La profundidad del escurrimiento se deduce a partir del ancho superficial mediante la geometría de la sección. Las demás variables, tales como velocidad media y caudal se deducen a partir de la aplicación de la fórmula de Chezy-Manning.

- La expresión más simple de la fórmula de Manning se refiere al coeficiente de Chezy

$$C = \frac{1}{n} R(h)^{\frac{1}{6}}$$

- De donde, por sustitución en la fórmula de Chezy

$$V(h) = C \sqrt{R(h) * S}$$

Se deduce su fórmula más habitual

$$V(h) = \frac{1}{n} R(h)^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

O

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

### 5.2.3 Metodología para Pozos de Infiltración

Para llevar a cabo el modelo de los pozos de infiltración primero se hizo un análisis hidrológico de la zona de estudios, el cual considera las precipitaciones de diseño de 24 horas de duración y períodos de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100 años. De las curvas IDF obtenidas se extrajo la intensidad y precipitaciones de los respectivos periodos de retorno.

Para el diseño de los pozos de utiliza un periodo de retorno de 5 años puesto que en el campus existe una red de drenaje desarrollada mientras que la verificación se realiza para un periodo de retorno de 100 años.

La modelación de los pozos de infiltración además de duración, intensidad y precipitación involucra las variables como el área aportante, Volumen del afluente, Caudal de Infiltración, Volumen de Infiltración, Volumen almacenado y Volumen Geométrico.

El área aportante se estima como la suma de las superficies impermeables que drenan hacia los pozos de infiltración.

El volumen del afluente se determina mediante lo establecido en el manual técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias, el cual para un tiempo t se calcula como:

$$Vafl = 1.25 * 0.001 * C * I * A * t$$

Donde I es la intensidad en (mm/hora), A el área aportante en m<sup>2</sup> y t el tiempo (horas) y C es el coeficiente de escorrentía superficial del área total aportante, valor presente en la tabla 13.

Tabla N° 13. Coeficiente de escorrentía

Tipo de superficie	Coeficiente		
	Mínimo	Medio	Máximo
<b>Calles</b>			
Asfalto no poroso	0,70	0,82	0,95
Hormigón	0,80	0,87	0,95
Adoquín de cemento sobre arena	0,50	0,60	0,70
Maicillo, ladrillo	0,30	0,40	0,50
<b>Techos</b>			
Zinc, latón, metálicos en general	0,85	0,90	0,95
Tejas, pizarras, cemento asbesto	0,70	0,80	0,90
<b>Patios</b>			
Baldosas, hormigón	0,80	0,87	0,95
Tierra, sin cobertura	0,50	0,60	0,70
<b>Parques, plazas y jardines</b>			
Prados, suelo arenoso	0,05	0,12	0,20
Prados, suelo arcilloso	0,15	0,25	0,35

Fuente: SERVIU, 2007

El volumen infiltrado se determina mediante la ecuación señalada en el manual técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias.

$$Vinf(t) = 0.001 * Cs * f * t * \pi * D * h$$

Donde el f es la capacidad de infiltración obtenida a través de ensayos Porchet en distintos sectores del campus presentado en la tabla, además se adjunta en el ítem 4.3 del Anexo B. Cs es el coeficiente del pozo, t es el tiempo en horas, D diámetro y h la altura del pozo.

Tabla N°14. Capacidad de infiltración

Nº ensayo	Ubicación	Fecha Ensayo	Tipo Suelo	Infiltración (mm/hr)
1	Edificio AB	15/Dic/2010	Limo-Arcilloso	10
2	Edificio FACE	15/Dic/2010	Limo-Arenoso	52
3	Edificio Gantes	29/Ene/2011	Arena-Limosa	156
4	Edificio Ing. Maderas	29/Ene/2011	Limo-Grava	92

Fuente: González, 2011

El volumen almacenado se obtiene como la diferencia entre el volumen del afluente y el volumen infiltrado.

El Caudal de infiltración para una profundidad  $h$  se estima mediante la ecuación presente en el manual técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos, esto es:

$$Q_{inf} = 0.001 * f * C_s * \pi * D * h$$

El volumen geométrico ( $m^3$ ) se determina en función de las dimensiones del pozo (manual técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos). Para pozos de forma cilíndrica:

$$V = \pi * R^2 * h * 0.3 * N^{\circ}Pozos$$

siendo  $R$  es el radio medio de la sección transversal (m) y  $h$  es la profundidad útil del pozo (m). El 0.3 presente en la fórmula se debe a que los pozos pueden estar o no rellenos de material. Los materiales normalmente utilizados para el relleno son piedras partidas, ya sea bolones, ripios o gravas, de granulometría uniforme y una porosidad mayor que un 30%.

Finalmente, para el diseño y verificación de estos para los 5 y 100 años período de retorno se debe usar la siguiente lógica, si el volumen almacenado es mayor al volumen geométrico el diseño de los pozos no cumple y por ende hay que darle solución.

### 5.3 Resultados del diagnóstico

#### 5.3.1 Resultados Canales

Tabla N°15. Resultados Canales para 2 años periodo de retorno

Nombre del Canal	Área Aportante	Longitud	Caudal t=2 años	Caudal t=100 años	Verificación	Verificación
	(m <sup>2</sup> )	(m)	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	T=2 años	T=100 años
Canal Av. Plátanos 1	7647	87.4	0.039	0.14	Cumple	No Cumple
Canal Av. Plátanos 2	7647	87.4	0.039	0.14	Cumple	No Cumple
Canal Casino- Estero	12258.5	106.4	0.064	0.32	No Cumple	No Cumple
Canal Estero Atrás	7920	108.3	0.015	0.06	No Cumple	No Cumple
Canal Estero Atrás (continuación)	6683	89.5	0.014	0.04	No Cumple	No Cumple
Canal Los Fresnos	6177	41	0.037	0.091	Cumple	Cumple
Canal Pasto	8981	103.8	0.039	0.1	Cumple	No Cumple
Canal Multicancha	15879.25	73.2	0.07	0.18	No Cumple	No Cumple
Canal Estero Gimnasio	15938.75	45.6	0.039	0.11	Cumple	Cumple
Canal Sector Gimnasio (continuación)	8805.5	106.4	0.03	0.28	Cumple	No Cumple
Canal Cancha Rugby	4540	119.4	0.018	0.049	No Cumple	No Cumple
Canal Casino	3336.85	110	0.032	0.087	Cumple	Cumple
Canal Frente Casino	1173.68	63.2	0.014	0.039	No Cumple	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

#### 5.3.2 Resultados Sumideros

Tabla N°16. Resultados Sumideros para 2 años periodo de retorno

Sumidero	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	QmH	QmL	EL	EH	QmTOT AL	ETOT AL	Qs	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)			(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,002	0,30	0,02	0,79	0,215	0,011	---	---	0,98	0,011	0,98	0,011	Cumple
S2	265	0,002	0,30	0,02	0,79	0,215	0,011	---	---	0,98	0,011	0,98	0,011	Cumple
S3	768	0,006	0,35	0,03	0,86	0,198	0,019	0,012	1,0	0,98	0,031	1,98	0,060	Cumple
S4-a	456	0,003	0,35	0,03	0,94	0,261	0,014	---	---	0,96	0,014	0,96	0,014	Cumple
S4-b	2324	0,018	0,34	0,05	1,30	0,258	0,036	---	---	0,93	0,036	0,93	0,033	Cumple

S5	300	0,002	0,35	0,02	0,80	0,235	0,011	---	---	0,97	0,011	0,97	<b>0,011</b>	<b>Cumple</b>
S6	896	0,007	0,40	0,04	1,18	0,162	0,020	---	---	0,97	0,020	0,97	<b>0,019</b>	<b>Cumple</b>
S7	852	0,006	0,35	0,04	1,19	0,152	0,020	---	---	0,97	0,020	0,97	<b>0,020</b>	<b>Cumple</b>
S8	576	0,004	0,35	0,03	1,02	0,138	0,016	---	---	0,98	0,016	0,98	<b>0,016</b>	<b>Cumple</b>
S9	576	0,004	0,35	0,03	1,02	0,138	0,016	---	---	0,98	0,016	0,98	<b>0,016</b>	<b>Cumple</b>
S10	1697.4	0.035	0.37	0.07	2.35	0.43	0.096	---	---	0.93	0.096	0.93	0.096	<b>Cumple</b>
S11	160.22	0.003	0.98	0.02	0.81	0.34	0.013	---	---	0.99	0.013	0.99	0.013	<b>Cumple</b>
S12	600.31	0.009	0.03	0.09	2.94	0.07	0.122	---	---	0.99	0.122	0.99	0.122	<b>Cumple</b>
S13	600.31	0.009	0.03	0.09	2.94	0.07	0.122	---	---	0.99	0.122	0.99	0.122	<b>Cumple</b>
S14	600.31	0.009	0.03	0.09	2.94	0.07	0.122	---	---	0.99	0.122	0.99	0.122	<b>Cumple</b>
S15	600.31	0.009	0.03	0.09	2.94	0.07	0.052	---	---	0.89	0.052	0.89	0.052	<b>Cumple</b>
S16	460	0.010	0.49	0.041	1.36	0.348	0.026	---	---	0.90	0.026	0.90	0.023	<b>Cumple</b>
S17	302	0.006	0.49	0.035	1.16	0.313	0.020	---	---	0.93	0.020	0.93	0.019	<b>Cumple</b>
S18	617	0.013	0.52	0.045	1.50	0.383	0.028	---	---	0.85	0.028	0.85	0.024	<b>Cumple</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°17. Resultados Sumideros para 100 años periodo de retorno

Sumidero	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	Q Mh	Q MI	EL	EH	Qm TOTAL	QS	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)			(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,006	0,30	0,04	1,22	0,288	0,021	---	---	0,92	0,021	0,019	Cumple
S2	265	0,006	0,30	0,04	1,22	0,288	0,021	---	---	0,92	0,021	0,019	Cumple
S3	768	0,019	0,35	0,05	1,33	0,265	0,037	0,018	1,0	0,92	0,055	0,105	Cumple
S4-a	456	0,011	0,35	0,04	1,46	0,349	0,027	---	---	0,87	0,027	0,024	Cumple
S4-b	2324	0,057	0,34	0,08	2,02	0,346	0,069	---	---	0,84	0,069	0,057	Cumple
S5	300	0,007	0,35	0,04	1,24	0,314	0,022	---	---	0,91	0,022	0,020	Cumple
S6	896	0,022	0,40	0,05	1,83	0,217	0,038	---	---	0,92	0,038	0,035	Cumple



S7	852	0,021	0,35	0,06	1,84	0,204	0,039	---	---	0,93	0,039	0,036	Cumple
S8	576	0,014	0,35	0,05	1,59	0,185	0,031	---	---	0,95	0,031	0,029	Cumple
S9	576	0,014	0,35	0,05	1,59	0,185	0,031	---	---	0,95	0,031	0,029	Cumple
S10	1697	0,079	0,004	0,095	3,181	0,523	0,152	----	----	0,851	0,152	0,152	Cumple
S11	160	0,007	0,010	0,033	1,093	0,418	0,021	----	----	0,963	0,021	0,021	Cumple
S12	600	0,021	0,000	0,119	3,979	0,086	0,192	----	----	0,995	0,192	0,192	Cumple
S13	600	0,021	0,000	0,119	3,979	0,086	0,192	----	----	0,995	0,192	0,192	Cumple
S14	600	0,021	0,000	0,119	3,979	0,086	0,192	----	----	0,995	0,192	0,192	Cumple
S15	600	0,021	0,000	0,119	3,979	0,086	0,082	----	----	0,837	0,082	0,082	Cumple
S16	460	0,022	0,49	0,055	1,84	0,425	0,040	----	----	0,819	0,040	0,033	Cumple
S17	302	0,014	0,49	0,047	1,57	0,383	0,032	----	----	0,862	0,032	0,027	Cumple
S18	617	0,029	0,52	0,061	2,03	0,468	0,044	----	----	0,764	0,044	0,034	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.3 Resultados Pozos de Infiltración

Tras aplicar la metodología mencionada en 5.2.3 se obtienen los siguientes resultados correspondientes a los pozos de infiltración de todos los edificios existentes en la Universidad del Bío-Bío. En el acápite 4.3 del Anexo B se adjuntan en detalle los resultados.

Tabla N°18. Resultados Pozos de Infiltración T=2 Años

Edificio	F	Vol Afluyente	Vol Infil.	Vol Alm.	Vol Geom.	Vol Exca.	Verificación
ID	mm/hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
Taller de Título	52	5.53	3.14	2.39	0.90	1.49	NO CUMPLE
Dpto. Ing. Mecánica (Lab)	156	20.52	7.06	13.46	0.42	13.04	NO CUMPLE
CIPA	156	12.68	7.06	5.62	0.17	5.45	NO CUMPLE
Casino	52	9.03	2.43	6.60	0.18	6.42	NO CUMPLE
Sistema Territorial	52	5.76	2.35	3.41	0.51	2.90	NO CUMPLE
Dpto. Ing. Mecánica Sala de Estudio	52	6.33	2.35	3.98	0.17	3.81	NO CUMPLE
Rectoría/Ciencias/Pregrado	52	10.98	4.65	6.32	4.64	1.68	NO CUMPLE
Dpto. Ing. Mecánica Sala de Profesores	52	6.89	1.53	5.36	0.06	5.30	NO CUMPLE
Estudio Metodológico	10	5.77	1.15	4.62	2.75	1.87	NO CUMPLE
Biblioteca	52	11.26	8.60	2.67	2.70	-0.03	CUMPLE
CITEC	52	6.57	1.57	5	0.23	4.77	NO CUMPLE
Lab. Construcción	52	8.71	3.92	4.79	0.45	4.34	NO CUMPLE
Edificio Gantes	156	12.91	11.76	1.15	3.3	0.76	CUMPLE
Aulas AB	10	6.89	0.75	6.13	2.36	3.78	NO CUMPLE
Servicio Estudiantil	92	4.02	4.16	1.09	2.03	-0.94	CUMPLE
Espacio 1202	92	11.19	4.16	7.03	0.51	6.52	NO CUMPLE
P.T.M.	92	16.69	4.16	12.53	1.69	10.84	NO CUMPLE
Gimnasio	156	7.76	7.05	0.71	1.69	0.76	NO CUMPLE
Trabajo Social	156	13.61	9.4	5.53	2.41	3.12	NO CUMPLE
Ing. Industrial	52	16.01	3.92	12.09	2.83	9.26	NO CUMPLE
Aulas AA	92	3.35	4.16	0.85	1.36	-0.51	CUMPLE
Políticas Públicas	52	6.82	2.35	4.47	1.27	3.2	NO CUMPLE
Escuela Arquitectura	52	10.93	1.96	8.97	0.71	8.26	NO CUMPLE
Ing. Construcción	52	9.04	3.13	5.9	1.51	4.39	NO CUMPLE
Paraninfo	52	9.59	1.57	8.02	0.07	7.95	NO CUMPLE
Ing. Mecánica	52	27.67	1.57	26.1	0.3	25.8	NO CUMPLE
FACE	52	7.53	3.13	4.4	3.01	1.39	NO CUMPLE
Fac. Arquitectura	52	2.94	2.35	1.06	1.53	-0.47	CUMPLE
Estudios Generales	52	6.99	3.13	3.85	1.2	2.65	NO CUMPLE
Lab. FACE	52	8.8	3.13	5.67	0.9	4.77	NO CUMPLE
FEUBB	92	12.85	4.16	8.69	0.17	8.52	NO CUMPLE
Ing. Maderas	92	9.6	2.77	6.83	0.23	6.6	NO CUMPLE
Esc. Diseño Industrial	52	12.5	1.57	10.93	0.23	10.7	NO CUMPLE
Ext. Diseño Industrial	52	6.07	3.3	2.93	0.9	2.03	NO CUMPLE
CIMUBB	52	7.96	3.13	4.82	1.05	3.77	NO CUMPLE
Teatro	10	5.78	0.45	5.33	0.34	4.99	NO CUMPLE
Aulas AC	10	14.73	0.75	13.97	2.36	11.61	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°19. Resultados Pozos de Infiltración T=100 Años

EDIFICIO	F	Vol Afluyente	Vol Infil.	Vol Alm.	Vol Geom.	Vol Exca.	Verificación
ID	mm/hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
Taller de Título	52	10.07	3.14	6.94	0.90	6.04	NO CUMPLE
Dpto Ing. Mecánica (Lab)	156	37.38	7.06	30.33	0.42	29.91	NO CUMPLE
CIPA	156	23.11	7.06	16.05	0.17	15.88	NO CUMPLE
CASINO	52	14.81	2.43	12.38	0.18	12.20	NO CUMPLE
Sistema Territorial	52	10.50	2.35	8.15	0.51	7.64	NO CUMPLE
Dpto Ing.Mecánica Sala de Estudio	52	11.53	2.35	9.18	0.17	9.01	NO CUMPLE
Rectoría/Ciencias/Pregrado	52	20.00	4.65	15.35	4.64	10.71	NO CUMPLE
Dpto Ing Mecánica Sala de profesores	52	12.56	3.07	9.49	0.06	9.43	NO CUMPLE
Estudio Metodológico	10	10.51	1.15	9.36	2.75	6.61	NO CUMPLE
Biblioteca	52	20.52	8.60	11.93	2.70	9.23	NO CUMPLE
CITEC	52	14.79	1.57	13.22	0.23	12.99	NO CUMPLE
Lab. Const.	52	19.61	3.92	15.69	0.45	15.24	NO CUMPLE
Ed. Gantes	156	29.06	11.76	17.30	3.3	14.00	NO CUMPLE
Aulas AB	10	15.51	0.75	14.75	2.36	12.39	NO CUMPLE
Serv. Est.	92	9.04	4.16	4.88	2.03	2.85	NO CUMPLE
Espacio 1202	92	25.20	4.16	21.04	0.51	20.53	NO CUMPLE
P.T.M.	92	37.57	4.16	33.41	1.69	31.72	NO CUMPLE
Gimnasio	156	17.48	7.06	10.43	1.69	8.74	NO CUMPLE
Trabajo social	156	30.64	9.41	21.23	2.41	18.82	NO CUMPLE
Ing. Industrial	52	36.05	3.92	32.13	2.83	29.30	NO CUMPLE
Aulas AA	92	7.54	4.16	3.37	1.36	2.01	NO CUMPLE
Pol. Públicas	52	15.35	2.35	13.00	1.27	11.73	NO CUMPLE
Esc. Arq.	52	24.62	1.96	22.66	0.71	21.95	NO CUMPLE
Ing. Const.	52	20.35	3.14	17.22	1.51	15.71	NO CUMPLE
Paraninfo	52	21.58	1.57	20.02	0.07	19.95	NO CUMPLE
Ing. Mecánica	52	62.31	1.57	60.74	0.3	60.44	NO CUMPLE
FACE	52	16.97	3.14	13.83	3.01	10.82	NO CUMPLE
Fac. Arq.	52	6.62	2.35	4.27	1.53	2.74	NO CUMPLE
Est. Generales	52	15.74	3.14	12.60	1.2	11.40	NO CUMPLE
Lab. FACE	52	19.82	3.14	16.68	0.9	15.78	NO CUMPLE
FEUBB	92	28.94	4.16	24.78	0.17	24.61	NO CUMPLE
Ing. Maderas	92	21.62	2.77	18.85	0.23	18.62	NO CUMPLE
Esc. Dis. Ind.	52	28.14	1.57	26.57	0.23	26.34	NO CUMPLE
Ext. Dis. Ind.	52	13.67	3.14	10.53	0.9	9.63	NO CUMPLE
CIMUBB	52	17.92	3.14	14.78	1.05	13.73	NO CUMPLE
Teatro	10	13.02	0.45	12.57	0.34	12.23	NO CUMPLE
Aulas AC	10	33.16	0.75	32.41	2.36	30.05	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3.4 Resultados Estacionamientos

La Universidad cuenta con una serie de estacionamientos dentro del campus los ya antes mencionado en el ítem 3.3.1. En base a esto y a las mediciones topográficas realizadas, Los estacionamientos presentan las siguientes características.

Tabla N°20. Estacionamientos

EST N°	NOMBRE ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	Estacionamiento Laboratorio FACE	Posee un área de 875 m <sup>2</sup> , cubierto de Asfalto. Las aguas Lluvias escurren hacia un sumidero ubicado en su interior correspondiente al S3 de la tabla mencionada en ítem 4.1.2
2	Estacionamiento Biblioteca	Posee un área de 1918 m <sup>2</sup> , su terreno es irregular con diferentes pendientes lo que produce desniveles. Debido al tipo de suelo existente (Limo- Arenoso f=52 mm/hr) y a la escasa vegetación en su interior, las Aguas Lluvias se infiltran produciendo en épocas de lluvia pozas de agua y barro.
3	Estacionamiento Los Quillayes	La Calle Quillayes posee una longitud de 340 m, de asfalto, existiendo en ella 3 tramos con estacionamientos. El primer tramo posee un área 700 m <sup>2</sup> en donde el escurrimiento de las aguas se lleva a cabo en dirección a un brazo de canal que conecta con el Estero Nonguén. El segundo tramo posee un área de 667 m <sup>2</sup> y la dirección de sus aguas llega al mismo punto que el tramo uno. El tercer tramo es el que se encuentra entre edificio gantes y canchas de tenis. Posee un área total de 1192 m <sup>2</sup> y el agua escurre en dirección a los sumideros 5a y 5b señalados en el ítem 4.1.2
4	Estacionamiento Los Fresnos	El primer tramo de la calle Los fresnos posee estacionamientos de asfalto con un área de 400 m <sup>2</sup> . Las Aguas Lluvias escurren en dirección al canal pasto (identificado en la tabla 9 del Anexo A).  El segundo tramo posee un área de 200 m <sup>2</sup> . Estos corresponden a estacionamientos a base de gravilla permitiendo la infiltración de las aguas lluvias.
5	Estacionamiento CITEC	Posee un área de 194 m <sup>2</sup> . Al ser un Estacionamiento de Asfalto las aguas escurren hacia un tramo de la calle los fresnos con dirección a un pequeño brazo de canal que deposita las aguas en el canal estero atrás.
6	Estacionamiento Servicio Estudiantil y Espacio 1202	Este estacionamiento posee un área de 406 m <sup>2</sup> cubierto de asfalto en donde el escurrimiento de las aguas van en dirección al sumidero 18 descrito en el ítem 4.1.2.

7	Estacionamiento Diseño Industrial	Posee un área de 273 m <sup>2</sup> de asfalto. No presenta un escurrimiento hidráulico adecuado ya que las aguas lluvias no siguen una dirección hidráulica, por tanto, quedan estancadas.
8	Estacionamiento Edificio FACE	Posee un área de 665 m <sup>2</sup> . Parte del escurrimiento de las aguas se van hacia el Canal Los Plátanos y otra parte queda retenida por la nula pendiente de escurrimiento hacia algún colector.
9	Estacionamiento AC	Posee un área de 1289 m <sup>2</sup> . Está cubierta por gravilla por tanto las aguas Lluvias se infiltran.

Fuente: Elaboración Propia.

## 6 SOLUCIONES A INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En este capítulo se desarrolla técnicamente, las soluciones estructurales específicas que se proponen para solucionar los diversos problemas identificados en la etapa de diagnóstico y definidos conceptualmente en el Capítulo precedente.

Primeramente, se plantean las alternativas de solución identificadas. Luego en el punto 6.2 se desarrolla la Metodología Utilizada para el establecimiento de los Criterios de Diseño generales y específicos empleados para el dimensionamiento de las obras. En el punto 6.4, se resumen los principales resultados de la aplicación de la Simulación Hidráulica-Hidrológica efectuada para analizar cada solución y los dimensionamientos que resultan.

El Análisis y Selección de Soluciones, se incluye en el punto 6.4, junto con las conclusiones respectivas que permitan plantear una Planificación de Sistemas Propuestos.

### 6.1 Alternativas de Solución

En las alternativas de solución identificadas según el diagnóstico realizado en el Capítulo 5, se distinguen las siguientes dos categorías:

- Alternativas de Soluciones de Mejoramientos de Obras o Redes Colectoras Existentes (canales, sumideros y pozos de infiltración).
- Alternativas de Soluciones para las zonas que proyectan las futuras edificaciones del campus Concepción.

## **6.2 Metodología General de Análisis y Criterios de Diseño**

Con respecto al dimensionamiento de las nuevas obras, ello se inicia con la definición planimétrica de la red y de sus parámetros hidrológicos (áreas aportantes, tiempos de concentración y coeficientes de escorrentía), para luego definir en un perfil longitudinal, las cotas de terreno, radier y pendientes tentativas.

Con estos datos, más un predimensionamiento inicial de la sección requerida en cada tramo, se utiliza el Hec- Ras para, en un procedimiento de tanteo, variar las secciones y/o pendientes requeridas hasta cumplir los criterios de diseño impuestos.

En la mayoría de los casos, las redes se modelaron completas hasta su descarga al cauce natural, considerando como condición de borde en la descarga, los niveles de agua en el cauce, determinados previamente en este informe para cada período de retorno.

Las características de las alternativas de solución que se tuvieron en cuenta para seleccionarlas como muestras, se describen a continuación:

### **6.2.1 Escenario de Simulación para los Predimensionamientos**

El escenario de simulación corresponde a las siguientes características:

- Situación Futura, en cada área a proteger.

- Lluvia de diseño de duración total de 24 horas, correspondiente al Período de Retorno en análisis, y distribuida temporalmente, de acuerdo a un hietograma de diseño centrado.

## 6.2.2 Criterios de Diseño para Predimensionamientos

Cada simulación, en cada Período de Retorno en análisis, se inicia para un pre dimensionamiento inicial “de tanteo” de cada uno de los elementos del Sistema en Modelación, y de acuerdo a los resultados obtenidos, en dicho pre dimensionamiento de tanteo, se van cambiando las variables de diseño hasta que se cumplan todos los criterios de diseño impuestos previamente. Los criterios de diseño considerados (como objetivo de diseño), según lo establecido en el manual del MINVU (1996) son los siguientes:

### Pendientes mínimas

Se usa  $i \geq 0,002$

### Velocidades mínimas

Para tuberías:

- Para  $H=0,5 D \rightarrow V_{\min} \geq 0,6 \text{ m/s}$  (según Metcalf & Eddy, 1995) o bien
- Para  $Q_{\text{diseño}} \rightarrow V_{\min} = 0,9 \text{ m/s}$  (según José Dolz, 1997)

Para canales:  $V_{\min} = 0,5 \text{ m/s}$

### Rugosidad de ductos y canales

Tuberías nuevas	= 0,013
Tuberías existentes	= 0,014
Canales de tierra existentes	= 0,020 a 0,025 (ver catastros)

Canales nuevos con revestimientos de hormigón = 0,013

Canales con revestimiento de gaviones = 0,025

### **Velocidades máximas en ductos y canales revestidos**

$$V \leq 5,0 \text{ m/s}$$

### **Velocidades máximas en canales no revestidos**

$$V < 2,0 \text{ m/s}$$

### **Dimensionamiento hidráulico**

- Para  $Q_{\text{maxdiseño}}$  los ductos se dimensionan con  $h/D < 0,8$
- Para canales y secciones cajón, se deja una revancha mínima de 0,20 m (hasta su coronamiento de diseño)

### **Variación de diámetros**

El diámetro de un tramo no puede ser inferior al diámetro del tramo de aguas arriba.



## **6.3 Análisis y Selección de los Sistemas Alternativos de Solución para el Mejoramiento de Obras**

### **6.3.1 Criterios Aplicados y Metodología Utilizada**

En el proceso de análisis y selección de alternativas se seleccionarán por comparación económica – ambiental entre ellas, ya que se supone que cada una tiene una similar efectividad en lograr beneficios análogos equivalentes para el área en análisis.

Para tal comparación económica – ambiental, se consideran los siguientes atributos:

- Costos de inversión
- Viabilidad constructiva (Interferencias; espacios constructivos; etc.)
- Expropiaciones y Servidumbres.
- Flexibilidad para implementar la solución por etapas
- Impactos ambientales negativos durante la construcción y operación

### **6.3.2 Resultados Obtenidos**

Los resultados más detallados obtenidos de la simulación de las alternativas identificadas en el punto 6.2, se incluyen en el ítem 6.3.3.1. Mientras que la disposición general de las redes de colectores existentes y pozos de infiltración se presentan en el plano B.

A continuación, se explica, resumidamente cuáles serán las soluciones que se deben adoptar para que las infraestructuras existentes puedan cumplir con el diseño hidráulico en el área de Estudio.

### 6.3.2.1 Pozos de Infiltración

La tabla N°21 indica los resultados de las soluciones , en ella se presenta la situación actual y la situación mejorada.

Tabla N°21. Resultados Soluciones Pozos de Infiltración

EDIFICIOS	Situación Actual			Situación Mejorada		
	N°	$\phi$	Profundidad	N°	$\phi$	Profundidad
Taller de Título	6	0.8	1	6	0.8	1.6
Dpto Ing. Mecánica (Lab)	5	0.6	1	5	1	1.6
CIPA	2	0.6	1	2	0.8	1.6
CASINO	2	0.6	1	2	1	2
Sistema Territorial	6	0.6	1	6	0.8	1.6
Dpto Ing.Mecánica Sala de Estudio	2	0.6	1	2	1	1.6
Rectoría/Ciencias	12	1.2	1	12	1.2	1.6
Dpto. Ing Mecánica (Sala de profesores)	6	0.4	1	6	0.8	2
Estudio Metodológico	4	0.8	1	4	0.8	2
CITEC	6	0.4	1	6	0.8	2
Lab. Construcción	3	1	1	3	1	2
Aulas AB	10	1	1	10	1.2	2
Espacio 1202	6	0.6	1	6	0.8	2
P.T.M.	20	0.6	1	20	1	1.6
Gimnasio	20	0.6	1	20	0.8	1.6
Trabajo social	16	0.8	1	16	1	1
Ing. Industrial	12	1	1	12	1.2	2
Políticas Públicas	15	0.6	1	15	1	1
Esc. Arquitectura	12	0.5	1	12	1	2
Ing. Construcción	10	0.8	1	10	1	1.6
Paraninfo	2	0.4	1	2	1.2	2
Ing. Mecánica	8	0.4	1	13	1.2	2
FACE	20	0.8	1	20	1	1
Est. Generales	8	0.8	1	8	1	1.6
Lab. FACE	6	0.8	1	6	1	2
FEUBB	2	0.6	1	2	1	2
Ing. Maderas	6	0.4	1	6	0.8	1.6
Esc. Diseño Industrial	6	0.4	1	6	1.2	2
Ext. Diseño Industrial	6	0.8	1	6	1	1.6
CIMUBB	7	0.8	1	7	1	1.6
Teatro	4	0.6	1	6	1	2
Aulas AC	10	1	1	14	1.2	2

Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.2.2 Canales

**Canal Casino- Estero.** Posee una extensión de 106.4 m y un área aportante de 12258.5 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente, profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 1.4 m y una altura límite desde el borde libre de 0.41 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total de la sección debe ser de 0.65 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.0054. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

**Canal Estero Atrás.** Posee una extensión de 108.3 m y un área aportante de 7920 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente, profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 0.6 m y una altura límite desde el borde libre de 0.57 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total de la sección debe ser de 0.8 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.0065. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

**Canal Estero Atrás (continuación).** Posee una extensión de 89.5 m y un área aportante de 6683 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente, profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 1.56 m y una altura límite desde el borde libre de 0.75 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total

de la sección debe ser de 0.95 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.0038. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

**Canal Multicanchas.** Posee una extensión de 73.2 m y un área aportante de 15879.25 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente, profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 0.57 m y una altura límite desde el borde libre de 0.50 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total de la sección debe ser de 0.7 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.139. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

**Canal Cancha Rugby.** Posee una extensión de 119.4 m y un área aportante de 4540 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente, profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 1.6 m y una altura límite desde el borde libre de 1 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total de la sección debe ser de 1.2 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.0094. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

**Canal Frente Casino.** Posee una extensión de 63.2 m y un área aportante de 1173.68 m<sup>2</sup>, que hoy en día por sus características y diseño para un periodo de retorno de 2 años no permite el óptimo escurrimiento del agua ya que no se tiene la pendiente,

profundización, limpieza y/o material de revestimiento adecuado. Es por esto que se debe rediseñar considerando una base de 0.4 m y una altura límite desde el borde libre de 0.4 m. Además, se debe considerar una revancha de 20 cm, por lo tanto, la altura total de la sección debe ser de 0.60 m a lo largo de todo su tramo con una pendiente de 0.001. Realizando los cambios mencionados se entrega una solución acorde a la demanda de aguas lluvias del sector, teniendo en cuenta siempre que esto debe ir acompañado de una mantención periódica, de tal manera, de crear una alternativa de evacuación de buen rendimiento.

### **6.3.3 Análisis de los Resultados y Conclusiones de Selección de Alternativas**

La Tabla 19 contiene los principales resultados finales del proceso de simulación, pre dimensionamiento y estimación de costos además de la siguiente información pertinente de cada una de las soluciones planteadas y recomendadas para los efectos de los objetivos y alcances de este Capítulo:

- Identificación Estructura Existente
- Área tributaria directamente saneada
- Período de Retorno propuesto para el diseño
- Costo de Inversión del Sistema
- Otras Observaciones y Características

Un primer análisis de dichos resultados permite señalar las siguientes observaciones y conclusiones.

#### **6.3.3.1 Alternativas Técnicas**

El dimensionamiento de los pozos de infiltración y de sus elementos principales requiere disponer de las características del terreno y del suelo base, así como también de estudios hidrológicos.

Con respecto a los canales se puede considerar que al no estar revestido puede ser empleado como cauce abierto en el drenaje urbano de aguas lluvias. Esto ofrece varias ventajas sobre los demás tipos, entre las cuales está el proveer de un buen volumen de almacenamiento, tener bajas velocidades, presentar espacio para el desarrollo de flora y fauna local, su buena adaptación estética y paisajista al entorno, así como la posibilidad de obtener beneficios adicionales para recreación y generación de áreas verdes.

Tabla N° 22. Resultados de las Soluciones

Identificación Estructura Existente		Área Aportante (m2)	Longitudes L(m)	Diámetros D(mm)	T de diseño	Costo de Inversión ( \$ )
1.	Taller de título	213	----	800	5 Años	375.018
2.	Dpto. Ing. Mecánica (Lab)	732	----	1000	5 Años	482.166
3.	CIPA	181	----	800	5 Años	133.935
4.	Casino	116	----	1000	5 Años	241.083
5.	Sistema territorial	246	----	800	5 Años	401.805
6.	Dpto. Ing. Mecánica Sala de Estudio	90.3	----	1000	5 Años	214.296
7.	Rectoría/Ciencias/Pregrado	1096.5	----	1200	5 Años	1.366.140
8.	Dpto. Ing. Mecánica Sala de profesores	295	----	800	5 Años	482.166
9.	Estudio Metodológico	205.8	----	800	5 Años	321.444
10.	CITEC	368	----	800	5 Años	482.166
11.	Lab. Construcción	244	----	1000	5 Años	375.018
12.	Aulas AB	643	----	1200	5 Años	1.392.920
13.	Espacio 1202	627	----	800	5 Años	482.166
14.	P.T.M	3116	----	1000	5 Años	1.901.880
15.	Trabajo social	2033	----	1000	5 Años	1.044.690
16.	Ing. Industrial	1794	----	1200	5 Años	1.660.790
17.	Pol. Públicas	955	----	1000	5 Años	964.332
18.	Esc. Arq	1225	----	1000	5 Años	1.392.920
19.	Ing. Const	844	----	1000	5 Años	964.332
20.	Paraninfo	179	----	1200	5 Años	133.935
21.	Ing. Mecánica	2067	----	1200	5 Años	1.794.730
22.	FACE	1407	----	1000	5 Años	1.285.780

23.	Est. Generales	522	-----	1000	5 Años	776.823
24.	Lab. FACE	493	-----	1000	5 Años	696.462
25.	FEUBB	240	-----	1000	5 Años	241.083
26.	Ing. Maderas	538	-----	800	5 Años	401.805
27.	Esc. Diseño Industrial	700	-----	1200	5 Años	857.184
28.	Ext. Diseño Industrial	340	-----	1000	5 Años	589.314
29.	CIMUBB	520	-----	1000	5 Años	669.675
30.	Teatro	216	-----	1000	5 Años	696.462
31.	Aulas AC	1375	-----	1200	5 Años	1.928.660
32.	Canal Casino -Estero	12258.5	106.4	-----	2 Años	1.232.220
33.	Canal Estero Atrás	7920	108.3	-----	2 Años	991.119
34.	Canal Estero Atrás (continuación)	6683	89.5	-----	2 Años	1.366.140
35.	Canal Multicancha	15879.25	73.2	-----	2 Años	642.888
36.	Canal Cancha Rugby	4540	119.4	-----	2 Años	1.635.780
37.	Canal Frente Casino	1173.68	63.2	-----	2 Años	501.808

Fuente: Elaboración Propia.



## 6.4 Análisis y Selección de los Sistemas Alternativos de Solución para las Zonas Proyectadas

Haciendo un análisis con respecto a la ubicación de las proyecciones futuras y con base a las vías evacuadoras existentes en la universidad se establece que para cada edificio proyectado se debe realizar pozos de infiltración. Esta decisión se tomó puesto que es un sistema muy sencillo y poco costoso para evacuar las aguas lluvias, además evita que los terrenos alrededor de los edificios se saturen de agua después de cada evento. Otro factor que llevó a tomar dicha decisión es que el cien por ciento de los edificios existentes posee este tipo de evacuación.

Para dar una solución óptima de cuantos pozos de infiltración se deben realizar hay que analizar el área aportante, como se trata de proyecciones futuras, el área aportante no se sabe con gran exactitud, por lo tanto, se asignó un valor aproximado de las áreas aportantes basado en planos existentes del campus.

La tabla N° 23 presenta la solución en cuanto a cantidad de pozos necesarios para las futuras proyecciones.

Tabla N°23. Soluciones proyecciones futuras

Edificios Futuros		Cantidad de Pozos	Área aportante (m2)	Diámetros D(mm)	T de diseño	Costo de Inversión (\$)
1	Edificio Innovación	22	1840	1000	5 Años	2.513.475
2	Edificio Ingeniería Civil	7	533	1000	5 Años	818.475
3	Edificio Planetario	15	971	1000	5 Años	1.722.475
4	Edificio Ingeniería Civil Química	9	330	1000	5 Años	1.044.475

Fuente: Elaboración Propia.

## **7 PRIORIZACIÓN**

### **7.1 Metodología General y Criterios de Priorización**

El objetivo de este capítulo es realizar una priorización de las soluciones de aguas lluvias propuestas, que sirva como antecedente para establecer un cronograma de inversiones de las obras requeridas.

Se han establecido dos tipos de criterios a partir de los cuales se establece la priorización final de las soluciones. Un primer criterio, que considera los problemas de aguas lluvias existentes, y un segundo criterio, que evalúa en forma aproximada, como indicador, la razón costo-urgencia de cada uno de los sistemas colectores.

El primer criterio utilizado, corresponde a uno de tipo subjetivo que evalúa los principales problemas de aguas lluvias existentes, los cuales se podrían evitar al implementar los proyectos. Se consideran distintos factores, tales como: la existencia o no de redes de aguas lluvias en el área, la falta de capacidad de las redes existentes, y una apreciación respecto a la gravedad de los problemas de aguas lluvias que se generan.

El segundo criterio mencionado, corresponde básicamente a comparar los distintos sistemas de solución mediante el Indicador Costo-Urgencia, donde el costo corresponde a la inversión total del sistema, determinado en los capítulos anteriores, mientras que la urgencia se refiere a que tan necesario son los cambios propuestos para este sistema.

A partir de la metodología general y criterios de priorización recién definidos, se ha establecido una priorización de las soluciones de aguas lluvias propuestas, considerando básicamente la caracterización y agrupación de proyectos definida con el criterio basado en los problemas de aguas lluvias existentes, y utilizando el Indicador Costo Urgencia, más bien para discriminar entre proyectos de similares características.

En la Tabla N°24 se han caracterizado los sistemas de acuerdo a los factores recién mencionados, procediendo a agruparlos luego en tres grupos de prioridad (Alta, Media y Baja) de acuerdo a la caracterización realizada.

Tabla N°24. Priorización de Soluciones

SISTEMA		CARACTERIZACIÓN			COSTO DE INVERSIÓN (\$)
ORDEN DE PRIORIDAD	NOMBRE	EXISTENCIA DE REDES DE AGUAS LLUVIAS	CAPACIDAD REDES EXISTENTES	GRAVEDAD DE LOS PROBLEMAS DE AGUAS LLUVIAS	
1	Pozos Ingeniería Mecánica	Sí	Mala	Alta	1.794.730
2	Pozos Aulas AC	Sí	Mala	Alta	1.928.660
3	Pozos Aulas AB	Sí	Mala	Alta	1.392.920
4	Pozos CIMUBB	Sí	Mala	Alta	669.675
5	Canal Casino Estero	Sí	Mala	Alta	1.232.220
6	Canal Cancha Rugby	Sí	Mala	Alta	1.635.780
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD ALTA</b>					<b>8.654.015</b>
7	Pozos Taller de Título	Sí	Mala	Media	375.018
8	Canal Frente Casino	Sí	Mala	Media	501.808
9	Pozos FACE	Sí	Mala	Media	1.285.780
10	Pozos Dpto. Ing. Mecánica (Lab)	Sí	Regular	Media	482.166
11	Pozos Rectoría/Ciencias/Pregrado	Sí	Regular	Media	1.366.140
12	Pozos Dpto. Ing. Mecánica Sala de profesores	Sí	Regular	Media	482.166
13	Pozos Estudio Metodológico	Sí	Regular	Media	321.444
14	Pozos CITEC	Sí	Regular	Media	482.166
15	Pozos Lab. Construcción	Sí	Regular	Media	375.018
16	Pozos Espacio 1202	Sí	Regular	Media	482.166
17	Pozos P.T.M	Sí	Regular	Media	1.901.880
18	Pozos Trabajo social	Sí	Regular	Media	1.044.690
19	Pozos Ing. Industrial	Sí	Regular	Media	1.660.790
20	Pozos Pol. Públicas	Sí	Regular	Media	964.332
21	Pozos Esc. Arq	Sí	Regular	Media	1.392.920
22	Pozos Ing. Const	Sí	Regular	Media	964.332
23	Pozos Est. Generales	Sí	Regular	Media	776.823
24	Pozos Lab. FACE	Sí	Regular	Media	696.462
25	Pozos Ing. Maderas	Sí	Regular	Media	401.805
26	Pozos Esc. Diseño Industrial	Sí	Regular	Media	857.184
27	Pozos Ext. Diseño Industrial	Sí	Regular	Media	589.314
28	Canal Estero Atrás	Sí	Regular	Media	991.119
29	Canal Estero Atrás (continuación)	Sí	Regular	Media	1.366.140
30	Pozos Sistema Territorial	Sí	Regular	Media	401.805
31	Canal Multicancha	Sí	Regular	Media	642.888
32	Pozos Teatro	Sí	Mala	Media	696.462
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD MEDIA</b>					<b>21.502.818</b>
33	Pozos Dpto. Ing. Mecánica Sala de Estudio	Sí	Regular	Baja	214.296
34	Pozos Casino	Sí	Regular	Baja	241.083
35	Pozos CIPA	Sí	Regular	Baja	133.935
36	Pozos FEUBB	Sí	Regular	Baja	241.083
37	Pozos Paraninfo	Sí	Regular	Baja	133.935
<b>SUBTOTAL PRIORIDAD BAJA</b>					<b>964.332</b>
<b>COSTO DE INVERSIÓN TOTAL</b>					<b>31.121.135</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## **ANTECEDENTES DE RESPALDO**

## ÍNDICE

1.1.	DISPOSICIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	83
1.2.	IDENTIFICACIÓN SECTORES HIDROLÓGICOS .....	83
2.1	PRECIPITACIONES E INTENSIDADES.....	84
3.1	CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES.....	86
4.1	TABLAS MODELACIÓN Y RESULTADOS DE SUMIDEROS.....	87
4.2	VÍAS DE ESCURRIMIENTO .....	91
4.2.1	CAPACIDAD HIDRÁULICA VÍAS VEHICULARES .....	92
4.3	RESULTADOS POZOS DE INFILTRACIÓN T= 5 AÑOS.....	93
4.4	RESULTADOS POZOS DE INFILTRACIÓN T= 100 AÑOS.....	103
4.5	RESULTADOS Y MODELACIÓN DE CANALES .....	140
5	PROYECCIONES FUTURAS.....	146

## 1 ANTECEDENTES GENERALES

### 1.1. Disposición área de estudio



Figura 1: Ubicación y disposición área de estudio  
Fuente: Google Earth.

### 1.2. Identificación Sectores Hidrológicos

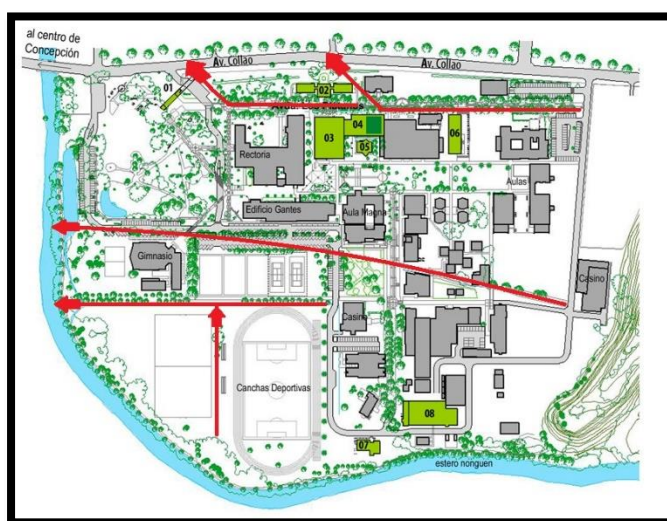


Figura 2: Identificación de los sectores hidrológicos  
Fuente: Plano Base Universidad del Bío Bío .

## 2 ESTUDIOS BÁSICOS

### 2.1 Precipitaciones e Intensidades

#### 2.1.1 Precipitación total (mm)

Tabla N°1. Precipitación Total

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2005	0.0	0.0	37.0	12.0	340.0	467.9	159.0	177.0	83.0	41.5	47.0	81.0	1445.4
2006	37.0	0.0	4.0	130.0	99.0	368.0	327.5	216.0	54.0	107.0	0.0	71.0	1413.5
2007	26.0	45.0	18.0	116.0	69.0			77.0	76.0			13.0	440.0
2008	4.0	0.0	6.0	53.5	324.0	95.0	211.9	270.0	97.0	26.0	8.0	2.0	1097.4
2009	5.0	0.0	4.0	27.0	208.0	296.0	112.0	288.0	55.0	83.0	66.0	0.0	1144.0
2010	21.0	35.0	8.0	13.0	54.9	284.0	251.0	171.0	27.0	51.0	31.0	25.0	971.9
2011	40.0	15.0	44.0	112.0	38.0	227.2	163.0	249.0	97.0	36.3	27.8	4.0	1053.3
2012	14.0	69.0	12.0	7.5	130.0	217.0	73.1	133.0	17.0	16.0	43.0	104.0	835.6
2013	41.0	0.0	10.0	22.0	249.0	120.0	117.0	155.0	64.0	31.0	23.0	0.0	832.0
2014	19.0	10.0	67.0	83.0	175.2	394.0	314.0	155.0	144.0	12.0	11.0	15.0	1399.2
2015	0.0	0.0	16.0	35.0	67.5	191.0	315.0	273.0	151.0	85.0	18.0	0.0	1151.5
<b>SUMA</b>	<b>207.0</b>	<b>174.0</b>	<b>226.0</b>	<b>611.0</b>	<b>1754.6</b>	<b>2660.1</b>	<b>2043.5</b>	<b>2164.0</b>	<b>865.0</b>	<b>488.8</b>	<b>274.8</b>	<b>315.0</b>	<b>11783.8</b>
<b>MEDIA</b>	<b>18.8</b>	<b>15.8</b>	<b>20.5</b>	<b>55.5</b>	<b>159.5</b>	<b>266.0</b>	<b>204.4</b>	<b>196.7</b>	<b>78.6</b>	<b>48.9</b>	<b>27.5</b>	<b>28.6</b>	<b>1071.3</b>

Fuente: DGA, 2017.

#### 2.1.2 Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)

Tabla N°2. Precipitación Máxima en 24 horas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2005	0.0	0.0	15.0	9.0	53.0	160.0	50.0	26.0	22.0	18.4	40.0	<b>64.0</b>	160.0
2006	<b>29.0</b>	0.0	4.0	64.0	33.0	69.0	140.0	66.0	30.0	32.0	0.0	40.0	140.0
2007	26.0	<b>30.0</b>	12.0	41.0	20.0	0.0	0.0	38.0	22.0	0.0	0.0	10.0	41.0
2008	4.0	<b>0.0</b>	3.0	45.0	100.0	26.0	40.0	65.0	70.0	12.0	8.0	2.0	100.0
2009	5.0	0.0	4.0	16.0	60.0	70.0	36.0	67.0	36.0	24.0	14.0	<b>0.0</b>	70.0
2010	21.0	35.0	<b>5.0</b>	7.0	20.3	48.0	64.0	46.0	17.0	31.0	18.0	22.0	64.0
2011	34.0	<b>12.0</b>	20.0	48.0	29.5	57.1	51.2	46.0	25.0	17.7	21.1	4.0	57.1
2012	14.0	32.0	9.0	4.0	50.0	52.0	24.0	53.0	12.5	10.0	43.0	<b>24.0</b>	53.0
2013	11.0	<b>0.0</b>	6.0	7.0	60.0	39.0	44.0	41.0	24.0	21.0	18.0	0.0	60.0
2014	15.2	10.0	40.0	60.0	47.0	90.0	95.0	52.0	66.0	7.0	6.6	<b>15.0</b>	95.0
2015	<b>0.0</b>	0.0	16.0	29.0	25.0	76.0	75.0	67.0	40.0	34.0	10.0	0.0	76.0
<b>MAX</b>	<b>34.0</b>	<b>35.0</b>	<b>40.0</b>	<b>64.0</b>	<b>100.0</b>	<b>160.0</b>	<b>140.0</b>	<b>67.0</b>	<b>70.0</b>	<b>34.0</b>	<b>43.0</b>	<b>64.0</b>	<b>160.0</b>

Fuente: DGA, 2017.

### 2.1.3 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tabla N°3. Precipitaciones máximas para distintos períodos de retorno

Tiempo de Duración	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Período de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24	87.1	124.5	149.3	180.6	203.9	217.4	226.9	280.2
18 hr	X18 = 91%	79.3	113.3	135.9	164.4	185.5	197.8	206.5	255.0
12 hr	X12 = 80%	69.7	99.6	119.4	144.5	163.1	173.9	181.5	224.2
8 hr	X8 = 68%	59.2	84.7	101.5	122.8	138.6	147.8	154.3	190.5
6 hr	X6 = 61%	53.1	75.9	91.1	110.2	124.3	132.6	138.4	170.9
5 hr	X5 = 57%	49.6	71.0	85.1	102.9	116.2	123.9	129.3	159.7
4 hr	X4 = 52%	45.3	64.7	77.6	93.9	106.0	113.0	118.0	145.7
3 hr	X3 = 46%	40.0	57.3	68.7	83.1	93.8	100.0	104.4	128.9
2 hr	X2 = 39%	33.9	48.5	58.2	70.4	79.5	84.7	88.5	109.3
1 hr	X1 = 30%	26.1	37.3	44.8	54.2	61.1	65.2	68.0	84.0

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.1.4 Intensidad tiempo duración para periodos de retorno (horas)

Tabla N°4. Intensidad tiempo duración para períodos de retorno

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Período de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	1440	3.6	5.1	6.2	7.5	8.4	9.0	9.4	11.6
18 hr	1080	4.4	6.2	7.5	9.1	10.3	10.9	11.4	14.1
12 hr	720	5.8	8.3	9.9	12.0	13.5	14.4	15.1	18.6
8 hr	480	7.4	10.5	12.6	15.3	17.3	18.4	19.2	23.8
6 hr	360	8.8	12.6	15.1	18.3	20.7	22.1	23.0	28.4
5 hr	300	9.9	14.2	17.0	20.5	23.2	24.7	25.8	31.9
4 hr	240	11.3	16.1	19.4	23.4	26.5	28.2	29.5	36.4
3 hr	180	13.3	19.1	22.9	27.7	31.2	33.3	34.8	42.9
2 hr	120	16.9	24.2	29.1	35.2	39.7	42.3	44.2	54.6
1 hr	60	26.1	37.3	44.8	54.2	61.1	65.2	68.0	84.0

Fuente: Elaboración Propia.



### 2.1.5 Intensidad tiempo duración para periodos de retorno (minutos)

Tabla N°5. Intensidad tiempo duración para los distintos periodos de retorno

Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	140.6	91.7	71.4	59.8	52.1	46.6	42.3	39.0	36.2	34.0	32.0	30.4
5	169.8	110.7	86.7	72.2	62.9	56.2	51.1	47.1	43.8	41.0	38.7	36.7
10	195.8	127.7	99.5	83.3	72.6	64.9	59.0	54.3	50.5	47.3	44.6	42.3
25	236.5	154.2	120.1	100.6	87.7	78.3	71.2	65.6	61.0	57.2	53.9	51.1
50	272.7	177.9	138.5	116.0	101.1	90.4	82.2	75.7	70.4	65.9	62.2	58.9
75	296.5	193.4	150.6	126.1	109.9	98.2	89.3	82.3	76.5	71.7	67.6	64.1
100	314.6	205.2	159.8	133.8	116.6	104.2	94.8	87.3	81.2	76.1	71.7	68.0
500	438.1	285.8	222.6	186.4	162.4	145.2	132.0	121.6	113.1	105.9	99.9	94.7

Fuente: Elaboración Propia.

## 3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

### 3.1 Capacidad Hidráulica de los Colectores

Tabla N°6. Capacidad Hidráulica de los Colectores

Nombre	ENTRADA				SALIDA			Capacidad	
	h total	h decantador	Diámetro	Pend Long	Diámetro	Pend Long	Altura	Qe(L/s)	Qs(L/s)
C1	1.94	0.5	300	0.0035	390	0.0038	1.57	5.11	10.72
C2	2.27	0.5	450	0.0042	450	0.0031	1.77	16.51	14.19
C3	2.4	0.5	400	0.0031	450	0.0042	1.9	10.36	16.51
C4	2.91	0.5	400	0.004	400	0.0035	2.22	11.77	11.01
C5	2.26	0.5	350	0.0033	400	0.0034	1.76	7.49	10.85
C6	2	0	700	0.006	700	0.006	2.02	64.12	64.12
C7	1.85	0	700	0.006	700	0.006	1.87	64.12	64.12

Fuente: Elaboración Propia.

## 4 DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

### 4.1 Tablas Modelación y Resultados de Sumideros

Tabla N°7. Verificación Sumideros para T = 5 años

SUMIDERO	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	Q <sub>mH</sub>	Q <sub>mL</sub>	E <sub>L</sub>	E <sub>H</sub>	Q <sub>mTOTAL</sub>	E TOTAL	Q <sub>s</sub>	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)			(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,003	0,30	0,03	0,88	0,231	0,013	---	---	0,97	0,013	0,97	0,012	Cumple
S2	265	0,003	0,30	0,03	0,88	0,231	0,013	---	---	0,97	0,013	0,97	0,012	Cumple
S3	768	0,008	0,35	0,04	0,96	0,213	0,022	0,012	1,0	0,97	0,035	1,97	0,069	Cumple
S4-a	456	0,005	0,35	0,03	1,05	0,281	0,017	---	---	0,94	0,017	0,94	0,016	Cumple
S4-b	2324	0,024	0,34	0,06	1,46	0,278	0,042	---	---	0,91	0,042	0,91	0,038	Cumple
S5-a	300	0,003	0,35	0,03	0,90	0,253	0,013	---	---	0,96	0,013	0,96	0,013	Cumple
S5-b	2440	0,025	0,34	0,06	1,48	0,281	0,086	---	---	0,90	0,086	0,90	0,078	Cumple
S6	896	0,009	0,40	0,04	1,32	0,175	0,023	---	---	0,96	0,023	0,96	0,023	Cumple
S7	852	0,009	0,35	0,04	1,33	0,164	0,024	---	---	0,96	0,024	0,96	0,023	Cumple
S8	576	0,006	0,35	0,03	1,14	0,149	0,019	---	---	0,97	0,019	0,97	0,019	Cumple
S9	576	0,006	0,35	0,03	1,14	0,149	0,019	---	---	0,97	0,019	0,97	0,019	Cumple
S10	1697. 4	0,043	0,37	0,07	2,52	0,45	0,107	---	---	0,91	0,107	0,91	0,1072	Cumple
S11	160.22	0,004	0,98	0,02	0,87	0,36	0,015	---	---	0,99	0,015	0,99	0,0146	Cumple
S12	600.31	0,011	0,03	0,09	3,16	0,07	0,136	---	---	0,99	0,136	0,99	0,1355	Cumple
S13	600.31	0,011	0,03	0,09	3,16	0,07	0,136	---	---	0,99	0,136	0,99	0,1355	Cumple
S14	600.31	0,011	0,03	0,09	3,16	0,07	0,136	---	---	0,99	0,136	0,99	0,1355	Cumple
S15	600.31	0,011	0,03	0,09	3,16	0,07	0,058	---	---	0,87	0,058	0,87	0,0580	Cumple
S16	460	0,012	0,49	0,04	1,46	0,365	0,029	---	---	0,88	0,029	0,88	0,025	Cumple
S17	302	0,008	0,49	0,03	1,24	0,328	0,023	---	---	0,91	0,023	0,91	0,021	Cumple
S18	617	0,016	0,52	0,04	1,61	0,401	0,031	---	---	0,83	0,031	0,83	0,026	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 8. Verificación Sumideros para T = 10 años

SUMIDERO	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	Q <sub>mH</sub>	Q <sub>mL</sub>			Q <sub>mTOT</sub> AL	ETOTAL	Q <sub>s</sub>	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	E <sub>L</sub>	E <sub>H</sub>	(m <sup>3</sup> /s)	L	(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,003	0,30	0,03	0,97	0,246	0,014	---	---	0,96	0,015	0,96	0,014	Cumple
S2	265	0,003	0,30	0,03	0,97	0,246	0,014	---	---	0,96	0,015	0,96	0,014	Cumple
S3	768	0,010	0,35	0,04	1,05	0,227	0,026	0,014	1,0	0,96	0,040	1,96	0,078	Cumple
S4-a	456	0,006	0,35	0,03	1,15	0,298	0,019	---	---	0,92	0,019	0,92	0,018	Cumple
S4-b	2324	0,030	0,34	0,06	1,60	0,296	0,048	---	---	0,89	0,048	0,89	0,043	Cumple
S5-a	300	0,004	0,35	0,03	0,98	0,269	0,015	---	---	0,95	0,015	0,95	0,014	Cumple
S5-b	2440	0,032	0,34	0,07	1,63	0,299	0,099	---	---	0,89	0,099	0,89	0,088	Cumple
S6	896	0,012	0,40	0,04	1,45	0,186	0,027	---	---	0,95	0,027	0,95	0,026	Cumple
S7	852	0,011	0,35	0,04	1,45	0,174	0,027	---	---	0,95	0,027	0,95	0,026	Cumple
S8	576	0,007	0,35	0,04	1,26	0,158	0,022	---	---	0,97	0,022	0,97	0,021	Cumple
S9	576	0,007	0,35	0,04	1,26	0,158	0,022	---	---	0,97	0,022	0,97	0,021	Cumple
S10	1697.4	0,049	0,37	0,080	2,66	0,46	0,116	---	---	0,90	0,116	0,90	0,116	Cumple
S11	160.22	0,005	0,98	0,027	0,92	0,37	0,016	---	---	0,98	0,016	0,98	0,016	Cumple
S12	600.31	0,013	0,03	0,100	3,33	0,08	0,147	---	---	0,99	0,147	0,99	0,147	Cumple
S13	600.31	0,013	0,03	0,100	3,33	0,08	0,147	---	---	0,99	0,147	0,99	0,147	Cumple
S14	600.31	0,013	0,03	0,100	3,33	0,08	0,147	---	---	0,99	0,147	0,99	0,147	Cumple
S15	600.31	0,013	0,03	0,100	3,33	0,08	0,063	---	---	0,87	0,063	0,87	0,063	Cumple
S16	460	0,013	0,49	0,046	1,54	0,378	0,031	---	---	0,87	0,031	0,87	0,027	Cumple
S17	302	0,009	0,49	0,039	1,31	0,340	0,024	---	---	0,90	0,024	0,90	0,022	Cumple
S18	617	0,018	0,52	0,051	1,70	0,416	0,034	---	---	0,82	0,034	0,82	0,028	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 9. Verificación Sumideros para T = 50 años

SUMIDERO	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	Q <sub>mH</sub>	Q <sub>mL</sub>			Q <sub>mTOT</sub> AL	ETOTA L	Q <sub>s</sub>	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	E <sub>L</sub>	E <sub>H</sub>	(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,003	0,30	0,03	0,97	0,246	0,0147	---	---	0,96	0,015	0,96	0,014	Cumple
S2	265	0,003	0,30	0,03	0,97	0,246	0,0147	---	---	0,96	0,015	0,96	0,014	Cumple
S3	768	0,010	0,35	0,04	1,05	0,227	0,026	0,014	1,0	0,96	0,040	1,96	0,078	Cumple
S4-a	456	0,006	0,35	0,03	1,15	0,298	0,019	---	---	0,92	0,019	0,92	0,018	Cumple
S4-b	2324	0,030	0,34	0,06	1,60	0,296	0,048	---	---	0,89	0,048	0,89	0,043	Cumple
S5-a	300	0,004	0,35	0,03	0,98	0,269	0,015	---	---	0,95	0,015	0,95	0,014	Cumple
S5-b	2440	0,032	0,34	0,07	1,63	0,299	0,099	---	---	0,89	0,099	0,89	0,088	Cumple
S6	896	0,012	0,40	0,04	1,45	0,186	0,027	---	---	0,95	0,027	0,95	0,026	Cumple
S7	852	0,011	0,35	0,04	1,45	0,174	0,027	---	---	0,95	0,027	0,95	0,026	Cumple
S8	576	0,007	0,35	0,04	1,26	0,158	0,022	---	---	0,97	0,022	0,97	0,021	Cumple
S9	576	0,007	0,35	0,04	1,26	0,158	0,022	---	---	0,97	0,022	0,97	0,021	Cumple
S10	1697.4	0.069	0.37	0.090	3.01	0.505	0.140	---	---	0.87	0.140	0.87	0.140	Cumple
S11	160.22	0.006	0.98	0.031	1.04	0.403	0.019	---	---	0.97	0.019	0.97	0.019	Cumple
S12	600.31	0.018	0.03	0.113	3.77	0.083	0.177	---	---	0.99	0.177	0.99	0.177	Cumple
S13	600.31	0.018	0.03	0.113	3.77	0.083	0.177	---	---	0.99	0.177	0.99	0.177	Cumple
S14	600.31	0.018	0.03	0.113	3.77	0.083	0.177	---	---	0.99	0.177	0.99	0.177	Cumple
S15	600.31	0.018	0.03	0.113	3.77	0.083	0.076	---	---	0.84	0.076	0.84	0.076	Cumple
S16	460	0.019	0.49	0.052	1.74	0.410	0.037	---	---	0.83	0.037	0.83	0.031	Cumple
S17	302	0.012	0.49	0.045	1.49	0.370	0.029	---	---	0.88	0.029	0.88	0.026	Cumple
S18	617	0.025	0.52	0.058	1.92	0.452	0.041	---	---	0.78	0.041	0.78	0.032	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°10. Verificación Sumideros para T = 100 años

SUMIDERO	Sup	Q	i long	h esc	a esc	V esc	Q <sub>mH</sub>	Q <sub>mL</sub>			Q <sub>mTOT</sub> AL	ETOTA L	Q <sub>s</sub>	Ver.
ID	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	E <sub>L</sub>	E <sub>H</sub>	(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> /s)	
S1	265	0,006	0,30	0,04	1,22	0,288	0,021	---	---	0,92	0,021	0,92	0,019	Cumple
S2	265	0,006	0,30	0,04	1,22	0,288	0,021	---	---	0,92	0,021	0,92	0,019	Cumple
S3	768	0,019	0,35	0,05	1,33	0,265	0,037	0,018	1,0	0,92	0,055	1,92	0,105	Cumple
S4-a	456	0,011	0,35	0,04	1,46	0,349	0,027	---	---	0,87	0,027	0,87	0,024	Cumple
S4-b	2324	0,057	0,34	0,08	2,02	0,346	0,069	---	---	0,84	0,069	0,84	0,057	Cumple
S5-a	300	0,007	0,35	0,04	1,24	0,314	0,022	---	---	0,91	0,022	0,91	0,020	Cumple
S5-b	2440	0,059	0,34	0,08	2,06	0,350	0,141	---	---	0,83	0,141	0,83	0,117	Cumple
S6	896	0,022	0,40	0,05	1,83	0,217	0,038	---	---	0,92	0,038	0,92	0,035	Cumple
S7	852	0,021	0,35	0,06	1,84	0,204	0,039	---	---	0,93	0,039	0,93	0,036	Cumple
S8	576	0,014	0,35	0,05	1,59	0,185	0,031	---	---	0,95	0,031	0,95	0,029	Cumple
S9	576	0,014	0,35	0,05	1,59	0,185	0,031	---	---	0,95	0,031	0,95	0,029	Cumple
S10	1697.4	0,079	0,37	0,095	3,18	0,523	0,152	---	---	0,85	0,152	0,85	0,152	Cumple
S11	160.22	0,007	0,98	0,033	1,09	0,418	0,021	---	---	0,96	0,021	0,96	0,021	Cumple
S12	600.31	0,021	0,03	0,119	3,98	0,086	0,192	---	---	0,99	0,192	0,99	0,192	Cumple
S13	600.31	0,021	0,03	0,119	3,98	0,086	0,192	---	---	0,99	0,192	0,99	0,192	Cumple
S14	600.31	0,021	0,03	0,119	3,98	0,086	0,192	---	---	0,99	0,192	0,99	0,192	Cumple
S15	600.31	0,021	0,03	0,119	3,98	0,086	0,082	---	---	0,83	0,082	0,83	0,082	Cumple
S16	460	0,022	0,49	0,055	1,84	0,425	0,040	---	---	0,81	0,040	0,81	0,033	Cumple
S17	302	0,014	0,49	0,047	1,57	0,383	0,032	---	---	0,86	0,032	0,86	0,027	Cumple
S18	617	0,029	0,52	0,061	2,03	0,468	0,044	---	---	0,76	0,044	0,76	0,034	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.2 Vías de Esguerrimiento

### 4.2.1 Perfiles

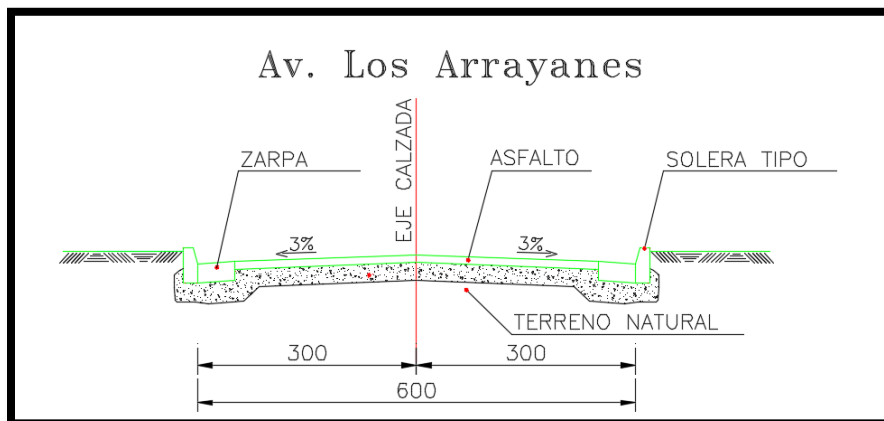


Figura N°3: Perfil Transversal Calle Los Arrayanes  
Fuente: Elaboración Propia.

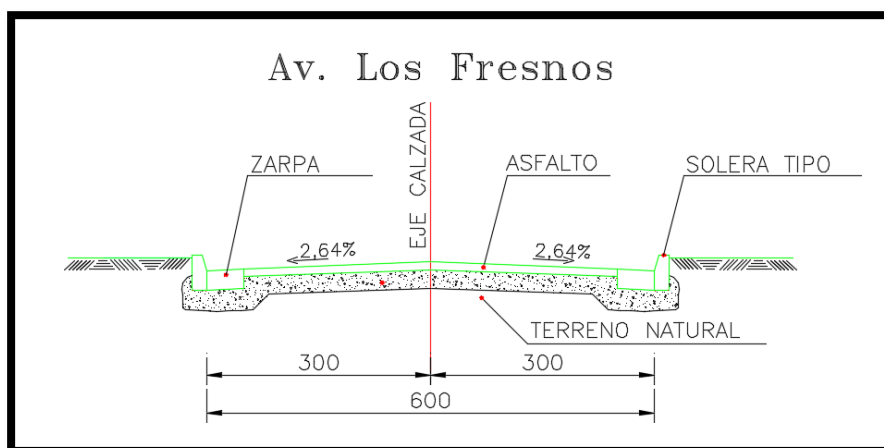


Figura N°4: Perfil Transversal Calle Los Fresnos  
Fuente: Elaboración Propia.

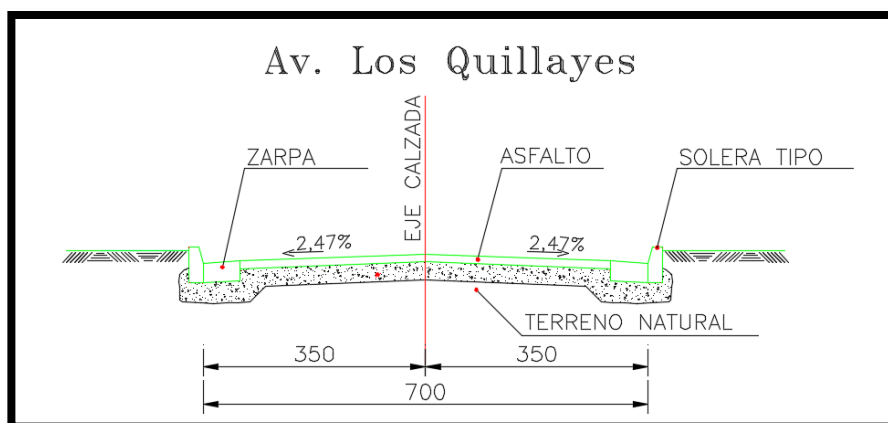


Figura N°5 : Perfil Transversal Calle Los Quillayes  
Fuente: Elaboración Propia.

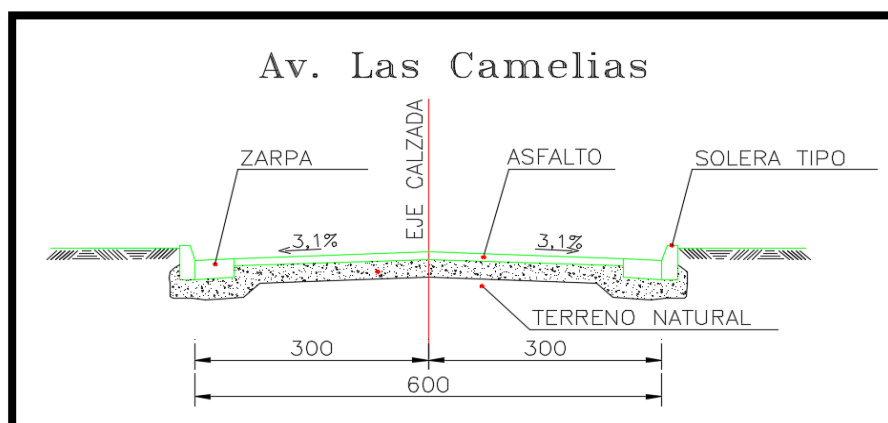


Figura N°6: Perfil Transversal Calle Las Camelias  
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.1 Capacidad Hidráulica Vías Vehiculares

Tabla N°11. Capacidad Hidráulica de las principales vías vehiculares del campus Concepción

Calle	Material	Estado	n (Manning)	i	Área	Ancho Calle	Pm	Capacidad m <sup>3</sup> /s
Av. Los Quillayes	Asfalto	Bueno	0.015	0.0042	0.025	7.00	1.05	0.009
Av Las Camelias	Asfalto	Bueno	0.015	0.0042	0.010	6.00	1.02	0.0019
Av.Los Fresnos	Asfalto	Bueno	0.015	0.0049	0.0225	6.00	1.05	0.0072
Av. Los Arrayanes	Asfalto	Bueno	0.015	0.003	0.0205	6.00	1.04	0.0052

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Resultados Pozos de Infiltración T= 5 Años

#### 4.3.1 Taller de Título

Tabla N°12. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Taller de Título T=5 Años

TALLER DE TITULO							
A aport	213	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C, Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	35.50	0.00	0.13	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	35.50	0.84	0.13	0.02	0.81
0.33	72.25	23.84	35.50	1.06	0.13	0.04	1.01
0.50	56.27	28.14	35.50	1.25	0.13	0.07	1.18
0.67	47.13	31.58	35.50	1.40	0.13	0.09	1.31
0.83	41.07	34.09	35.50	1.51	0.13	0.11	1.40
1.00	37.37	37.38	35.50	1.66	0.13	0.13	1.53
2.00	24.29	48.59	35.50	2.16	0.13	0.26	1.89
3.00	19.10	57.31	35.50	2.54	0.13	0.39	2.15
4.00	16.19	64.78	35.50	2.87	0.13	0.52	2.35
5.00	14.20	71.01	35.50	3.15	0.13	0.65	2.50
6.00	12.66	76.00	35.50	3.37	0.13	0.78	2.59
8.00	10.58	84.72	35.50	3.76	0.13	1.05	2.71
12.00	8.30	99.67	35.50	4.42	0.13	1.57	2.85
18.00	6.29	113.37	35.50	5.02	0.13	2.35	2.67
24.00	5.19	124.59	35.50	5.53	0.13	3.14	2.39

Fuente: Elaboración Propia.



### 4.3.2 Laboratorios Ingeniería Mecánica

Tabla N°13. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Laboratorios Ingeniería Mecánica T=5 Años

DPTO. INGENIERIA MECANICA (LAB)							
A aport	732	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	5	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	156	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	146.40	0.00	0.29	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	146.40	3.10	0.29	0.05	3.05
0.33	72.25	23.84	146.40	3.93	0.29	0.10	3.83
0.50	56.27	28.14	146.40	4.63	0.29	0.15	4.49
0.67	47.13	31.58	146.40	5.20	0.29	0.20	5.00
0.83	41.07	34.09	146.40	5.61	0.29	0.24	5.37
1.00	37.37	37.38	146.40	6.15	0.29	0.29	5.86
2.00	24.29	48.59	146.40	8.00	0.29	0.59	7.41
3.00	19.10	57.31	146.40	9.44	0.29	0.88	8.56
4.00	16.19	64.78	146.40	10.67	0.29	1.18	9.49
5.00	14.20	71.01	146.40	11.69	0.29	1.47	10.22
6.00	12.66	76.00	146.40	12.51	0.29	1.76	10.75
8.00	10.58	84.72	146.40	13.94	0.29	2.35	11.59
12.00	8.30	99.67	146.40	16.40	0.29	3.53	12.88
18.00	6.29	113.37	146.40	18.65	0.29	5.29	13.35
24.00	5.19	124.59	146.40	20.52	0.29	7.06	13.46

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.3 CIPA

Tabla N°14. Resultados Modelación Pozos de Infiltración CIPA T=5 Años

CIPA							
<b>A aport</b>	181	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	2	unidad					
<b>φ Pozo</b>	0.6	m					
<b>C. Esc</b>	0.9						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	156	mm/hr					
<b>H</b>	1	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluyente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	90.50	0.00	0.29	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	90.50	1.92	0.29	0.05	1.87
0.33	72.25	23.84	90.50	2.43	0.29	0.10	2.33
0.50	56.27	28.14	90.50	2.86	0.29	0.15	2.72
0.67	47.13	31.58	90.50	3.21	0.29	0.20	3.02
0.83	41.07	34.09	90.50	3.47	0.29	0.24	3.23
1.00	37.37	37.38	90.50	3.80	0.29	0.29	3.51
2.00	24.29	48.59	90.50	4.95	0.29	0.59	4.36
3.00	19.10	57.31	90.50	5.83	0.29	0.88	4.95
4.00	16.19	64.78	90.50	6.59	0.29	1.18	5.42
5.00	14.20	71.01	90.50	7.23	0.29	1.47	5.76
6.00	12.66	76.00	90.50	7.73	0.29	1.76	5.97
8.00	10.58	84.72	90.50	8.62	0.29	2.35	6.26
12.00	8.30	99.67	90.50	10.14	0.29	3.53	6.61
18.00	6.29	113.37	90.50	11.53	0.29	5.29	6.23
24.00	5.19	124.59	90.50	12.68	0.29	7.06	5.62

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.4 Casino

Tabla N°15. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Casino T=5 Años

CASINO							
A aport	116	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.62	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	58.00	0.00	0.10	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	58.00	1.23	0.10	0.02	1.21
0.33	72.25	23.84	58.00	1.56	0.10	0.03	1.52
0.50	56.27	28.14	58.00	1.84	0.10	0.05	1.79
0.67	47.13	31.58	58.00	2.06	0.10	0.07	1.99
0.83	41.07	34.09	58.00	2.22	0.10	0.08	2.14
1.00	37.37	37.38	58.00	2.44	0.10	0.10	2.34
2.00	24.29	48.59	58.00	3.17	0.10	0.20	2.97
3.00	19.10	57.31	58.00	3.74	0.10	0.30	3.43
4.00	16.19	64.78	58.00	4.23	0.10	0.41	3.82
5.00	14.20	71.01	58.00	4.63	0.10	0.51	4.13
6.00	12.66	76.00	58.00	4.96	0.10	0.61	4.35
8.00	10.58	84.72	58.00	5.52	0.10	0.81	4.71
12.00	8.30	99.67	58.00	6.50	0.10	1.22	5.28
18.00	6.29	113.37	58.00	7.39	0.10	1.82	5.56
24.00	5.19	124.59	58.00	8.13	0.10	2.43	5.70

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.5 Edificio Sistema Territorial

Tabla N°16. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Sistema Territorial T=5 Años

EDIFICIO SIST. TERRITORIAL							
A aport	247	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0	0	41.122	0.00	0.098	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	41.122	0.87	0.098	0.02	0.85
0.33	72.25	23.8425	41.122	1.10	0.098	0.03	1.07
0.50	56.27	28.135	41.122	1.30	0.098	0.05	1.25
0.67	47.13	31.5771	41.122	1.46	0.098	0.07	1.40
0.83	41.07	34.0881	41.122	1.58	0.098	0.08	1.50
1.00	37.37	37.37	41.122	1.73	0.098	0.10	1.63
2.00	24.29	48.58	41.122	2.25	0.098	0.20	2.05
4.00	19.1	57.3	41.122	3.53	0.098	0.39	3.14
6.00	16.19	64.76	41.122	4.49	0.098	0.59	3.91
8.00	14.2	71	41.122	5.26	0.098	0.78	4.47
10.00	12.66	75.96	41.122	5.86	0.098	0.98	4.88
12.00	10.58	84.64	41.122	5.87	0.098	1.18	4.70
14.00	8.3	99.6	41.122	5.38	0.098	1.37	4.00
18.00	6.29	113.22	41.122	5.24	0.098	1.76	3.47
24.00	5.19	124.56	41.122	5.76	0.098	2.35	3.41

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.6 Salas de Estudio Ingeniería Mecánica

Tabla N°17. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería Mecánica T=5 Años

DPTO. ING.MECANICA SALA ESTUDIO							
A aport	90	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	45.165	0.00	0.098	0.000	0.00
0.17	110.76	18.83	45.165	0.96	0.098	0.017	0.94
0.33	72.25	23.84	45.165	1.21	0.098	0.032	1.18
0.50	56.27	28.14	45.165	1.43	0.098	0.049	1.38
0.67	47.13	31.58	45.165	1.60	0.098	0.066	1.54
0.83	41.07	34.09	45.165	1.73	0.098	0.081	1.65
1.00	37.37	37.37	45.165	1.90	0.098	0.098	1.80
2.00	24.29	48.58	45.165	2.47	0.098	0.196	2.27
4.00	19.10	57.30	45.165	3.88	0.098	0.392	3.49
6.00	16.19	64.76	45.165	4.94	0.098	0.588	4.35
8.00	14.20	71.00	45.165	5.77	0.098	0.784	4.99
10.00	12.66	75.96	45.165	6.43	0.098	0.980	5.45
12.00	10.58	84.64	45.165	6.45	0.098	1.176	5.27
14.00	8.30	99.60	45.165	5.90	0.098	1.372	4.53
18.00	6.29	113.22	45.165	5.75	0.098	1.764	3.99
24.00	5.19	124.56	45.165	6.33	0.098	2.352	3.98

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.7 Rectoría/ Ciencia/Pregrado

Tabla N°18. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Rectoría/Ciencias/Pregrado T=5 Años

RECTORIA/CIENCIAS							
A aport	1097	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	12	unidad					
ϕ Pozo	1.2	m					
C, Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	78.32	0.00	0.19	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	78.32	1.66	0.19	0.03	1.63
0.33	72.25	23.84	78.32	2.10	0.19	0.06	2.04
0.50	56.27	28.14	78.32	2.48	0.19	0.10	2.38
0.67	47.13	31.58	78.32	2.78	0.19	0.13	2.65
0.83	41.07	34.09	78.32	3.00	0.19	0.16	2.84
1.00	37.37	37.37	78.32	3.29	0.19	0.19	3.10
2.00	24.29	48.58	78.32	4.28	0.19	0.39	3.89
4.00	19.10	57.30	78.32	6.73	0.19	0.78	5.96
6.00	16.19	64.76	78.32	8.56	0.19	1.16	7.40
8.00	14.2	71.00	78.32	10.01	0.19	1.55	8.46
10.00	12.66	75.96	78.32	11.16	0.19	1.94	9.22
12.00	10.58	84.64	78.32	11.19	0.19	2.33	8.86
14.00	8.30	99.60	78.32	10.24	0.19	2.71	7.53
18.00	6.29	113.22	78.32	9.98	0.19	3.49	6.49
24.00	5.19	124.56	78.32	10.98	0.19	4.65	6.32

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.8 Departamento Ingeniería Mecánica

Tabla N°19. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Dpto. Ingeniería Mecánica T=5 Años

DPTO. INGENIERIA MECÁNICA							
A aport	295	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0	0	49.17	0.00	0.128	0.00	0.00
0.17	110.76	18.83	49.17	1.04	0.128	0.02	1.02
0.33	72.25	23.84	49.17	1.32	0.128	0.04	1.28
0.50	56.27	28.14	49.17	1.56	0.128	0.06	1.49
0.67	47.13	31.58	49.17	1.75	0.128	0.09	1.66
0.83	41.07	34.09	49.17	1.89	0.128	0.11	1.78
1.00	37.37	37.37	49.17	2.07	0.128	0.13	1.94
2.00	24.29	48.58	49.17	2.69	0.128	0.26	2.43
3.00	19.10	57.30	49.17	3.17	0.128	0.38	2.79
4.00	16.19	64.76	49.17	3.58	0.128	0.51	3.07
5.00	14.20	71.00	49.17	3.93	0.128	0.64	3.29
6.00	12.66	75.96	49.17	4.20	0.128	0.77	3.44
8.00	10.58	84.64	49.17	4.68	0.128	1.02	3.66
12.00	8.30	99.60	49.17	5.51	0.128	1.53	3.98
18.00	6.29	113.22	49.17	6.26	0.128	2.30	3.96
24.00	5.19	124.56	49.17	6.89	0.128	3.07	3.82

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3.9 Estudio Metodológico

Tabla N°20. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Estudio Metodológico T=5 Años

ESTUDIO METODOLÓGICO							
A aport	206	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	4	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0	0	41.16	0.00	0.031	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	41.16	0.87	0.031	0.01	0.86
0.33	72.25	23.8425	41.16	1.10	0.031	0.02	1.09
0.50	56.27	28.135	41.16	1.30	0.031	0.02	1.28
0.67	47.13	31.5771	41.16	1.46	0.031	0.03	1.43
0.83	41.07	34.0881	41.16	1.58	0.031	0.04	1.54
1.00	37.37	37.37	41.16	1.73	0.031	0.05	1.68
2.00	24.29	48.58	41.16	2.25	0.031	0.10	2.15
4.00	19.1	57.3	41.16	3.54	0.031	0.19	3.35
6.00	16.19	64.76	41.16	4.50	0.031	0.29	4.21
8.00	14.2	71	41.16	5.26	0.031	0.38	4.88
10.00	12.66	75.96	41.16	5.86	0.031	0.48	5.38
12.00	10.58	84.64	41.16	5.88	0.031	0.58	5.30
14.00	8.3	99.6	41.16	5.38	0.031	0.67	4.71
18.00	6.29	113.22	41.16	5.24	0.031	0.86	4.38
24.00	5.19	124.56	41.16	5.77	0.031	1.15	4.62

Fuente: Elaboración Propia.



### 4.3.10 Biblioteca

Tabla N°21. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Biblioteca T=5 Años

BIBLIOTECA							
<b>A aport</b>	482	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	6	unidad					
<b>φ Pozo</b>	2.2	m					
<b>C. Esc</b>	0.9						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	52	mm/hr					
<b>H</b>	1	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluyente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
<b>hr</b>	<b>mm/hr</b>	<b>mm</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/hr</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>
0.00	0.00	0.00	80.37	0.00	0.36	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	80.37	1.70	0.36	0.06	1.64
0.33	72.25	23.8425	80.37	2.16	0.36	0.12	2.04
0.50	56.27	28.135	80.37	2.54	0.36	0.18	2.36
0.67	47.13	31.5771	80.37	2.85	0.36	0.24	2.61
0.83	41.07	34.0881	80.37	3.08	0.36	0.30	2.78
1.00	37.37	37.37	80.37	3.38	0.36	0.36	3.02
2.00	24.29	48.58	80.37	4.39	0.36	0.72	3.68
4.00	19.10	57.30	80.37	6.91	0.36	1.43	5.47
6.00	16.19	64.76	80.37	8.78	0.36	2.15	6.63
8.00	14.20	71.00	80.37	10.27	0.36	2.87	7.41
10.00	12.66	75.96	80.37	11.45	0.36	3.58	7.86
12.00	10.58	84.64	80.37	11.48	0.36	4.30	7.18
14.00	8.30	99.60	80.37	10.51	0.36	5.01	5.49
18.00	6.29	113.22	80.37	10.24	0.36	6.45	3.79
24.00	5.19	124.56	80.37	11.26	0.36	8.60	2.67

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4 Resultados Pozos de Infiltración T= 100 Años

##### 4.4.1 Taller de Título

Tabla N°22. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Taller de Título T=100 Años

TALLER DE TÍTULO							
A aport	213	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C, Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	35.50	0.00	0.13	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	35.50	1.55	0.13	0.02	1.53
0.33	133.87	44.18	35.50	1.96	0.13	0.04	1.92
0.50	104.26	52.13	35.50	2.31	0.13	0.07	2.25
0.67	87.32	58.51	35.50	2.60	0.13	0.09	2.51
0.83	76.10	63.16	35.50	2.80	0.13	0.11	2.69
1.00	68.09	68.09	35.50	3.02	0.13	0.13	2.89
2.00	44.26	88.52	35.50	3.93	0.13	0.26	3.67
3.00	34.80	139.21	35.50	4.63	0.13	0.39	4.24
4.00	29.51	177.04	35.50	5.24	0.13	0.52	4.71
5.00	25.88	207.01	35.50	5.74	0.13	0.65	5.09
6.00	23.08	230.76	35.50	6.14	0.13	0.78	5.36
8.00	19.29	231.52	35.50	6.85	0.13	1.05	5.80
12.00	15.13	211.85	35.50	8.06	0.13	1.57	6.49
18.00	11.48	206.55	35.50	9.17	0.13	2.35	6.81
24.00	9.46	226.98	35.50	10.07	0.13	3.14	6.94

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.2 Laboratorios Ingeniería Mecánica

Tabla N°23. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Laboratorios Ingeniería Mecánica T=100 Años

DPTO. INGENIERIA MECANICA (LAB)							
A aport	732	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	5	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	156	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	146.40	0.00	0.29	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	146.40	5.75	0.29	0.05	5.70
0.33	133.87	44.18	146.40	7.28	0.29	0.10	7.18
0.50	104.26	52.13	146.40	8.59	0.29	0.15	8.44
0.67	87.32	58.51	146.40	9.64	0.29	0.20	9.44
0.83	76.10	63.16	146.40	10.40	0.29	0.24	10.16
1.00	68.09	68.09	146.40	11.22	0.29	0.29	10.92
2.00	44.26	88.52	146.40	14.58	0.29	0.59	13.99
3.00	34.80	139.21	146.40	17.20	0.29	0.88	16.31
4.00	29.51	177.04	146.40	19.44	0.29	1.18	18.26
5.00	25.88	207.01	146.40	21.31	0.29	1.47	19.84
6.00	23.08	230.76	146.40	22.80	0.29	1.76	21.04
8.00	19.29	231.52	146.40	25.42	0.29	2.35	23.07
12.00	15.13	211.85	146.40	29.91	0.29	3.53	26.38
18.00	11.48	206.55	146.40	34.02	0.29	5.29	28.73
24.00	9.46	226.98	146.40	37.38	0.29	7.06	30.33

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.3 CIPA

Tabla N°24. Resultados Modelación Pozos de Infiltración CIPA T=100 Años

CIPA							
<b>A aport</b>	181	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	2	unidad					
<b>φ Pozo</b>	0.6	m					
<b>C. Esc</b>	0.9						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	156	mm/hr					
<b>H</b>	1	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	90.50	0.00	0.29	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	90.50	3.55	0.29	0.05	3.50
0.33	133.87	44.18	90.50	4.50	0.29	0.10	4.40
0.50	104.26	52.13	90.50	5.31	0.29	0.15	5.16
0.67	87.32	58.51	90.50	5.96	0.29	0.20	5.76
0.83	76.10	63.16	90.50	6.43	0.29	0.24	6.19
1.00	68.09	68.09	90.50	6.93	0.29	0.29	6.64
2.00	44.26	88.52	90.50	9.01	0.29	0.59	8.42
3.00	34.80	139.21	90.50	10.63	0.29	0.88	9.75
4.00	29.51	177.04	90.50	12.02	0.29	1.18	10.84
5.00	25.88	207.01	90.50	13.17	0.29	1.47	11.70
6.00	23.08	230.76	90.50	14.10	0.29	1.76	12.33
8.00	19.29	231.52	90.50	15.71	0.29	2.35	13.36
12.00	15.13	211.85	90.50	18.49	0.29	3.53	14.96
18.00	11.48	206.55	90.50	21.03	0.29	5.29	15.74
24.00	9.46	226.98	90.50	23.11	0.29	7.06	16.05

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.4 Casino

Tabla N°25. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Casino T=100 Años

CASINO							
A aport	116	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.62	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	58.00	0.00	0.10	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	58.00	2.28	0.10	0.02	2.26
0.33	133.87	44.18	58.00	2.88	0.10	0.03	2.85
0.50	104.26	52.13	58.00	3.40	0.10	0.05	3.35
0.67	87.32	58.51	58.00	3.82	0.10	0.07	3.75
0.83	76.10	63.16	58.00	4.12	0.10	0.08	4.04
1.00	68.09	68.09	58.00	4.44	0.10	0.10	4.34
2.00	44.26	88.52	58.00	5.78	0.10	0.20	5.57
3.00	34.80	139.21	58.00	6.81	0.10	0.30	6.51
4.00	29.51	177.04	58.00	7.70	0.10	0.41	7.30
5.00	25.88	207.01	58.00	8.44	0.10	0.51	7.94
6.00	23.08	230.76	58.00	9.03	0.10	0.61	8.43
8.00	19.29	231.52	58.00	10.07	0.10	0.81	9.26
12.00	15.13	211.85	58.00	11.85	0.10	1.22	10.63
18.00	11.48	206.55	58.00	13.48	0.10	1.82	11.65
24.00	9.46	226.98	58.00	14.81	0.10	2.43	12.38

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.5 Edificio Sistema Territorial

Tabla Nº26. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Sistema Territorial T=100 Años

EDIFICIO SIST. TERRITORIAL							
A aport	247	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0	0	41.122	0.00	0.098	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	41.122	1.61	0.098	0.02	1.60
0.33	133.87	44.18	41.122	2.04	0.098	0.03	2.01
0.50	104.26	52.13	41.122	2.41	0.098	0.05	2.36
0.67	87.32	58.51	41.122	2.71	0.098	0.07	2.64
0.83	76.10	63.16	41.122	2.92	0.098	0.08	2.84
1.00	68.09	68.09	41.122	3.15	0.098	0.10	3.05
2.00	44.26	88.52	41.122	4.10	0.098	0.20	3.90
4.00	34.80	139.21	41.122	6.44	0.098	0.39	6.05
6.00	29.51	177.04	41.122	8.19	0.098	0.59	7.60
8.00	25.88	207.01	41.122	9.58	0.098	0.78	8.79
10.00	23.08	230.76	41.122	10.68	0.098	0.98	9.70
12.00	19.29	231.52	41.122	10.71	0.098	1.18	9.53
14.00	15.13	211.85	41.122	9.80	0.098	1.37	8.43
18.00	11.48	206.55	41.122	9.56	0.098	1.76	7.79
24.00	9.46	226.98	41.122	10.50	0.098	2.35	8.15

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.6 Salas de Estudio Ingeniería Mecánica

Tabla Nº27. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería Mecánica T= 100 Años

DPTO. ING.MECANICA SALA ESTUDIO							
A aport	90	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	45.165	0.00	0.098	0.000	0.00
0.17	205.22	34.89	45.165	1.77	0.098	0.017	1.76
0.33	133.87	44.18	45.165	2.24	0.098	0.032	2.21
0.50	104.26	52.13	45.165	2.65	0.098	0.049	2.60
0.67	87.32	58.51	45.165	2.97	0.098	0.066	2.91
0.83	76.10	63.16	45.165	3.21	0.098	0.081	3.13
1.00	68.09	68.09	45.165	3.46	0.098	0.098	3.36
2.00	44.26	88.52	45.165	4.50	0.098	0.196	4.30
4.00	34.80	139.21	45.165	7.07	0.098	0.392	6.68
6.00	29.51	177.04	45.165	9.00	0.098	0.588	8.41
8.00	25.88	207.01	45.165	10.52	0.098	0.784	9.73
10.00	23.08	230.76	45.165	11.73	0.098	0.980	10.75
12.00	19.29	231.52	45.165	11.76	0.098	1.176	10.59
14.00	15.13	211.85	45.165	10.76	0.098	1.372	9.39
18.00	11.48	206.55	45.165	10.50	0.098	1.764	8.73
24.00	9.46	226.98	45.165	11.53	0.098	2.352	9.18

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.7 Rectoría/ Ciencia/Pregrado

Tabla N°28. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Rectoría/Ciencias/Pregrado T=100 Años

RECTORIA/CIENCIAS/PREGRADO							
A aport	1097	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	12	unidad					
φ Pozo	1.2	m					
C, Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	78.32	0.00	0.19	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	78.32	3.07	0.19	0.03	3.04
0.33	133.87	44.18	78.32	3.89	0.19	0.06	3.83
0.50	104.26	52.13	78.32	4.59	0.19	0.10	4.50
0.67	87.32	58.51	78.32	5.16	0.19	0.13	5.03
0.83	76.10	63.16	78.32	5.57	0.19	0.16	5.40
1.00	68.09	68.09	78.32	6.00	0.19	0.19	5.81
2.00	44.26	88.52	78.32	7.80	0.19	0.39	7.41
4.00	34.80	139.21	78.32	12.27	0.19	0.78	11.49
6.00	29.51	177.04	78.32	15.60	0.19	1.16	14.44
8.00	25.88	207.01	78.32	18.24	0.19	1.55	16.69
10.00	23.08	230.76	78.32	20.33	0.19	1.94	18.40
12.00	19.29	231.52	78.32	20.40	0.19	2.33	18.07
14.00	15.13	211.85	78.32	18.67	0.19	2.71	15.95
18.00	11.48	206.55	78.32	18.20	0.19	3.49	14.71
24.00	9.46	226.98	78.32	20.00	0.19	4.65	15.35

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.4.8 Departamento Ingeniería Mecánica

Tabla N°29. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Dpto. Ingeniería Mecánica T= 100 Años

DPTO. INGENIERIA MECANICA							
A aport	295	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	49.17	0.00	0.128	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	49.17	1.93	0.128	0.02	1.91
0.33	133.87	44.18	49.17	2.44	0.128	0.04	2.40
0.50	104.26	52.13	49.17	2.88	0.128	0.06	2.82
0.67	87.32	58.51	49.17	3.24	0.128	0.09	3.15
0.83	76.10	63.16	49.17	3.49	0.128	0.11	3.39
1.00	68.09	68.09	49.17	3.77	0.128	0.13	3.64
2.00	44.26	88.52	49.17	4.90	0.128	0.26	4.64
3.00	34.80	139.21	49.17	5.78	0.128	0.38	5.39
4.00	29.51	177.04	49.17	6.53	0.128	0.51	6.02
5.00	25.88	207.01	49.17	7.16	0.128	0.64	6.52
6.00	23.08	230.76	49.17	7.66	0.128	0.77	6.89
8.00	19.29	231.52	49.17	8.54	0.128	1.02	7.52
12.00	15.13	211.85	49.17	10.04	0.128	1.53	8.51
18.00	11.48	206.55	49.17	11.43	0.128	2.30	9.13
24.00	9.46	226.98	49.17	12.56	0.128	3.07	9.49

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.9 Estudio Metodológico

Tabla N°30. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Estudio Metodológico T=100 Años

ESTUDIO METODOLÓGICO							
A aport	206	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	4	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0	0.00	41.16	0.00	0.031	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	41.16	1.62	0.031	0.01	1.61
0.33	133.87	44.18	41.16	2.05	0.031	0.02	2.03
0.50	104.26	52.13	41.16	2.41	0.031	0.02	2.39
0.67	87.32	58.51	41.16	2.71	0.031	0.03	2.68
0.83	76.10	63.16	41.16	2.93	0.031	0.04	2.89
1.00	68.09	68.09	41.16	3.15	0.031	0.05	3.11
2.00	44.26	88.52	41.16	4.10	0.031	0.10	4.00
4.00	34.80	139.21	41.16	6.45	0.031	0.19	6.25
6.00	29.51	177.04	41.16	8.20	0.031	0.29	7.91
8.00	25.88	207.01	41.16	9.59	0.031	0.38	9.20
10.00	23.08	230.76	41.16	10.69	0.031	0.48	10.21
12.00	19.29	231.52	41.16	10.72	0.031	0.58	10.15
14.00	15.13	211.85	41.16	9.81	0.031	0.67	9.14
18.00	11.48	206.55	41.16	9.57	0.031	0.86	8.70
24.00	9.46	226.98	41.16	10.51	0.031	1.15	9.36

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.10 Biblioteca

Tabla N°31. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Biblioteca T= 100 Años

BIBLIOTECA							
A aport	482	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
ϕ Pozo	2.2	m					
C. Esc	0.9						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	80.37	0.00	0.36	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	80.37	3.15	0.36	0.06	3.09
0.33	133.87	44.18	80.37	3.99	0.36	0.12	3.88
0.50	104.26	52.13	80.37	4.71	0.36	0.18	4.53
0.67	87.32	58.51	80.37	5.29	0.36	0.24	5.05
0.83	76.10	63.16	80.37	5.71	0.36	0.30	5.41
1.00	68.09	68.09	80.37	6.16	0.36	0.36	5.80
2.00	44.26	88.52	80.37	8.00	0.36	0.72	7.29
4.00	34.80	139.21	80.37	12.59	0.36	1.43	11.15
6.00	29.51	177.04	80.37	16.01	0.36	2.15	13.86
8.00	25.88	207.01	80.37	18.72	0.36	2.87	15.85
10.00	23.08	230.76	80.37	20.86	0.36	3.58	17.28
12.00	19.29	231.52	80.37	20.93	0.36	4.30	16.63
14.00	15.13	211.85	80.37	19.15	0.36	5.01	14.14
18.00	11.48	206.55	80.37	18.67	0.36	6.45	12.23
24.00	9.46	226.98	80.37	20.52	0.36	8.60	11.93

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.11 CITEC

Tabla Nº32. Resultados Modelación Pozos de Infiltración CITEC T= 100 Años

CITEC							
<b>A aport</b>	368	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	6	unidad					
<b>φ Pozo</b>	0.4	m					
<b>C. Esc</b>	0.85						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	52	mm/hr					
<b>H</b>	1	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluyente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	61.33	0.00	0.065	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	61.33	2.27	0.065	0.01	2.26
0.33	133.87	44.18	61.33	2.88	0.065	0.02	2.86
0.5	104.26	52.13	61.33	3.40	0.065	0.03	3.36
0.67	87.32	58.51	61.33	3.81	0.065	0.04	3.77
0.83	76.10	63.16	61.33	4.12	0.065	0.05	4.06
1	68.09	68.09	61.33	4.44	0.065	0.07	4.37
2	44.26	88.52	61.33	5.77	0.065	0.13	5.64
4	34.80	139.21	61.33	9.07	0.065	0.26	8.81
6	29.51	177.04	61.33	11.54	0.065	0.39	11.15
8	25.88	207.01	61.33	13.49	0.065	0.52	12.97
10	23.08	230.76	61.33	15.04	0.065	0.65	14.38
12	19.29	231.52	61.33	15.09	0.065	0.78	14.30
14	15.13	211.85	61.33	13.81	0.065	0.91	12.89
18	11.48	206.55	61.33	13.46	0.065	1.18	12.28
24	9.46	226.98	61.33	14.79	0.065	1.57	13.22

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.12 Laboratorio Construcción

Tabla N°33. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Laboratorio Construcción T=100 Años

LAB. CONSTRUCCIÓN							
A aport	244	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	3	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	81.33	0.00	0.163	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	81.33	3.01	0.163	0.03	2.99
0.33	133.87	44.18	81.33	3.82	0.163	0.05	3.76
0.5	104.26	52.13	81.33	4.51	0.163	0.08	4.42
0.67	87.32	58.51	81.33	5.06	0.163	0.11	4.95
0.83	76.10	63.16	81.33	5.46	0.163	0.14	5.32
1	68.09	68.09	81.33	5.88	0.163	0.16	5.72
2	44.26	88.52	81.33	7.65	0.163	0.33	7.32
4	34.80	139.21	81.33	12.03	0.163	0.65	11.38
6	29.51	177.04	81.33	15.30	0.163	0.98	14.32
8	25.88	207.01	81.33	17.89	0.163	1.31	16.58
10	23.08	230.76	81.33	19.94	0.163	1.63	18.31
12	19.29	231.52	81.33	20.01	0.163	1.96	18.05
14	15.13	211.85	81.33	18.31	0.163	2.29	16.02
18	11.48	206.55	81.33	17.85	0.163	2.94	14.91
24	9.46	226.98	81.33	19.61	0.163	3.92	15.69

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.13 Edificio Gantes

Tabla N°34. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Edificio Gantes T= 100 Años

GANTES							
A aport	1687	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	14	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	156	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	120.50	0.00	0.490	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	120.50	4.47	0.490	0.08	4.38
0.33	133.87	44.18	120.50	5.66	0.490	0.16	5.49
0.5	104.26	52.13	120.50	6.67	0.490	0.25	6.43
0.67	87.32	58.51	120.50	7.49	0.490	0.33	7.16
0.83	76.10	63.16	120.50	8.09	0.490	0.41	7.68
1	68.09	68.09	120.50	8.72	0.490	0.49	8.23
2	44.26	88.52	120.50	11.33	0.490	0.98	10.35
4	34.80	139.21	120.50	17.82	0.490	1.96	15.86
6	29.51	177.04	120.50	22.67	0.490	2.94	19.73
8	25.88	207.01	120.50	26.50	0.490	3.92	22.58
10	23.08	230.76	120.50	29.54	0.490	4.90	24.64
12	19.29	231.52	120.50	29.64	0.490	5.88	23.76
14	15.13	211.85	120.50	27.12	0.490	6.86	20.26
18	11.48	206.55	120.50	26.45	0.490	8.82	17.62
24	9.46	226.98	120.50	29.06	0.490	11.76	17.30

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.14 Aulas AB

Tabla N°35. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Aulas AB T=100 Años

AULAS AB							
A aport	643	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	10	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	64.30	0.00	0.031	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	64.30	2.38	0.031	0.01	2.38
0.33	133.87	44.18	64.30	3.02	0.031	0.01	3.01
0.5	104.26	52.13	64.30	3.56	0.031	0.02	3.55
0.67	87.32	58.51	64.30	4.00	0.031	0.02	3.98
0.83	76.10	63.16	64.30	4.32	0.031	0.03	4.29
1	68.09	68.09	64.30	4.65	0.031	0.03	4.62
2	44.26	88.52	64.30	6.05	0.031	0.06	5.98
4	34.80	139.21	64.30	9.51	0.031	0.13	9.39
6	29.51	177.04	64.30	12.10	0.031	0.19	11.91
8	25.88	207.01	64.30	14.14	0.031	0.25	13.89
10	23.08	230.76	64.30	15.77	0.031	0.31	15.45
12	19.29	231.52	64.30	15.82	0.031	0.38	15.44
14	15.13	211.85	64.30	14.47	0.031	0.44	14.03
18	11.48	206.55	64.30	14.11	0.031	0.57	13.55
24	9.46	226.98	64.30	15.51	0.031	0.75	14.75

Fuente: Elboración Propia.

### 4.4.15 Servicio Estudiantil

Tabla N°36. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Servicio Estudiantil T=100 Años

SERVICIO ESTUDIANTIL							
A aport	900	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	24	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	37.50	0.00	0.173	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	37.50	1.39	0.173	0.03	1.36
0.33	133.87	44.18	37.50	1.76	0.173	0.06	1.70
0.5	104.26	52.13	37.50	2.08	0.173	0.09	1.99
0.67	87.32	58.51	37.50	2.33	0.173	0.12	2.21
0.83	76.10	63.16	37.50	2.52	0.173	0.14	2.37
1	68.09	68.09	37.50	2.71	0.173	0.17	2.54
2	44.26	88.52	37.50	3.53	0.173	0.35	3.18
4	34.80	139.21	37.50	5.55	0.173	0.69	4.85
6	29.51	177.04	37.50	7.05	0.173	1.04	6.01
8	25.88	207.01	37.50	8.25	0.173	1.39	6.86
10	23.08	230.76	37.50	9.19	0.173	1.73	7.46
12	19.29	231.52	37.50	9.22	0.173	2.08	7.14
14	15.13	211.85	37.50	8.44	0.173	2.43	6.01
18	11.48	206.55	37.50	8.23	0.173	3.12	5.11
24	9.46	226.98	37.50	9.04	0.173	4.16	4.88

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.4.16 Espacio 1202

Tabla N°37. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Estudio 1202 T= 100 Años

ESPACIO 1202							
A aport	627	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	104.50	0.00	0.173	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	104.50	3.87	0.173	0.03	3.84
0.33	133.87	44.18	104.50	4.90	0.173	0.06	4.85
0.5	104.26	52.13	104.50	5.79	0.173	0.09	5.70
0.67	87.32	58.51	104.50	6.50	0.173	0.12	6.38
0.83	76.10	63.16	104.50	7.01	0.173	0.14	6.87
1	68.09	68.09	104.50	7.56	0.173	0.17	7.39
2	44.26	88.52	104.50	9.83	0.173	0.35	9.48
4	34.80	139.21	104.50	15.46	0.173	0.69	14.76
6	29.51	177.04	104.50	19.66	0.173	1.04	18.62
8	25.88	207.01	104.50	22.98	0.173	1.39	21.60
10	23.08	230.76	104.50	25.62	0.173	1.73	23.89
12	19.29	231.52	104.50	25.71	0.173	2.08	23.62
14	15.13	211.85	104.50	23.52	0.173	2.43	21.09
18	11.48	206.55	104.50	22.93	0.173	3.12	19.81
24	9.46	226.98	104.50	25.20	0.173	4.16	21.04

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.17 PTM

Tabla N°38. Resultados Modelación Pozos de Infiltración PTM T=100 Años

PTM							
A aport	3116	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	20	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	155.80	0.00	0.173	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	155.80	5.78	0.173	0.03	5.75
0.33	133.87	44.18	155.80	7.31	0.173	0.06	7.26
0.5	104.26	52.13	155.80	8.63	0.173	0.09	8.54
0.67	87.32	58.51	155.80	9.68	0.173	0.12	9.57
0.83	76.10	63.16	155.80	10.46	0.173	0.14	10.31
1	68.09	68.09	155.80	11.27	0.173	0.17	11.10
2	44.26	88.52	155.80	14.65	0.173	0.35	14.31
4	34.80	139.21	155.80	23.05	0.173	0.69	22.35
6	29.51	177.04	155.80	29.31	0.173	1.04	28.27
8	25.88	207.01	155.80	34.27	0.173	1.39	32.88
10	23.08	230.76	155.80	38.20	0.173	1.73	36.47
12	19.29	231.52	155.80	38.33	0.173	2.08	36.24
14	15.13	211.85	155.80	35.07	0.173	2.43	32.64
18	11.48	206.55	155.80	34.19	0.173	3.12	31.07
24	9.46	226.98	155.80	37.57	0.173	4.16	33.41

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.18 Gimnasio

Tabla N°39. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Gimnasio T= 100 Años

GIMNASIO							
A aport	1450	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	20	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	156	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	72.50	0.00	0.294	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	72.50	2.69	0.294	0.05	2.64
0.33	133.87	44.18	72.50	3.40	0.294	0.10	3.31
0.5	104.26	52.13	72.50	4.02	0.294	0.15	3.87
0.67	87.32	58.51	72.50	4.51	0.294	0.20	4.31
0.83	76.10	63.16	72.50	4.87	0.294	0.24	4.62
1	68.09	68.09	72.50	5.25	0.294	0.29	4.95
2	44.26	88.52	72.50	6.82	0.294	0.59	6.23
4	34.80	139.21	72.50	10.72	0.294	1.18	9.55
6	29.51	177.04	72.50	13.64	0.294	1.76	11.87
8	25.88	207.01	72.50	15.95	0.294	2.35	13.59
10	23.08	230.76	72.50	17.78	0.294	2.94	14.84
12	19.29	231.52	72.50	17.83	0.294	3.53	14.31
14	15.13	211.85	72.50	16.32	0.294	4.12	12.20
18	11.48	206.55	72.50	15.91	0.294	5.29	10.62
24	9.46	226.98	72.50	17.48	0.294	7.06	10.43

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.19 Trabajo Social

Tabla N°40. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Trabajo Social T=100 Años

TRABAJO SOCIAL							
A aport	2033	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	16	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	156	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	127.06	0.00	0.392	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	127.06	4.71	0.392	0.07	4.64
0.33	133.87	44.18	127.06	5.96	0.392	0.13	5.83
0.5	104.26	52.13	127.06	7.04	0.392	0.20	6.84
0.67	87.32	58.51	127.06	7.90	0.392	0.26	7.64
0.83	76.10	63.16	127.06	8.53	0.392	0.33	8.20
1	68.09	68.09	127.06	9.19	0.392	0.39	8.80
2	44.26	88.52	127.06	11.95	0.392	0.78	11.17
4	34.80	139.21	127.06	18.79	0.392	1.57	17.23
6	29.51	177.04	127.06	23.90	0.392	2.35	21.55
8	25.88	207.01	127.06	27.95	0.392	3.14	24.81
10	23.08	230.76	127.06	31.15	0.392	3.92	27.23
12	19.29	231.52	127.06	31.26	0.392	4.70	26.55
14	15.13	211.85	127.06	28.60	0.392	5.49	23.11
18	11.48	206.55	127.06	27.89	0.392	7.06	20.83
24	9.46	226.98	127.06	30.64	0.392	9.41	21.23

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.20 Ingeniería Industrial

Tabla N°41. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería Industrial T=100 Años

ING. INDUSTRIAL							
A aport	1794	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	12	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	149.50	0.00	0.163	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	149.50	5.54	0.163	0.03	5.51
0.33	133.87	44.18	149.50	7.02	0.163	0.05	6.96
0.5	104.26	52.13	149.50	8.28	0.163	0.08	8.20
0.67	87.32	58.51	149.50	9.29	0.163	0.11	9.18
0.83	76.10	63.16	149.50	10.03	0.163	0.14	9.90
1	68.09	68.09	149.50	10.82	0.163	0.16	10.65
2	44.26	88.52	149.50	14.06	0.163	0.33	13.73
4	34.80	139.21	149.50	22.11	0.163	0.65	21.46
6	29.51	177.04	149.50	28.12	0.163	0.98	27.14
8	25.88	207.01	149.50	32.88	0.163	1.31	31.57
10	23.08	230.76	149.50	36.66	0.163	1.63	35.02
12	19.29	231.52	149.50	36.78	0.163	1.96	34.82
14	15.13	211.85	149.50	33.65	0.163	2.29	31.36
18	11.48	206.55	149.50	32.81	0.163	2.94	29.87
24	9.46	226.98	149.50	36.05	0.163	3.92	32.13

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.21 Aulas AA

Tabla N°42. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Aulas AA T=100 Años

AULAS AA							
A aport	500	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	16	unidad					
ϕ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	31.25	0.00	0.173	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	31.25	1.16	0.173	0.03	1.13
0.33	133.87	44.18	31.25	1.47	0.173	0.06	1.41
0.5	104.26	52.13	31.25	1.73	0.173	0.09	1.64
0.67	87.32	58.51	31.25	1.94	0.173	0.12	1.83
0.83	76.10	63.16	31.25	2.10	0.173	0.14	1.95
1	68.09	68.09	31.25	2.26	0.173	0.17	2.09
2	44.26	88.52	31.25	2.94	0.173	0.35	2.59
4	34.80	139.21	31.25	4.62	0.173	0.69	3.93
6	29.51	177.04	31.25	5.88	0.173	1.04	4.84
8	25.88	207.01	31.25	6.87	0.173	1.39	5.49
10	23.08	230.76	31.25	7.66	0.173	1.73	5.93
12	19.29	231.52	31.25	7.69	0.173	2.08	5.61
14	15.13	211.85	31.25	7.03	0.173	2.43	4.61
18	11.48	206.55	31.25	6.86	0.173	3.12	3.74
24	9.46	226.98	31.25	7.54	0.173	4.16	3.37

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.22 Políticas Públicas

Tabla N°43. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Políticas Públicas T= 100 Años

POLITICAS PÚBLICAS							
A aport	955	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	15	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	63.67	0.00	0.098	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	63.67	2.36	0.098	0.02	2.34
0.33	133.87	44.18	63.67	2.99	0.098	0.03	2.96
0.5	104.26	52.13	63.67	3.53	0.098	0.05	3.48
0.67	87.32	58.51	63.67	3.96	0.098	0.07	3.89
0.83	76.10	63.16	63.67	4.27	0.098	0.08	4.19
1	68.09	68.09	63.67	4.61	0.098	0.10	4.51
2	44.26	88.52	63.67	5.99	0.098	0.20	5.79
4	34.80	139.21	63.67	9.42	0.098	0.39	9.03
6	29.51	177.04	63.67	11.98	0.098	0.59	11.39
8	25.88	207.01	63.67	14.00	0.098	0.78	13.22
10	23.08	230.76	63.67	15.61	0.098	0.98	14.63
12	19.29	231.52	63.67	15.66	0.098	1.18	14.49
14	15.13	211.85	63.67	14.33	0.098	1.37	12.96
18	11.48	206.55	63.67	13.97	0.098	1.76	12.21
24	9.46	226.98	63.67	15.35	0.098	2.35	13.00

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.23 Escuela de Arquitectura

Tabla N°44. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Escuela de Arquitectura T=100 Años

ESC. ARQUITECTURA							
A aport	1225	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	12	unidad					
φ Pozo	0.5	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	102.08	0.00	0.082	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	102.08	3.78	0.082	0.01	3.77
0.33	133.87	44.18	102.08	4.79	0.082	0.03	4.76
0.5	104.26	52.13	102.08	5.65	0.082	0.04	5.61
0.67	87.32	58.51	102.08	6.35	0.082	0.05	6.29
0.83	76.10	63.16	102.08	6.85	0.082	0.07	6.78
1	68.09	68.09	102.08	7.39	0.082	0.08	7.30
2	44.26	88.52	102.08	9.60	0.082	0.16	9.44
4	34.80	139.21	102.08	15.10	0.082	0.33	14.77
6	29.51	177.04	102.08	19.20	0.082	0.49	18.71
8	25.88	207.01	102.08	22.45	0.082	0.65	21.80
10	23.08	230.76	102.08	25.03	0.082	0.82	24.21
12	19.29	231.52	102.08	25.11	0.082	0.98	24.13
14	15.13	211.85	102.08	22.98	0.082	1.14	21.83
18	11.48	206.55	102.08	22.40	0.082	1.47	20.93
24	9.46	226.98	102.08	24.62	0.082	1.96	22.66

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.4.24 Ingeniería en Construcción

Tabla N°45. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería en Construcción T= 100 Años

ING. CONSTRUCCIÓN							
A aport	844	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	10	unidad					
ϕ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	84.40	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	84.40	3.13	0.131	0.02	3.11
0.33	133.87	44.18	84.40	3.96	0.131	0.04	3.92
0.5	104.26	52.13	84.40	4.67	0.131	0.07	4.61
0.67	87.32	58.51	84.40	5.25	0.131	0.09	5.16
0.83	76.10	63.16	84.40	5.66	0.131	0.11	5.56
1	68.09	68.09	84.40	6.11	0.131	0.13	5.98
2	44.26	88.52	84.40	7.94	0.131	0.26	7.68
4	34.80	139.21	84.40	12.48	0.131	0.52	11.96
6	29.51	177.04	84.40	15.88	0.131	0.78	15.09
8	25.88	207.01	84.40	18.56	0.131	1.05	17.52
10	23.08	230.76	84.40	20.69	0.131	1.31	19.39
12	19.29	231.52	84.40	20.76	0.131	1.57	19.19
14	15.13	211.85	84.40	19.00	0.131	1.83	17.17
18	11.48	206.55	84.40	18.52	0.131	2.35	16.17
24	9.46	226.98	84.40	20.35	0.131	3.14	17.22

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.25 Parainfo

Tabla N°46. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Parainfo T= 100 Años

PARANINFO							
A aport	179	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	89.50	0.00	0.065	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	89.50	3.32	0.065	0.01	3.31
0.33	133.87	44.18	89.50	4.20	0.065	0.02	4.18
0.5	104.26	52.13	89.50	4.96	0.065	0.03	4.92
0.67	87.32	58.51	89.50	5.56	0.065	0.04	5.52
0.83	76.10	63.16	89.50	6.01	0.065	0.05	5.95
1	68.09	68.09	89.50	6.48	0.065	0.07	6.41
2	44.26	88.52	89.50	8.42	0.065	0.13	8.29
4	34.80	139.21	89.50	13.24	0.065	0.26	12.98
6	29.51	177.04	89.50	16.84	0.065	0.39	16.44
8	25.88	207.01	89.50	19.68	0.065	0.52	19.16
10	23.08	230.76	89.50	21.94	0.065	0.65	21.29
12	19.29	231.52	89.50	22.02	0.065	0.78	21.23
14	15.13	211.85	89.50	20.15	0.065	0.91	19.23
18	11.48	206.55	89.50	19.64	0.065	1.18	18.47
24	9.46	226.98	89.50	21.58	0.065	1.57	20.02

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.26 Ingeniería Mecánica

Tabla N°47. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería Mecánica T=100 Años

ING. MECÁNICA							
A aport	2067	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	8	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	258.38	0.00	0.065	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	258.38	9.58	0.065	0.01	9.57
0.33	133.87	44.18	258.38	12.13	0.065	0.02	12.11
0.50	104.26	52.13	258.38	14.31	0.065	0.03	14.28
0.67	87.32	58.51	258.38	16.06	0.065	0.04	16.02
0.83	76.10	63.16	258.38	17.34	0.065	0.05	17.29
1.00	68.09	68.09	258.38	18.69	0.065	0.07	18.63
2.00	44.26	88.52	258.38	24.30	0.065	0.13	24.17
4.00	34.80	139.21	258.38	38.22	0.065	0.26	37.96
6.00	29.51	177.04	258.38	48.60	0.065	0.39	48.21
8.00	25.88	207.01	258.38	56.83	0.065	0.52	56.31
10.00	23.08	230.76	258.38	63.35	0.065	0.65	62.70
12.00	19.29	231.52	258.38	63.56	0.065	0.78	62.77
14.00	15.13	211.85	258.38	58.16	0.065	0.91	57.24
18.00	11.48	206.55	258.38	56.70	0.065	1.18	55.53
24.00	9.46	226.98	258.38	62.31	0.065	1.57	60.74

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.27 Facultad Ciencias Empresariales

Tabla N°48. Resultados Modelación Pozos de Infiltración FACE T=100 Años

FACE							
A aport	1407	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	20	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	70.35	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	70.35	2.61	0.131	0.02	2.59
0.33	133.87	44.18	70.35	3.30	0.131	0.04	3.26
0.5	104.26	52.13	70.35	3.90	0.131	0.07	3.83
0.67	87.32	58.51	70.35	4.37	0.131	0.09	4.29
0.83	76.10	63.16	70.35	4.72	0.131	0.11	4.61
1	68.09	68.09	70.35	5.09	0.131	0.13	4.96
2	44.26	88.52	70.35	6.62	0.131	0.26	6.36
4	34.80	139.21	70.35	10.41	0.131	0.52	9.88
6	29.51	177.04	70.35	13.23	0.131	0.78	12.45
8	25.88	207.01	70.35	15.47	0.131	1.05	14.43
10	23.08	230.76	70.35	17.25	0.131	1.31	15.94
12	19.29	231.52	70.35	17.31	0.131	1.57	15.74
14	15.13	211.85	70.35	15.83	0.131	1.83	14.01
18	11.48	206.55	70.35	15.44	0.131	2.35	13.09
24	9.46	226.98	70.35	16.97	0.131	3.14	13.83

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.28 Facultad de Arquitectura

Tabla N°49. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Facultad de Arquitectura T=100 Años

FAC. ARQUITECTURA							
A aport	494	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	18	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	27.44	0.00	0.098	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	27.44	1.02	0.098	0.02	1.00
0.33	133.87	44.18	27.44	1.29	0.098	0.03	1.26
0.5	104.26	52.13	27.44	1.52	0.098	0.05	1.47
0.67	87.32	58.51	27.44	1.71	0.098	0.07	1.64
0.83	76.10	63.16	27.44	1.84	0.098	0.08	1.76
1	68.09	68.09	27.44	1.99	0.098	0.10	1.89
2	44.26	88.52	27.44	2.58	0.098	0.20	2.39
4	34.80	139.21	27.44	4.06	0.098	0.39	3.67
6	29.51	177.04	27.44	5.16	0.098	0.59	4.57
8	25.88	207.01	27.44	6.04	0.098	0.78	5.25
10	23.08	230.76	27.44	6.73	0.098	0.98	5.75
12	19.29	231.52	27.44	6.75	0.098	1.18	5.57
14	15.13	211.85	27.44	6.18	0.098	1.37	4.81
18	11.48	206.55	27.44	6.02	0.098	1.76	4.26
24	9.46	226.98	27.44	6.62	0.098	2.35	4.27

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.29 Estudios Generales

Tabla N°50. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Estudios Generales T= 100 Años

ESTUDIOS GENERALES							
A aport	522	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	8	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	65.25	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	65.25	2.42	0.131	0.02	2.40
0.33	133.87	44.18	65.25	3.06	0.131	0.04	3.02
0.5	104.26	52.13	65.25	3.61	0.131	0.07	3.55
0.67	87.32	58.51	65.25	4.06	0.131	0.09	3.97
0.83	76.10	63.16	65.25	4.38	0.131	0.11	4.27
1	68.09	68.09	65.25	4.72	0.131	0.13	4.59
2	44.26	88.52	65.25	6.14	0.131	0.26	5.88
4	34.80	139.21	65.25	9.65	0.131	0.52	9.13
6	29.51	177.04	65.25	12.27	0.131	0.78	11.49
8	25.88	207.01	65.25	14.35	0.131	1.05	13.31
10	23.08	230.76	65.25	16.00	0.131	1.31	14.69
12	19.29	231.52	65.25	16.05	0.131	1.57	14.48
14	15.13	211.85	65.25	14.69	0.131	1.83	12.86
18	11.48	206.55	65.25	14.32	0.131	2.35	11.97
24	9.46	226.98	65.25	15.74	0.131	3.14	12.60

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.30 Laboratorio Ciencias Empresariales

Tabla N°51. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Laboratorio FACE T=100 Años

LABORATORIO FACE							
A aport	493	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	82.17	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	82.17	3.05	0.131	0.02	3.02
0.33	133.87	44.18	82.17	3.86	0.131	0.04	3.81
0.5	104.26	52.13	82.17	4.55	0.131	0.07	4.49
0.67	87.32	58.51	82.17	5.11	0.131	0.09	5.02
0.83	76.10	63.16	82.17	5.51	0.131	0.11	5.41
1	68.09	68.09	82.17	5.94	0.131	0.13	5.81
2	44.26	88.52	82.17	7.73	0.131	0.26	7.47
4	34.80	139.21	82.17	12.15	0.131	0.52	11.63
6	29.51	177.04	82.17	15.46	0.131	0.78	14.67
8	25.88	207.01	82.17	18.07	0.131	1.05	17.03
10	23.08	230.76	82.17	20.15	0.131	1.31	18.84
12	19.29	231.52	82.17	20.21	0.131	1.57	18.64
14	15.13	211.85	82.17	18.49	0.131	1.83	16.67
18	11.48	206.55	82.17	18.03	0.131	2.35	15.68
24	9.46	226.98	82.17	19.82	0.131	3.14	16.68

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.31 Federación de Estudiantes

Tabla N°52. Resultados Modelación Pozos de Infiltración FEUBB T=100 Años

FEUBB							
A aport	240	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	2	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	120.00	0.00	0.173	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	120.00	4.45	0.173	0.03	4.42
0.33	133.87	44.18	120.00	5.63	0.173	0.06	5.58
0.5	104.26	52.13	120.00	6.65	0.173	0.09	6.56
0.67	87.32	58.51	120.00	7.46	0.173	0.12	7.34
0.83	76.10	63.16	120.00	8.05	0.173	0.14	7.91
1	68.09	68.09	120.00	8.68	0.173	0.17	8.51
2	44.26	88.52	120.00	11.29	0.173	0.35	10.94
4	34.80	139.21	120.00	17.75	0.173	0.69	17.06
6	29.51	177.04	120.00	22.57	0.173	1.04	21.53
8	25.88	207.01	120.00	26.39	0.173	1.39	25.01
10	23.08	230.76	120.00	29.42	0.173	1.73	27.69
12	19.29	231.52	120.00	29.52	0.173	2.08	27.44
14	15.13	211.85	120.00	27.01	0.173	2.43	24.58
18	11.48	206.55	120.00	26.34	0.173	3.12	23.21
24	9.46	226.98	120.00	28.94	0.173	4.16	24.78

Fuente: Elaboración Propia.



### 4.4.32 Ingeniería en Maderas

Tabla N°53. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Ingeniería en Maderas T= 100 Años

ING. MADERAS							
A aport	538	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	92	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	89.67	0.00	0.116	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	89.67	3.32	0.116	0.02	3.30
0.33	133.87	44.18	89.67	4.21	0.116	0.04	4.17
0.5	104.26	52.13	89.67	4.97	0.116	0.06	4.91
0.67	87.32	58.51	89.67	5.57	0.116	0.08	5.50
0.83	76.10	63.16	89.67	6.02	0.116	0.10	5.92
1	68.09	68.09	89.67	6.49	0.116	0.12	6.37
2	44.26	88.52	89.67	8.43	0.116	0.23	8.20
4	34.80	139.21	89.67	13.26	0.116	0.46	12.80
6	29.51	177.04	89.67	16.87	0.116	0.69	16.17
8	25.88	207.01	89.67	19.72	0.116	0.92	18.80
10	23.08	230.76	89.67	21.98	0.116	1.16	20.83
12	19.29	231.52	89.67	22.06	0.116	1.39	20.67
14	15.13	211.85	89.67	20.18	0.116	1.62	18.56
18	11.48	206.55	89.67	19.68	0.116	2.08	17.60
24	9.46	226.98	89.67	21.62	0.116	2.77	18.85

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.33 Escuela Diseño Industrial

Tabla N°54. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Escuela Diseño Industrial T=100 Años

ESC. DISEÑO INDUSTRIAL							
A aport	700	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.4	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	116.67	0.00	0.065	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	116.67	4.32	0.065	0.01	4.31
0.33	133.87	44.18	116.67	5.48	0.065	0.02	5.45
0.5	104.26	52.13	116.67	6.46	0.065	0.03	6.43
0.67	87.32	58.51	116.67	7.25	0.065	0.04	7.21
0.83	76.10	63.16	116.67	7.83	0.065	0.05	7.78
1	68.09	68.09	116.67	8.44	0.065	0.07	8.38
2	44.26	88.52	116.67	10.97	0.065	0.13	10.84
4	34.80	139.21	116.67	17.26	0.065	0.26	17.00
6	29.51	177.04	116.67	21.95	0.065	0.39	21.55
8	25.88	207.01	116.67	25.66	0.065	0.52	25.14
10	23.08	230.76	116.67	28.61	0.065	0.65	27.95
12	19.29	231.52	116.67	28.70	0.065	0.78	27.91
14	15.13	211.85	116.67	26.26	0.065	0.91	25.35
18	11.48	206.55	116.67	25.60	0.065	1.18	24.43
24	9.46	226.98	116.67	28.14	0.065	1.57	26.57

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.34 Extensión Diseño Industrial

Tabla N°55. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Extensión Diseño Industrial T=100 Años

EXTENSIÓN DISEÑO INDUSTRIAL							
A aport	340	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	6	unidad					
φ Pozo	0.8	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	56.67	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	56.67	2.10	0.131	0.02	2.08
0.33	133.87	44.18	56.67	2.66	0.131	0.04	2.62
0.5	104.26	52.13	56.67	3.14	0.131	0.07	3.07
0.67	87.32	58.51	56.67	3.52	0.131	0.09	3.43
0.83	76.10	63.16	56.67	3.80	0.131	0.11	3.69
1	68.09	68.09	56.67	4.10	0.131	0.13	3.97
2	44.26	88.52	56.67	5.33	0.131	0.26	5.07
4	34.80	139.21	56.67	8.38	0.131	0.52	7.86
6	29.51	177.04	56.67	10.66	0.131	0.78	9.88
8	25.88	207.01	56.67	12.46	0.131	1.05	11.42
10	23.08	230.76	56.67	13.89	0.131	1.31	12.59
12	19.29	231.52	56.67	13.94	0.131	1.57	12.37
14	15.13	211.85	56.67	12.76	0.131	1.83	10.93
18	11.48	206.55	56.67	12.44	0.131	2.35	10.08
24	9.46	226.98	56.67	13.67	0.131	3.14	10.53

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.35 Laboratorio CIMUBB

Tabla N°56. Resultados Modelación Pozos de Infiltración CIMUBB T= 100 Años

CIMUBB							
<b>A aport</b>	520	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	7	unidad					
<b>φ Pozo</b>	0.8	m					
<b>C. Esc</b>	0.85						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	52	mm/hr					
<b>H</b>	1	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	74.29	0.00	0.131	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	74.29	2.75	0.131	0.02	2.73
0.33	133.87	44.18	74.29	3.49	0.131	0.04	3.44
0.5	104.26	52.13	74.29	4.11	0.131	0.07	4.05
0.67	87.32	58.51	74.29	4.62	0.131	0.09	4.53
0.83	76.10	63.16	74.29	4.99	0.131	0.11	4.88
1	68.09	68.09	74.29	5.37	0.131	0.13	5.24
2	44.26	88.52	74.29	6.99	0.131	0.26	6.73
4	34.80	139.21	74.29	10.99	0.131	0.52	10.47
6	29.51	177.04	74.29	13.97	0.131	0.78	13.19
8	25.88	207.01	74.29	16.34	0.131	1.05	15.29
10	23.08	230.76	74.29	18.21	0.131	1.31	16.91
12	19.29	231.52	74.29	18.27	0.131	1.57	16.71
14	15.13	211.85	74.29	16.72	0.131	1.83	14.89
18	11.48	206.55	74.29	16.30	0.131	2.35	13.95
24	9.46	226.98	74.29	17.92	0.131	3.14	14.78

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.36 Teatro

Tabla N°57. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Teatro T= 100 Años

TEATRO							
A aport	216	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	4	unidad					
φ Pozo	0.6	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	54.00	0.00	0.019	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	54.00	2.00	0.019	0.00	2.00
0.33	133.87	44.18	54.00	2.53	0.019	0.01	2.53
0.5	104.26	52.13	54.00	2.99	0.019	0.01	2.98
0.67	87.32	58.51	54.00	3.36	0.019	0.01	3.34
0.83	76.10	63.16	54.00	3.62	0.019	0.02	3.61
1	68.09	68.09	54.00	3.91	0.019	0.02	3.89
2	44.26	88.52	54.00	5.08	0.019	0.04	5.04
4	34.80	139.21	54.00	7.99	0.019	0.08	7.91
6	29.51	177.04	54.00	10.16	0.019	0.11	10.04
8	25.88	207.01	54.00	11.88	0.019	0.15	11.73
10	23.08	230.76	54.00	13.24	0.019	0.19	13.05
12	19.29	231.52	54.00	13.28	0.019	0.23	13.06
14	15.13	211.85	54.00	12.15	0.019	0.26	11.89
18	11.48	206.55	54.00	11.85	0.019	0.34	11.51
24	9.46	226.98	54.00	13.02	0.019	0.45	12.57

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.4.37 Aulas AC

Tabla N°58. Resultados Modelación Pozos de Infiltración Aulas AC T=100 Años

AULAS AC							
A aport	1375	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	10	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	1	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0	0.00	0.00	137.50	0.00	0.031	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	137.50	5.10	0.031	0.01	5.09
0.33	133.87	44.18	137.50	6.45	0.031	0.01	6.44
0.5	104.26	52.13	137.50	7.62	0.031	0.02	7.60
0.67	87.32	58.51	137.50	8.55	0.031	0.02	8.53
0.83	76.10	63.16	137.50	9.23	0.031	0.03	9.20
1	68.09	68.09	137.50	9.95	0.031	0.03	9.92
2	44.26	88.52	137.50	12.93	0.031	0.06	12.87
4	34.80	139.21	137.50	20.34	0.031	0.13	20.21
6	29.51	177.04	137.50	25.87	0.031	0.19	25.68
8	25.88	207.01	137.50	30.24	0.031	0.25	29.99
10	23.08	230.76	137.50	33.71	0.031	0.31	33.40
12	19.29	231.52	137.50	33.82	0.031	0.38	33.45
14	15.13	211.85	137.50	30.95	0.031	0.44	30.51
18	11.48	206.55	137.50	30.18	0.031	0.57	29.61
24	9.46	226.98	137.50	33.16	0.031	0.75	32.41

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.5 Resultados y Modelación de Canales

### 4.5.1 Canal Casino

Tabla N°59. Resultados canal Casino para distintos Periodos de Retorno

Canal Casino T= 2 Años									
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca					
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc	
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min	
	2377.85	959	3336.85	0.015	110	0.0064	86.3	7.23	
Resultados									
c ponderado	i	A	Q						
	mm/hr	m2	m3/s						
0.40	86.3	3336.85	0.032						
Canal Casino T= 5 años									
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca					
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc	
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min	
0	2377.85	959	3336.85	0.015	110	0.0064	108.8	6.59	
Resultados									
c ponderado	i	A	Q						
	mm/hr	m2	m3/s						
0.40	108.8	3336.85	0.040						
Canal Casino T= 10 Años									
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca					
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc	
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min	
0	2377.85	959	3336.85	0.015	110	0.0064	130.41	6.13	
Resultados									
c ponderado	i	A	Q						
	mm/hr	m2	m3/s						
0.40	130.41	3336.85	0.048						
Canal Casino T= 50 Años									
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca					
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc	
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min	
0	2377.85	959	3336.85	0.015	110	0.0064	195.74	5.21	
Resultados									
c ponderado	i	A	Q						
	mm/hr	m2	m3/s						
0.40	195.74	3336.85	0.073						
Canal Casino T= 100 Años									
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca					
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc	
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min	
0	2377.85	959	3336.85	0.015	110	0.0064	233.06	4.86	
Resultados									
c ponderado	i	A	Q						
	mm/hr	m2	m3/s						
0.40	233.06	3336.85	0.087						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°60. Resultados Modelación canal Casino T=2 Años y T=100 Años

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota de fondo (m)	Cota de agua (m)	Cota Altura Critica (m)	Velocidad del agua (m/s)	Area del Agua (m2)
Canal Casino T= 2 Años	14	T=2 años	0.032	99.47	99.72		0.22	0.15
Canal Casino T= 2 Años	13	T=2 años	0.032	99.49	99.71		0.25	0.13
Canal Casino T= 2 Años	12	T=2 años	0.032	99.47	99.71		0.22	0.15
Canal Casino T= 2 Años	11	T=2 años	0.032	99.46	99.71		0.24	0.13
Canal Casino T= 2 Años	10	T=2 años	0.032	99.49	99.71		0.29	0.11
Canal Casino T= 2 Años	9	T=2 años	0.032	99.49	99.7		0.26	0.12
Canal Casino T= 2 Años	8	T=2 años	0.032	99.53	99.7		0.36	0.09
Canal Casino T= 2 Años	7	T=2 años	0.032	99.53	99.69		0.36	0.09
Canal Casino T= 2 Años	6	T=2 años	0.032	99.5	99.68		0.3	0.11
Canal Casino T= 2 Años	5	T=2 años	0.032	99.53	99.68		0.37	0.09
Canal Casino T= 2 Años	4	T=2 años	0.032	99.53	99.67		0.46	0.07
Canal Casino T= 2 Años	3	T=2 años	0.032	99.53	99.66		0.49	0.07
Canal Casino T= 2 Años	2	T=2 años	0.032	99.47	99.65		0.36	0.09
Canal Casino T= 2 Años	1	T=2 años	0.032	99.49	99.64	99.57	0.44	0.07

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total (m3/s)	Cota de fondo (m)	Cota de agua (m)	Cota Altura Critica (m)	Velocidad del agua (m/s)	Area del Agua (m2)
Canal Casino T= 2 Años	14	T=100 años	0.087	99.47	99.88		0.34	0.26
Canal Casino T= 2 Años	13	T=100 años	0.087	99.49	99.87		0.38	0.23
Canal Casino T= 2 Años	12	T=100 años	0.087	99.47	99.87		0.34	0.26
Canal Casino T= 2 Años	11	T=100 años	0.087	99.46	99.86		0.39	0.23
Canal Casino T= 2 Años	10	T=100 años	0.087	99.49	99.86		0.44	0.2
Canal Casino T= 2 Años	9	T=100 años	0.087	99.49	99.85		0.4	0.22
Canal Casino T= 2 Años	8	T=100 años	0.087	99.53	99.84		0.5	0.18
Canal Casino T= 2 Años	7	T=100 años	0.087	99.53	99.84		0.48	0.18
Canal Casino T= 2 Años	6	T=100 años	0.087	99.5	99.83		0.42	0.21
Canal Casino T= 2 Años	5	T=100 años	0.087	99.53	99.83		0.46	0.19
Canal Casino T= 2 Años	4	T=100 años	0.087	99.53	99.82		0.55	0.16
Canal Casino T= 2 Años	3	T=100 años	0.087	99.53	99.81		0.58	0.15
Canal Casino T= 2 Años	2	T=100 años	0.087	99.47	99.8		0.52	0.17
Canal Casino T= 2 Años	1	T=100 años	0.087	99.49	99.79	99.64	0.57	0.15

Fuente: Elaboración Propia

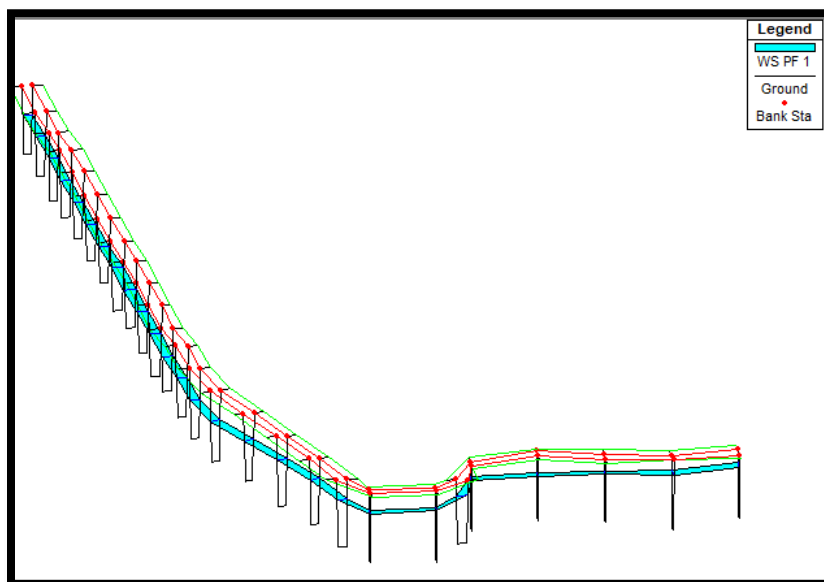


Figura N° 7. Perfil Longitudinal Casino  
Fuente: Elaboración Propia



### 4.5.2 Canal Cancha Rugby

Tabla N°61. Resultados canal Cancha Rugby para distintos Periodos de Retorno

Canal cancha Rugby T= 2 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m	m/m	mm/hr	min
	4540		4540	0.028	119.4	0.0094	71.67	10.61
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s					
0.2	71.67	4540	0.018					
Canal cancha Rugby T= 5 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m	m/m	mm/hr	min
0	4540	0	4540	0.028	119.4	0.0094	90.3	9.67
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s					
0.2	90.3	4540	0.023					
Canal cancha Rugby T= 10 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m	m/m	mm/hr	min
0	4540	0	4540	0.028	119.4	0.0094	107.71	9.01
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s					
0.2	107.71	4540	0.027					
Canal cancha Rugby T= 50 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m	m/m	mm/hr	min
0	4540	0	4540	0.028	119.4	0.0094	162.73	7.64
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s					
0.2	162.73	4540	0.041					
Canal cancha Rugby T= 100 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		m	m/m	mm/hr	min
0	4540	0	4540	0.028	119.4	0.0094	194.73	7.11
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s					
0.2	194.73	4540	0.049					

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°62. Resultados Modelación canal Cancha Rugby T=2 Años y T=100 Años

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total	Cota de fondo	Cota de agua	Cota Altura Critica	Velocidad del agua	Area del Agua
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)
Canal cancha Rugby T= 2 Años	15	T=2 años	0.018	328.61	328.95		0.02	1.19
Canal cancha Rugby T= 2 Años	14	T=2 años	0.018	328.15	328.95		0.01	2.69
Canal cancha Rugby T= 2 Años	13	T=2 años	0.018	328.28	328.95		0.01	1.81
Canal cancha Rugby T= 2 Años	12	T=2 años	0.018	328.45	328.95		0.01	1.36
Canal cancha Rugby T= 2 Años	11	T=2 años	0.018	328.45	328.95		0.01	1.77
Canal cancha Rugby T= 2 Años	10	T=2 años	0.018	327.92	328.95		0	4.59
Canal cancha Rugby T= 2 Años	9	T=2 años	0.018	327.92	328.95		0	5
Canal cancha Rugby T= 2 Años	8	T=2 años	0.018	327.43	328.95		0	7.97
Canal cancha Rugby T= 2 Años	7	T=2 años	0.018	327.92	328.95		0	5.42
Canal cancha Rugby T= 2 Años	6	T=2 años	0.018	327.36	328.95		0	8.83
Canal cancha Rugby T= 2 Años	5	T=2 años	0.018	328.08	328.95		0.01	2.42
Canal cancha Rugby T= 2 Años	4	T=2 años	0.018	328.28	328.95		0.01	1.84
Canal cancha Rugby T= 2 Años	3	T=2 años	0.018	328.41	328.95		0.01	2.46
Canal cancha Rugby T= 2 Años	2	T=2 años	0.018	328.87	328.94		0.71	0.03
Canal cancha Rugby T= 2 Años	1	T=2 años	0.018	328.77	328.89	328.85	0.23	0.09

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total	Cota de fondo	Cota de agua	Cota Altura Critica	Velocidad del agua	Area del Agua
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)
Canal cancha Rugby T= 2 Años	15	T=100 años	0.049	328.61	328.99		0.03	1.44
Canal cancha Rugby T= 2 Años	14	T=100 años	0.049	328.15	328.99		0.02	2.92
Canal cancha Rugby T= 2 Años	13	T=100 años	0.049	328.28	328.99		0.02	2.04
Canal cancha Rugby T= 2 Años	12	T=100 años	0.049	328.45	328.99		0.03	1.57
Canal cancha Rugby T= 2 Años	11	T=100 años	0.049	328.45	328.99		0.02	2.05
Canal cancha Rugby T= 2 Años	10	T=100 años	0.049	327.92	328.99		0.01	4.93
Canal cancha Rugby T= 2 Años	9	T=100 años	0.049	327.92	328.99		0.01	5.38
Canal cancha Rugby T= 2 Años	8	T=100 años	0.049	327.43	328.99		0.01	8.4
Canal cancha Rugby T= 2 Años	7	T=100 años	0.049	327.92	328.99		0.01	5.81
Canal cancha Rugby T= 2 Años	6	T=100 años	0.049	327.36	328.99		0.01	9.23
Canal cancha Rugby T= 2 Años	5	T=100 años	0.049	328.08	328.99		0.02	2.69
Canal cancha Rugby T= 2 Años	4	T=100 años	0.049	328.28	328.99		0.02	2.03
Canal cancha Rugby T= 2 Años	3	T=100 años	0.049	328.41	328.99		0.02	2.75
Canal cancha Rugby T= 2 Años	2	T=100 años	0.049	328.87	328.98		0.67	0.07
Canal cancha Rugby T= 2 Años	1	T=100 años	0.049	328.77	328.93	328.86	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

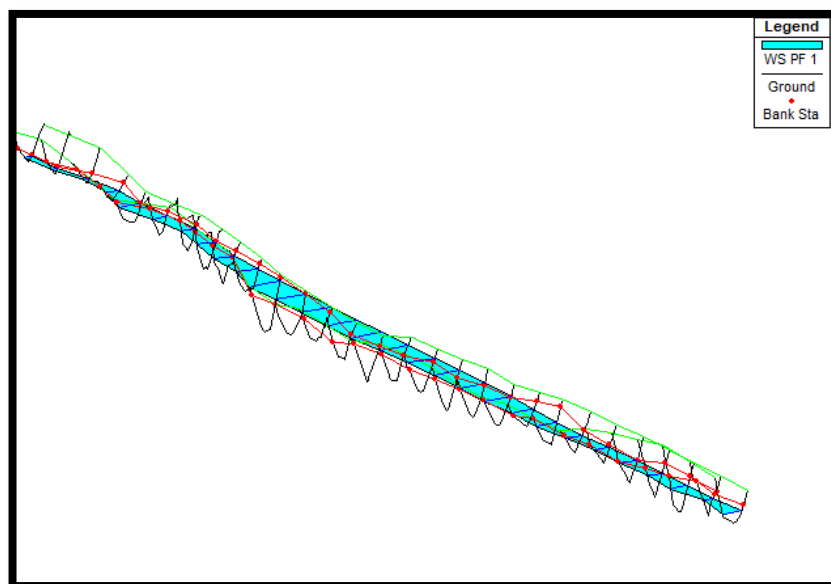


Figura N° 8. Perfil Longitudinal Canal Cancha Rugby  
Fuente: Elaboración Propia.

### 4.5.3 Canal Frente Casino

Tabla N°63. Resultados canal Frente Casino para distintos Periodos de Retorno

Canal Frente Casino T= 2 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min
534.51	639.17		1173.68	0.028	63.2	0.01	91.64	6.44
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	km2	m3/s					
0.48	91.64	1173.68	0.014					
Canal Frente Casino T= 5 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min
534.51	639.17	0	1173.68	0.028	63.2	0.01	115.28	5.88
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m2	m3/s					
0.48	115.28	1173.68	0.018					
Canal Frente Casino T= 10 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min
534.51	639.17	0	1173.68	0.028	63.2	0.01	137.15	5.48
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m2	m3/s					
0.48	137.15	1173.68	0.022					
Canal Frente Casino T= 50 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min
534.51	639.17	0	1173.68	0.028	63.2	0.01	206.56	4.65
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m2	m3/s					
0.48	206.56	1173.68	0.032					
Canal Frente Casino T= 100 Años								
Áreas Aportantes				Datos Sub- Cuenca				
Pav. Horm.	Jardines	Techumbres	Area Total	n ponderado	Longitud	S	I	Tc
m2	m2	m2	m2		m	m/m	mm/hr	min
534.51	639.17	0	1173.68	0.028	63.2	0.01	246.7	4.33
Resultados								
c ponderado	i	A	Q					
	mm/hr	m2	m3/s					
0.48	246.7	1173.68	0.039					

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°64. Resultados Modelación canal Frente Casino T=2 Años y T=100 Años

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total	Cota de fondo	Cota de agua	Cota Altura Critica	Velocidad del agua	Area del Agua	Ancho Escurrimiento	N° Froude
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Canal Frente a Casino	8	T=2 años	0.014	99.84	100.03		0.09	0.160	1.55	0.09
Canal Frente a Casino	7	T=2 años	0.014	99.83	100.02		0.16	0.090	0.96	0.18
Canal Frente a Casino	6	T=2 años	0.014	99.79	100.02		0.09	0.160	1.21	0.08
Canal Frente a Casino	5	T=2 años	0.014	99.74	100.02		0.07	0.206	1.12	0.05
Canal Frente a Casino	4	T=2 años	0.014	99.93	100.01		0.45	0.032	0.62	0.64
Canal Frente a Casino	3	T=2 años	0.014	99.87	99.96		0.29	0.050	0.88	0.39
Canal Frente a Casino	2	T=2 años	0.014	99.84	99.92	99.92	0.72	0.020	0.36	1
Canal Frente a Casino	1	T=2 años	0.014	99.8	99.88	99.87	0.42	0.034	0.8	0.66

Nombre del Canal	N°Sección	Periodo de retorno	Q Total	Cota de fondo	Cota de agua	Cota Altura Critica	Velocidad del agua	Area del Agua	Ancho Escurrimiento	N° Froude
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Canal Frente a Casino	8	T=100 años	0.039	99.84	100.09		0.15	0.27	1.68	0.12
Canal Frente a Casino	7	T=100 años	0.039	99.83	100.09		0.23	0.17	1.35	0.2
Canal Frente a Casino	6	T=100 años	0.039	99.79	100.08		0.16	0.24	1.49	0.13
Canal Frente a Casino	5	T=100 años	0.039	99.74	100.08		0.14	0.28	1.27	0.09
Canal Frente a Casino	4	T=100 años	0.039	99.93	100.06		0.56	0.07	0.84	0.63
Canal Frente a Casino	3	T=100 años	0.039	99.87	100.03	99.98	0.33	0.12	1.07	0.32
Canal Frente a Casino	2	T=100 años	0.039	99.84	99.98		0.84	0.05	0.52	0.9
Canal Frente a Casino	1	T=100 años	0.039	99.8	99.92	99.91	0.58	0.07	0.98	0.71

Fuente: Elaboración Propia.

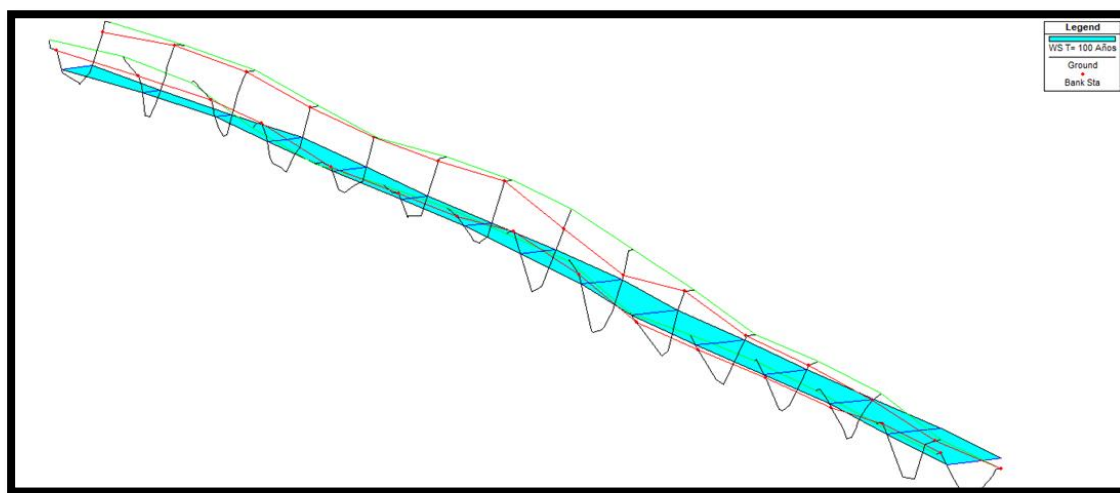


Figura N° 9. Perfil Longitudinal Canal Frente Casino  
Fuente: Elaboración Propia.

## 5 Proyecciones Futuras

Tabla N°65. Resultados Modelación Proyección Edificio Innovación T= 5 Años

EDIFICIO INNOVACIÓN							
A aport	1840	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	22	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	83.64	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	83.64	1.67	0.063	0.01	1.66
0.33	72.25	23.8425	83.64	2.12	0.063	0.02	2.10
0.50	56.27	28.135	83.64	2.50	0.063	0.03	2.47
0.67	47.13	31.5771	83.64	2.81	0.063	0.04	2.76
0.83	41.07	34.0881	83.64	3.03	0.063	0.05	2.98
1.00	37.37	37.37	83.64	3.32	0.063	0.06	3.26
2.00	24.29	48.58	83.64	4.32	0.063	0.13	4.19
4.00	19.10	57.30	83.64	6.79	0.063	0.25	6.54
6.00	16.19	64.76	83.64	8.63	0.063	0.38	8.26
8.00	14.20	71.00	83.64	10.09	0.063	0.50	9.59
10.00	12.66	75.96	83.64	11.25	0.063	0.63	10.62
12.00	10.58	84.64	83.64	11.28	0.063	0.75	10.53
14.00	8.30	99.60	83.64	10.33	0.063	0.88	9.45
18.00	6.29	113.22	83.64	10.06	0.063	1.13	8.93
24.00	5.19	124.56	83.64	11.07	0.063	1.51	9.56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°66. Resultados Modelación Proyección Edificio Ingeniería Civil T= 5 Años

EDIFICIO INGENIERÍA CIVIL							
A aport	533	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	7	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	76.14	0.00	0.327	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	76.14	1.52	0.327	0.06	1.47
0.33	72.25	23.8425	76.14	1.93	0.327	0.11	1.82
0.50	56.27	28.135	76.14	2.28	0.327	0.16	2.11
0.67	47.13	31.5771	76.14	2.55	0.327	0.22	2.34
0.83	41.07	34.0881	76.14	2.76	0.327	0.27	2.49
1.00	37.37	37.37	76.14	3.02	0.327	0.33	2.70
2.00	24.29	48.58	76.14	3.93	0.327	0.65	3.28
4.00	19.10	57.30	76.14	6.18	0.327	1.31	4.87
6.00	16.19	64.76	76.14	7.86	0.327	1.96	5.90
8.00	14.20	71.00	76.14	9.19	0.327	2.61	6.58
10.00	12.66	75.96	76.14	10.24	0.327	3.27	6.97
12.00	10.58	84.64	76.14	10.27	0.327	3.92	6.35
14.00	8.30	99.60	76.14	9.40	0.327	4.57	4.83
18.00	6.29	113.22	76.14	9.16	0.327	5.88	3.28
24.00	5.19	124.56	76.14	10.08	0.327	7.84	2.24

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°67. Resultados Modelación Proyección Edificio Planetario T= 5 Años

EDIFICIO PLANETARIO							
<b>A aport</b>	971	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	15	unidad					
<b>φ Pozo</b>	1	m					
<b>C. Esc</b>	0.85						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	10	mm/hr					
<b>H</b>	2	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	64.73	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	64.73	1.30	0.063	0.01	1.28
0.33	72.25	23.8425	64.73	1.64	0.063	0.02	1.62
0.50	56.27	28.135	64.73	1.94	0.063	0.03	1.90
0.67	47.13	31.5771	64.73	2.17	0.063	0.04	2.13
0.83	41.07	34.0881	64.73	2.34	0.063	0.05	2.29
1.00	37.37	37.37	64.73	2.57	0.063	0.06	2.51
2.00	24.29	48.58	64.73	3.34	0.063	0.13	3.22
4.00	19.10	57.30	64.73	5.25	0.063	0.25	5.00
6.00	16.19	64.76	64.73	6.68	0.063	0.38	6.30
8.00	14.20	71.00	64.73	7.81	0.063	0.50	7.31
10.00	12.66	75.96	64.73	8.71	0.063	0.63	8.08
12.00	10.58	84.64	64.73	8.73	0.063	0.75	7.98
14.00	8.30	99.60	64.73	7.99	0.063	0.88	7.11
18.00	6.29	113.22	64.73	7.79	0.063	1.13	6.66
24.00	5.19	124.56	64.73	8.57	0.063	1.51	7.06

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°68. Resultados Modelación Proyección Edificio Ingeniería Civil Química T= 5 Años

EDIFICIO ING. CIVIL QUIMICA							
A aport	330	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	9	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	36.67	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	110.76	18.8292	36.67	0.73	0.063	0.01	0.72
0.33	72.25	23.8425	36.67	0.93	0.063	0.02	0.91
0.50	56.27	28.135	36.67	1.10	0.063	0.03	1.06
0.67	47.13	31.5771	36.67	1.23	0.063	0.04	1.19
0.83	41.07	34.0881	36.67	1.33	0.063	0.05	1.28
1.00	37.37	37.37	36.67	1.46	0.063	0.06	1.39
2.00	24.29	48.58	36.67	1.89	0.063	0.13	1.77
4.00	19.10	57.30	36.67	2.98	0.063	0.25	2.73
6.00	16.19	64.76	36.67	3.78	0.063	0.38	3.41
8.00	14.20	71.00	36.67	4.43	0.063	0.50	3.92
10.00	12.66	75.96	36.67	4.93	0.063	0.63	4.30
12.00	10.58	84.64	36.67	4.95	0.063	0.75	4.19
14.00	8.30	99.60	36.67	4.53	0.063	0.88	3.65
18.00	6.29	113.22	36.67	4.41	0.063	1.13	3.28
24.00	5.19	124.56	36.67	4.85	0.063	1.51	3.34

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla N°69. Resultados Modelación Proyección Edificio Innovación T= 100 Años

EDIFICIO INNOVACIÓN							
A aport	1840	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	22	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	83.64	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	83.64	3.10	0.063	0.01	3.09
0.33	133.87	44.18	83.64	3.93	0.063	0.02	3.90
0.50	104.26	52.13	83.64	4.63	0.063	0.03	4.60
0.67	87.32	58.51	83.64	5.20	0.063	0.04	5.16
0.83	76.10	63.16	83.64	5.61	0.063	0.05	5.56
1.00	68.09	68.09	83.64	6.05	0.063	0.06	5.99
2.00	44.26	88.52	83.64	7.87	0.063	0.13	7.74
3.00	34.80	139.21	83.64	9.28	0.063	0.19	9.09
4.00	29.51	177.04	83.64	10.49	0.063	0.25	10.24
5.00	25.88	207.01	83.64	11.50	0.063	0.31	11.18
6.00	23.08	230.76	83.64	12.30	0.063	0.38	11.93
8.00	19.29	231.52	83.64	13.72	0.063	0.50	13.21
12.00	15.13	211.85	83.64	16.14	0.063	0.75	15.38
18.00	11.48	206.55	83.64	18.35	0.063	1.13	17.22
24.00	9.46	226.98	83.64	20.17	0.063	1.51	18.66

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°70. Resultados Modelación Proyección Edificio Ingeniería Civil T= 100 Años

EDIFICIO INGENIERÍA CIVIL							
A aport	533	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	7	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	52	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluyente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	76.14	0.00	0.327	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	76.14	2.82	0.327	0.06	2.77
0.33	133.87	44.18	76.14	3.57	0.327	0.11	3.47
0.50	104.26	52.13	76.14	4.22	0.327	0.16	4.05
0.67	87.32	58.51	76.14	4.73	0.327	0.22	4.51
0.83	76.10	63.16	76.14	5.11	0.327	0.27	4.84
1.00	68.09	68.09	76.14	5.51	0.327	0.33	5.18
2.00	44.26	88.52	76.14	7.16	0.327	0.65	6.51
3.00	34.80	139.21	76.14	8.45	0.327	0.98	7.47
4.00	29.51	177.04	76.14	9.55	0.327	1.31	8.24
5.00	25.88	207.01	76.14	10.47	0.327	1.63	8.83
6.00	23.08	230.76	76.14	11.20	0.327	1.96	9.24
8.00	19.29	231.52	76.14	12.49	0.327	2.61	9.87
12.00	15.13	211.85	76.14	14.69	0.327	3.92	10.77
18.00	11.48	206.55	76.14	16.71	0.327	5.88	10.83
24.00	9.46	226.98	76.14	18.36	0.327	7.84	10.52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°71. Resultados Modelación Proyección Edificio Planetario T= 100 Años

EDIFICIO PLANETARIO							
<b>A aport</b>	971	m <sup>2</sup>					
<b>N° Pozos</b>	15	unidad					
<b>φ Pozo</b>	1	m					
<b>C. Esc</b>	0.85						
<b>Cs</b>	1						
<b>f</b>	10	mm/hr					
<b>H</b>	2	m					
<b>Duración</b>	<b>I</b>	<b>Precipitación</b>	<b>A</b>	<b>V afluente</b>	<b>Q infiltración</b>	<b>V infiltración</b>	<b>V almacenado</b>
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	64.73	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	64.73	2.40	0.063	0.01	2.39
0.33	133.87	44.18	64.73	3.04	0.063	0.02	3.02
0.50	104.26	52.13	64.73	3.59	0.063	0.03	3.55
0.67	87.32	58.51	64.73	4.02	0.063	0.04	3.98
0.83	76.10	63.16	64.73	4.34	0.063	0.05	4.29
1.00	68.09	68.09	64.73	4.68	0.063	0.06	4.62
2.00	44.26	88.52	64.73	6.09	0.063	0.13	5.96
3.00	34.80	139.21	64.73	7.18	0.063	0.19	6.99
4.00	29.51	177.04	64.73	8.12	0.063	0.25	7.87
5.00	25.88	207.01	64.73	8.90	0.063	0.31	8.58
6.00	23.08	230.76	64.73	9.52	0.063	0.38	9.15
8.00	19.29	231.52	64.73	10.62	0.063	0.50	10.11
12.00	15.13	211.85	64.73	12.49	0.063	0.75	11.74
18.00	11.48	206.55	64.73	14.21	0.063	1.13	13.08
24.00	9.46	226.98	64.73	15.61	0.063	1.51	14.10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°72. Resultados Modelación Proyección Edificio Ingeniería Civil Química T= 100 Años

EDIFICIO ING.CIVIL QUÍMICA							
A aport	330	m <sup>2</sup>					
N° Pozos	9	unidad					
φ Pozo	1	m					
C. Esc	0.85						
Cs	1						
f	10	mm/hr					
H	2	m					
Duración	I	Precipitación	A	V afluente	Q infiltración	V infiltración	V almacenado
hr	mm/hr	mm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.00	0.00	0.00	36.67	0.00	0.063	0.00	0.00
0.17	205.22	34.89	36.67	1.36	0.063	0.01	1.35
0.33	133.87	44.18	36.67	1.72	0.063	0.02	1.70
0.50	104.26	52.13	36.67	2.03	0.063	0.03	2.00
0.67	87.32	58.51	36.67	2.28	0.063	0.04	2.24
0.83	76.10	63.16	36.67	2.46	0.063	0.05	2.41
1.00	68.09	68.09	36.67	2.65	0.063	0.06	2.59
2.00	44.26	88.52	36.67	3.45	0.063	0.13	3.32
3.00	34.80	139.21	36.67	4.07	0.063	0.19	3.88
4.00	29.51	177.04	36.67	4.60	0.063	0.25	4.35
5.00	25.88	207.01	36.67	5.04	0.063	0.31	4.73
6.00	23.08	230.76	36.67	5.39	0.063	0.38	5.02
8.00	19.29	231.52	36.67	6.01	0.063	0.50	5.51
12.00	15.13	211.85	36.67	7.07	0.063	0.75	6.32
18.00	11.48	206.55	36.67	8.05	0.063	1.13	6.92
24.00	9.46	226.98	36.67	8.84	0.063	1.51	7.33

Fuente: Elaboración Propia.