



DESDE 1973



Memoria descriptiva del desfogue pluvial y tanque de retención.

**Proyecto:
United World College - Campus**

**Propiedad con plano de catastro:
4-2187237-2020**

Cantón de San Isidro, Provincia de Heredia

Septiembre, 2024



(506) 2257-2257

info@dehc.cr



Teléfono: (506) 2257-2257 · Fax: (506) 2221-7437

Email: dehc@dehc.com

www.dehc.com

Apdo.: 7393-1000, San José, Costa Rica

Documento de Responsabilidad Profesional

La memoria descriptiva del desfogue pluvial del proyecto donde se desarrollará la construcción del Campus del United World College, ubicado en la propiedad inscrita bajo el catastro 4-2187237-2020; propiedad de Fundación United World College Costa Rica, cédula jurídica 3-006-438840, ha sido realizado por la empresa DEHC S.A. Ingenieros Consultores. La memoria estuvo bajo la coordinación del Ing. Giovanni Bertozzi Calderón, quien se encuentra inscrito en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica bajo el número IC-23578.

A su vez, el estudio hidrológico para la determinación de las dimensiones del tanque de retención, fueron realizadas por el Ing. Daniel Céspedes Zumado y el Ing. Luis Fernando Cervantes Umaña mediante el informe "EH-018-2024 Propuesta de Dos Sistemas de Retención Pluvial_FD+LFCU+DCZ", el cual puede ser revisado en los anexos de este documento.

Ing. Giovanni Bertozzi Calderón
IC-23578

Descripción del proyecto

El proyecto Campus United World College, consiste en la construcción de un complejo educativo/residencial que cuenta con varios edificios, cada uno con diferentes propósitos.

Como parte del proyecto se construirán sistemas de evacuación de aguas pluviales y aguas residuales; así como la infraestructura requerida para habilitar sistemas de abastecimiento de agua potable y del servicio eléctrico y de telecomunicaciones.

El terreno del proyecto se encuentra ubicado en la Provincia 04° Heredia, cantón 06° San Isidro y Distrito 03° Concepción, bajo el plano de catastro 5-2187237-2020.

La localización del proyecto y el esquema general de diseño de sitio se muestra en la hoja cartográfica Barva, en escala 1:5000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, en la Figura 1.

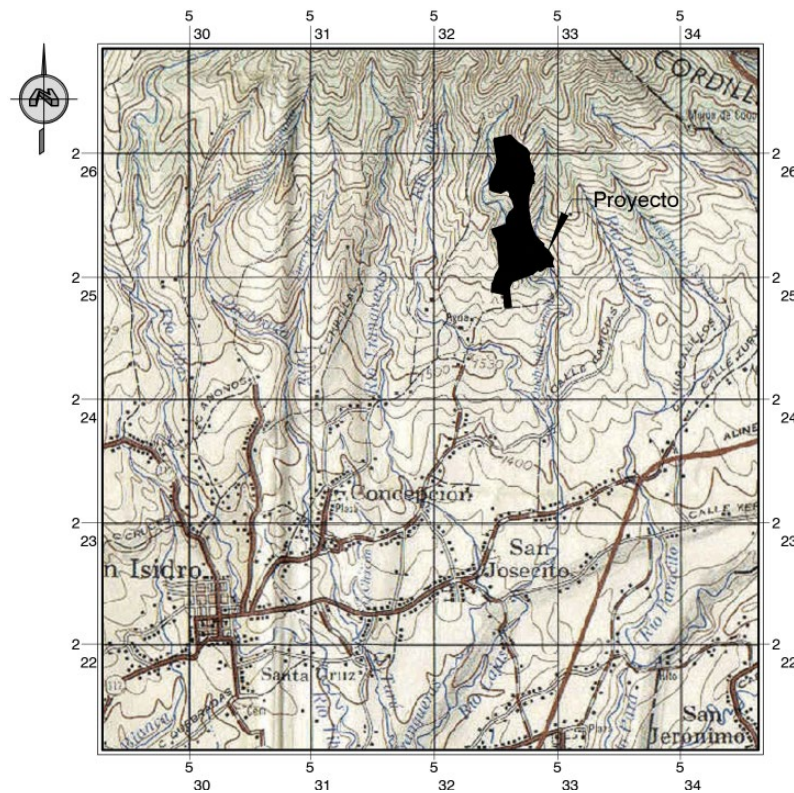


Figura 1. Ubicación del terreno del proyecto.

Fuente: Hoja Cartográfica Barva escala 1:50 000, Instituto Geográfico Nacional

Descripción del sistema pluvial

El sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales en el proyecto, consistirá en distintas redes independientes compuestas por elementos como cunetas, cajas, tragantes y pozos de registro; interconectados mediante tuberías (en Novafort o Ribloc), que se encargarán de transportar las aguas escurridas sobre el proyecto hasta los tanques de retención definidos en el documento “EH-018-2024 Propuesta de Dos Sistemas de Retención Plivual_FD+LFCU+DCZ”, el cual puede ser consultado en el apartado de anexos.

Seguidamente con los caudales de aporte a partir de los tanque se retención, se realizó el diseño del sistema pluvial para el desfogue de estas hasta el Río Lajas. Para el diseño del sistema se aplicó el método racional con el fin de estimar el cálculo del caudal a transportar en cada red.

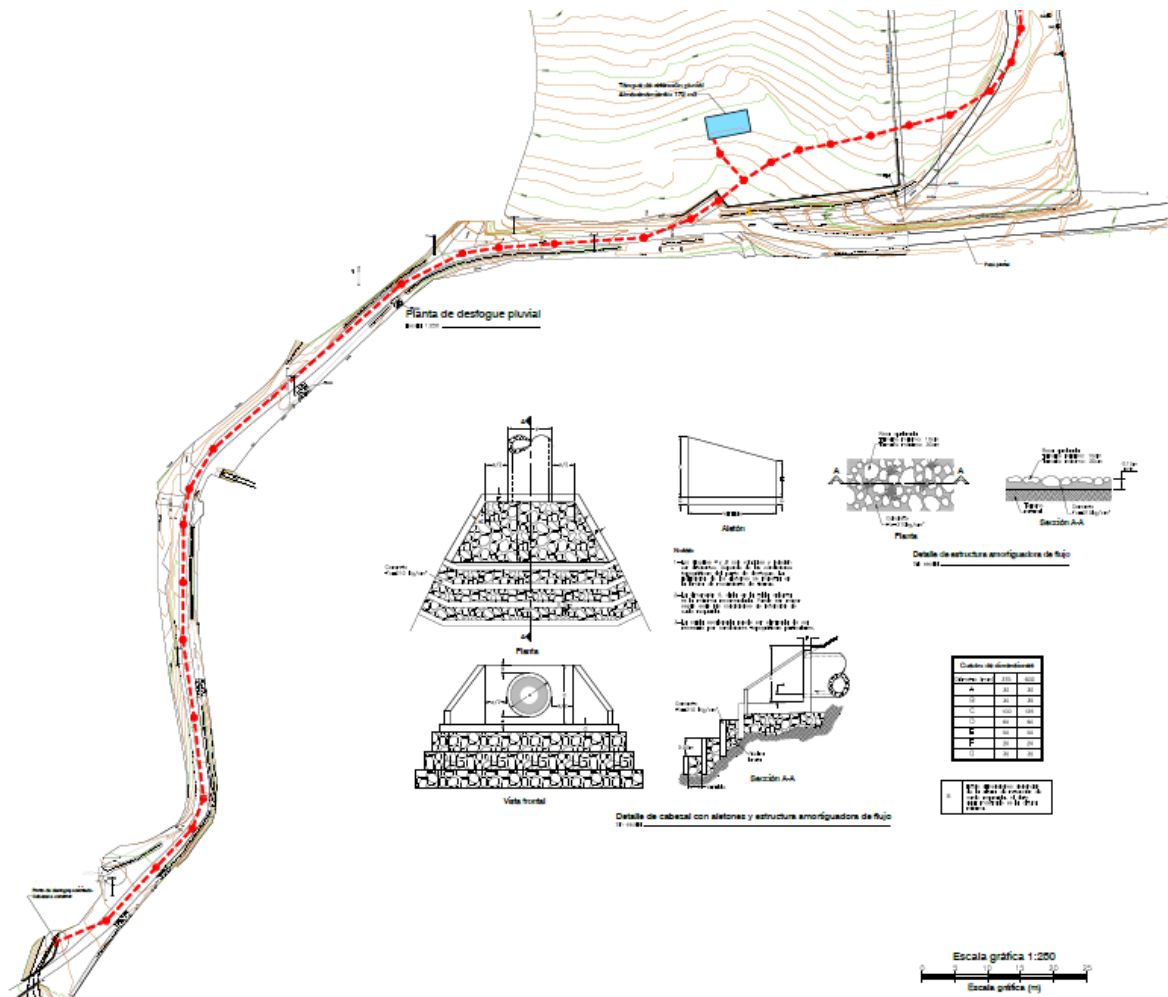
Metodología

El diseño del alcantarillado para el desfogue pluvial se realiza siguiendo la normativa establecida por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) según la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial; publicada en La Gaceta N° 180 del viernes 22 de setiembre de 2017. La metodología utilizada para la determinación de caudales de descarga de aguas de escorrentía se realiza mediante una descripción de las cuencas en los aspectos geográficos, topográficos y de uso de suelo. Además, se caracteriza según los parámetros del método racional, después del desarrollo.

La estimación del caudal máximo para períodos de retorno de la tormenta de diseño de 10 años, mediante la fórmula racional. Es importante aclarar que este sistema no recibe aguas pluviales externas; es decir, no se consideran los aportes que provienen de otros proyectos.

Información importante a considerar del Estudio Hidrológico

A partir del documento “EH-018-2024 Propuesta de Dos Sistemas de Retención Plivual_FD+LFCU+DCZ”, se obtiene que el caudal total de la propiedad en la condición actual es de 0.099 m³/s y que con el orificio generado para el tanque de retención, el caudal máximo a desfoguear es de 0.0935 m³/s. Por lo cual se estará desfogando una menor cantidad de agua, en comparación con la situación actual. A partir de esto se construirá una red de pozos y tuberías, donde las tuberías tendrán un diámetro de 600mm hasta dar con el punto de desfogue esperado, el cual sería el Río Lajas. En la figura 2 se adjunta la ruta esperada del sistema plivual para el desfogue de las aguas del proyecto.



**Figura 2. Propuesta y ruta para desfogue plivual en calle pública.
Fuente: Elaboración Propia.**

Con la información del estudio hidrológico, se procedió a realizar el diseño de los pozos y tuberías necesarios para realizar el desfogue hasta el punto deseado según la lámina adjunta en el Anexo #2 y la figura 3.

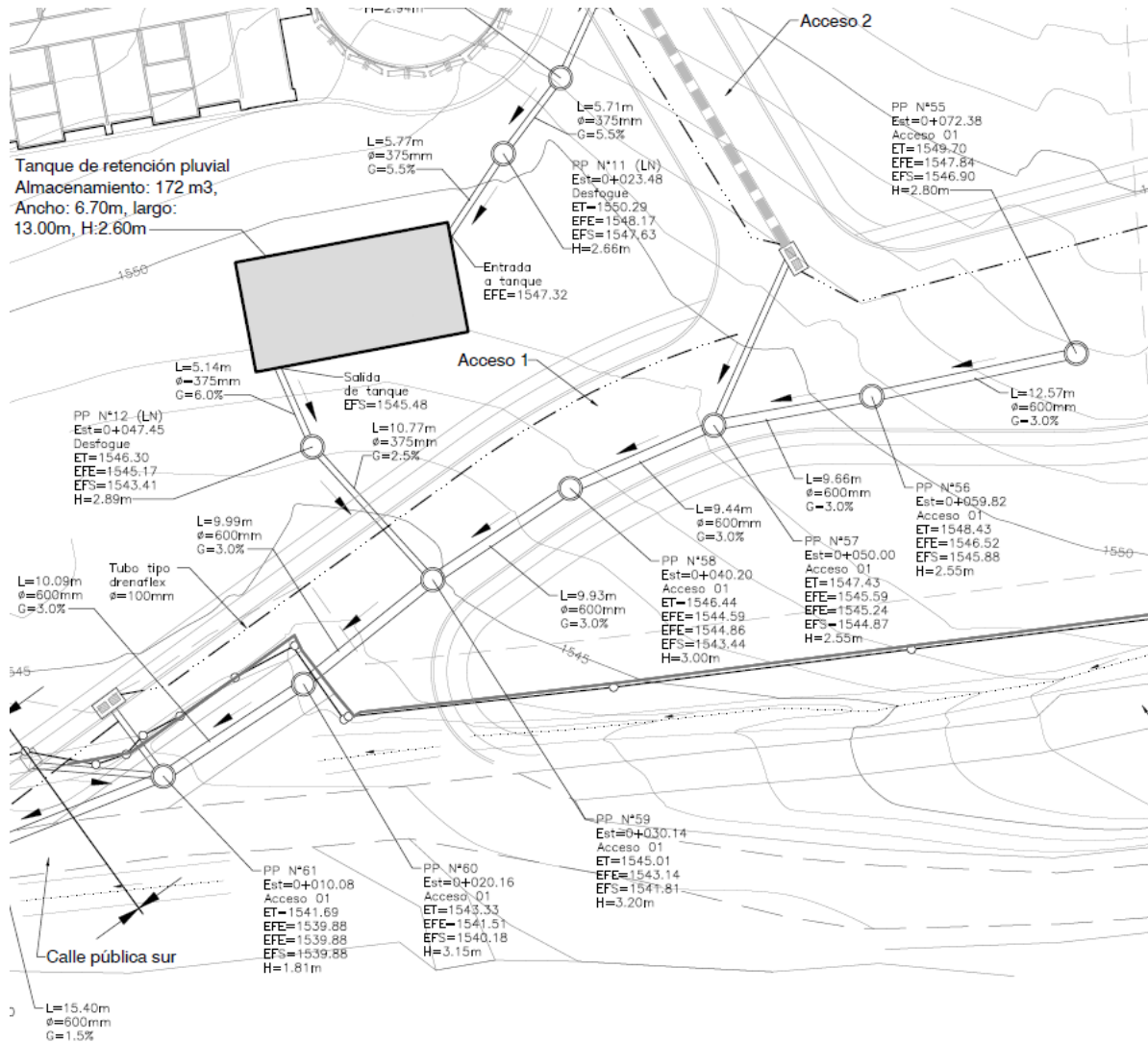


Figura 3. Propuesta desfogue pluvial.
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4 se adjunta el detalle del tanque de retención propuesto en la figura 3, con la entrada de la tubería, así como la salida. De igual forma se señala la tapa de registro para su mantenimiento y el vertedero interno en caso de que la tormenta sobrepase la esperada de diseño en el estudio hidrológico.

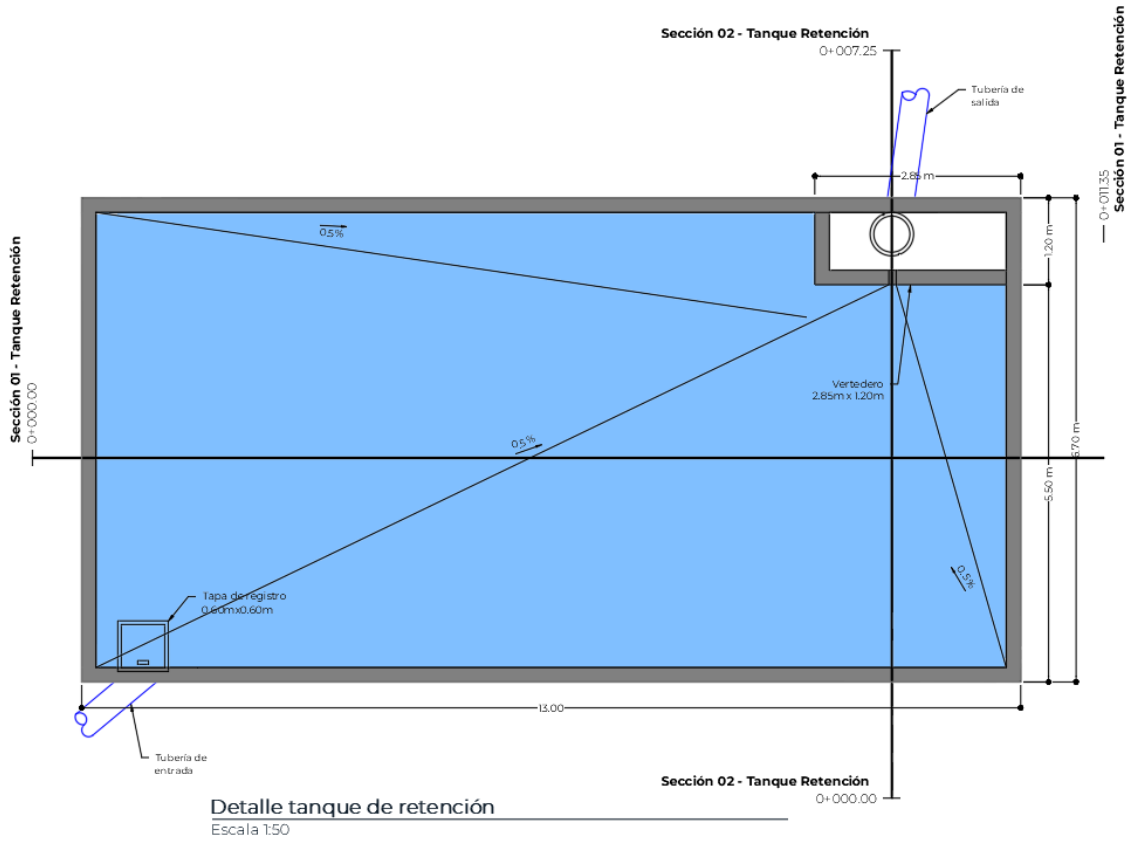


Figura 4. Planta y detalle de tanque de retención.
Fuente: Elaboración propia.

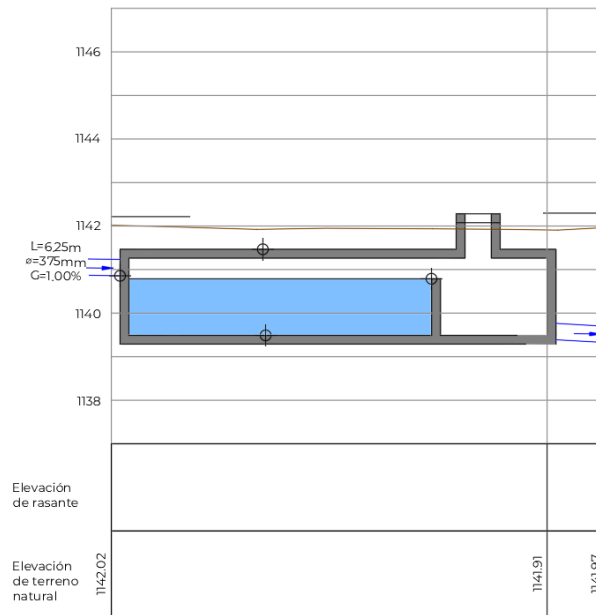


Figura 5. Sección de tanque de retención con entrada y salida de tubería.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

**Propuesta de Dos Sistemas
De Retención Pluvial**

SOLICITADO POR:

Fundación United World College

Costa Rica

Proyectos Stagoros S.A.

ELABORADO POR:

Ing. Daniel Céspedes Zumbado

Consultor Ambiental

CIAgro #7122

Ing. Luis Fernando Cervantes Umaña

Ingeniero Civil

IC-1636

CI-0310-2016

FIRMA

**LUIS FERNANDO
CERVANTES
UMAÑA (FIRMA)**

Firmado digitalmente por LUIS
FERNANDO CERVANTES UMAÑA
(FIRMA)
Fecha: 2024.06.19 12:18:18
-06'00'

Heredia, 13 de junio del 2024

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ANTECEDENTES	4
2.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	4
2.2	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.3	CARACTERIZACIÓN DE SUELOS.....	7
2.4	CARACTERIZACIÓN DE ZONA DE VIDA.....	9
3.	PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	11
3.1	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	11
3.2	INTENSIDAD DE LLUVIA.....	12
3.3	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	13
3.4	. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL HIDROLÓGICO	14
4.	DISEÑO HIDRÁULICO.....	15
4.1.	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PARA LA LAGUNA HÚMEDA	15
4.1.1	PARÁMETROS DE LA LAGUNA EXISTENTE.....	17
4.1	.2 ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DEL LAGO	18
4.1.3	ORIFICIO DE DESCARGA	19
4.1.4	VERTEDERO DE SEGURIDAD	19
4.1.5	PROPUESTA LAGUNA HÚMEDA.....	19
4.2.	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PARA LA LAGUNA SECTOR SUR.....	20
4.2.1	DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNA SECTOR SUR.....	22
4.2.2	ORIFICIO DE DESCARGA SISTEMA DE RETENCIÓN SECTOR SUR	22
4.2.3	VERTEDERO DE SEGURIDAD	23
4.2.4	PROPUESTA DE RETENCIÓN PLUVIAL DEL SECTOR SUR	23
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1	CONCLUSIONES	25
5.2	RECOMENDACIONES.....	25
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	26

Índice de Figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN CARTOGRÁFICA DEL PROYECTO	5
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA KÖPPEN	6
FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y CLASIFICACIÓN DEL IMN	6
FIGURA 4. MAPA DE SUBÓRDENES DE SUELOS DEL ÁREA DEL PROYECTO	8
FIGURA 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN ZONA DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE	10
FIGURA 6. ESQUEMA DE LA LAGUNA EXISTENTE. FUENTE: (ZARATE, 2021)	17
FIGURA 7. PROPUESTA DE LAGUNA HÚMEDA.....	20
FIGURA 8. VISTA LATERAL DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE RETENCIÓN DEL SECTOR SUR.	23
FIGURA 9. VISTA FRONTAL DEL ORIFICIO DE DESCARGA Y VERTEDERO DE SALIDA.....	24
FIGURA 10. VISTA FRONTAL DE LA TUBERÍA DE ENTRADA Y ESCALONES DISIPADORES DE ENERGÍA DEL SISTEMA DE RETENCIÓN.	24

Índice de Tablas

TABLA 1. COORDENADAS DEL SITIO EN ESTUDIO	4
TABLA 2. ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DEL PROYECTO.....	11
TABLA 3. VALORES DE INTENSIDAD DE LA LLUVIA PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO.....	13
TABLA 4. PROMEDIO PONDERADO DE LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	13
TABLA 5. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO EN CONDICIÓN PREVIA (Q0) Y	14
TABLA 6. VALORES PARA CONSTRUCCIÓN DEL HIDROGRAMA UNITARIO.	15
TABLA 7. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RETARDO.....	16
TABLA 8. ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE ÚTIL PARA LA LAGUNA DE RETENCIÓN.....	18
TABLA 9. ESTIMACIÓN DE PROFUNDIDAD DE LAGUNA REQUERIDA EN LAGO EXISTENTE	18
TABLA 10. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES GENERADOS POR EN CONDICIÓN PREVIA Y POSTERIOR AL PROYECTO	20
TABLA 11. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RETARDO SECTOR SUR.....	21
TABLA 12. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE RETENCIÓN REQUERIDO.....	22

1. Introducción

El presente informe se realiza una propuesta alternativa a la presentada en el Informe denominado “Análisis hidrológico y diseño hidráulico de dos estanques de detención para el proyecto: UNITED WORLD COLLEGE NEW CAMPUS” en la cual se planteaba la construcción de 2 de retención, esto para cada uno de los sectores que contemplaba el proyecto en ese momento. desarrollo.

La propuesta busca integrar como elemento de retención la laguna existen en la propiedad para los caudales generados por la precipitación, esto para los sectores del lado norte del proyecto a donde el agua puede llegar por gravedad hasta la laguna y otro sistema de retención pluvial en el sector sur . El proyecto se localiza dentro de la propiedad con el número de finca 77032 B 000 y el plano H-0003663-1973; la cual está localizada en Santa Cecilia de Concepción de San Isidro en la provincia de Heredia.

2. Antecedentes

2.1 Ubicación geográfica

El sitio administrativamente se encuentra en el distrito 3° Concepción, cantón 06° San Isidro de la provincia 4° Heredia.

En la Tabla 1. se muestran las coordenadas de la ubicación del sitio en el sistema CRTM-05, en la Figura 1se muestra un mapa de ubicación del terreno con base en la hoja cartográfica Barva (3346-IV) escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Tabla 1. Coordenadas del sitio en estudio

N°	Identificación	Coordenadas - CRTM 05	
		Latitud	Longitud
1	Proyecto	1 110 148	496 229

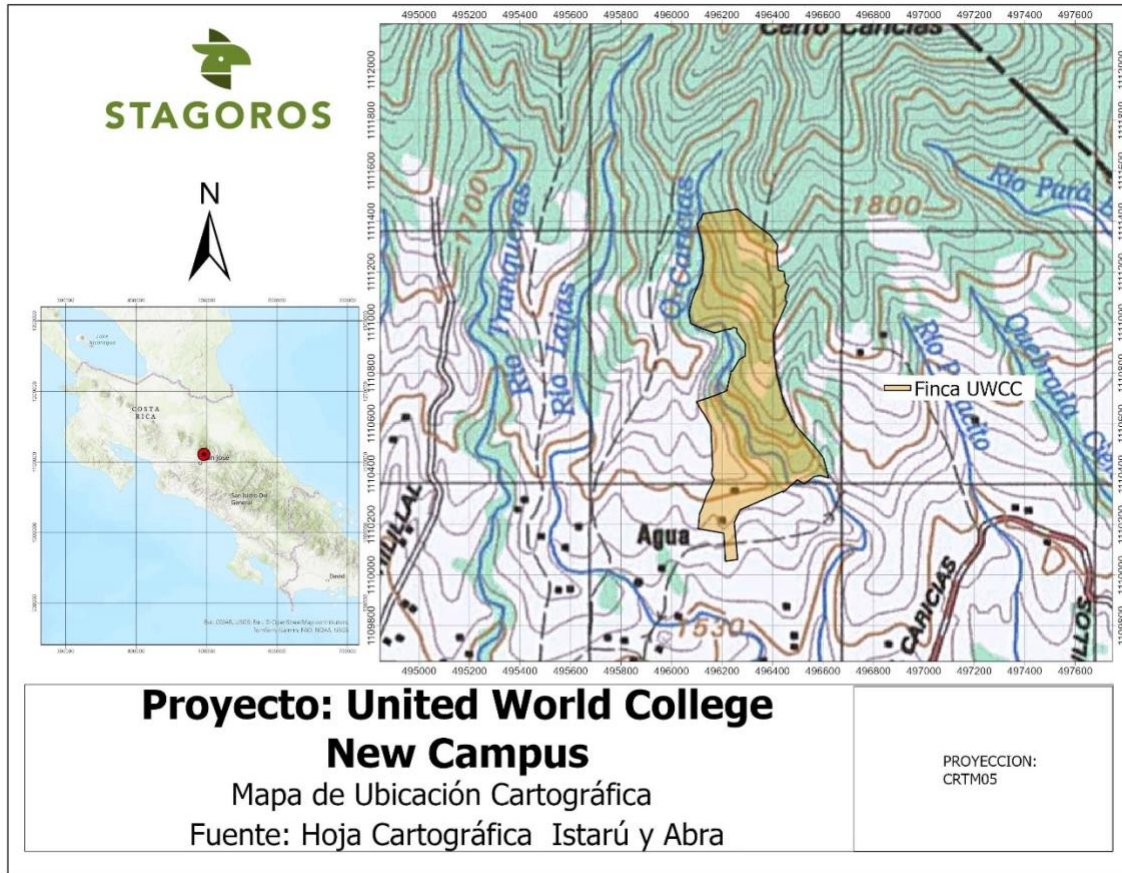


Figura 1. Ubicación Cartográfica del Proyecto

2.2 Caracterización climática del Área de Estudio.

El proyecto se ubica según la clasificación climática de Köppen (Figura 2) como clima Templado Lluvioso (CW'A), es un clima Subtropical con una estación seca con una temperatura cálida de 22°, y precipitaciones repartidas a lo largo del año; con cobertura de bosques siempreverdes. Según la Clasificación del Instituto Meteorológico Nacional (Solano & Villalobos, Regiones y Subregiones Climáticas de Costa Rica, 2001) el área de estudio se ubica en la Región climática del VALLE CENTAL en la subregión VC3 (Figura 3). La subregión VC3, la lluvia anual es de 2820mm (Solano J. V., 2013). La temperatura máxima media anual es de 21°C y la mínima media anual es de 10°C. Los días promedio con lluvia rondan entre los 126 y 147 días; la subregión no cuenta con un periodo seco.

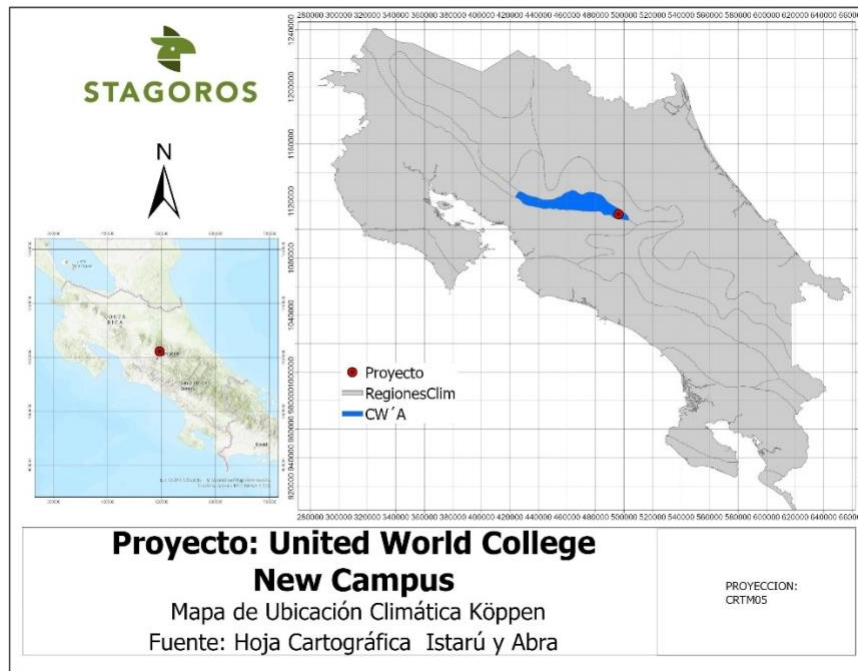


Figura 2. Ubicación del proyecto en clasificación climática Köppen

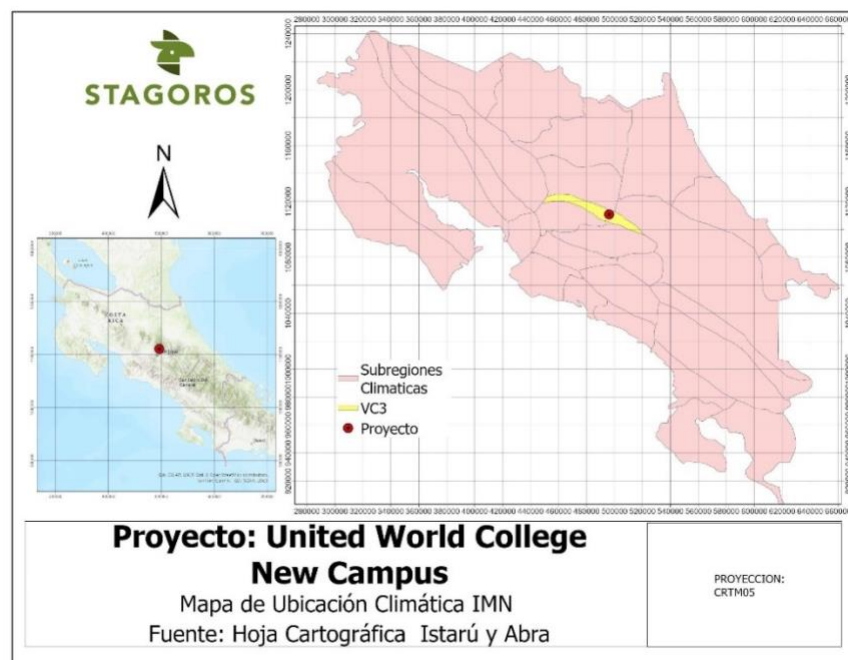


Figura 3. Ubicación del proyecto y Clasificación del IMN

Según los datos de la estación 84 111, el mes más seco es el mes de febrero con un promedio de precipitación de 42.4mm (Gráfico 1); mientras que el más lluvioso es el de octubre con 185.4mm.

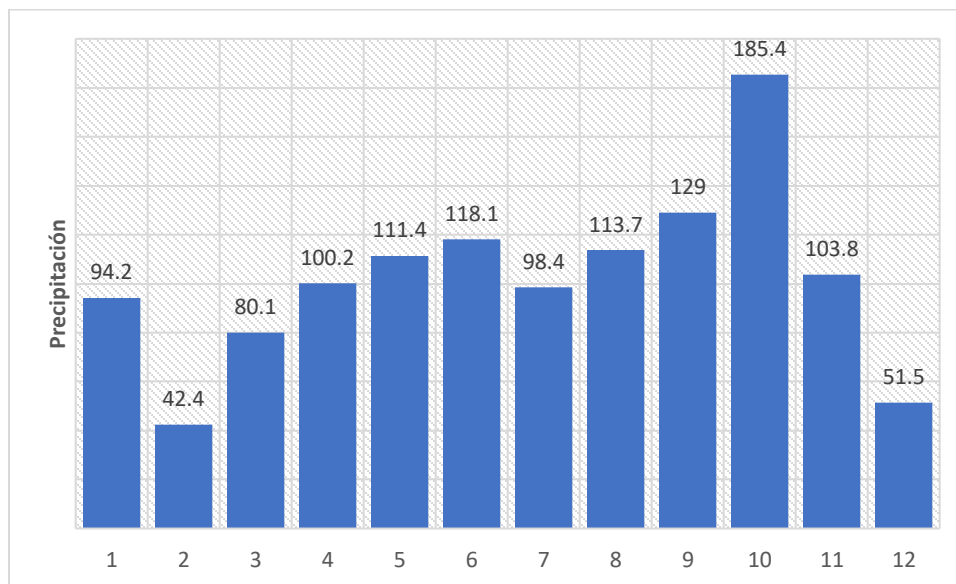


Gráfico 1. Precipitación promedio mensual para la Est 84 111. Fuente: (IMN, 2021)- Elaboración propia

2.3 Caracterización de Suelos.

Los suelos presentes en la zona corresponden al Orden de los Inceptisoles (Figura 4), que son producto de la meteorización que sufren los sedimentos aluvionales y coluviales (INTA, 2015). En la zona se encuentran suelos de los subórdenes Udults y Udepts. En el caso de los suelos Udults son suelos de regiones húmedas con periodos secos de corta duración y tienen un régimen de humedad údico (conservan humedad casi todo el año); mientras que los suelos suborden Udepts presentan un régimen de humedad údico (conservan humedad casi todo el año).

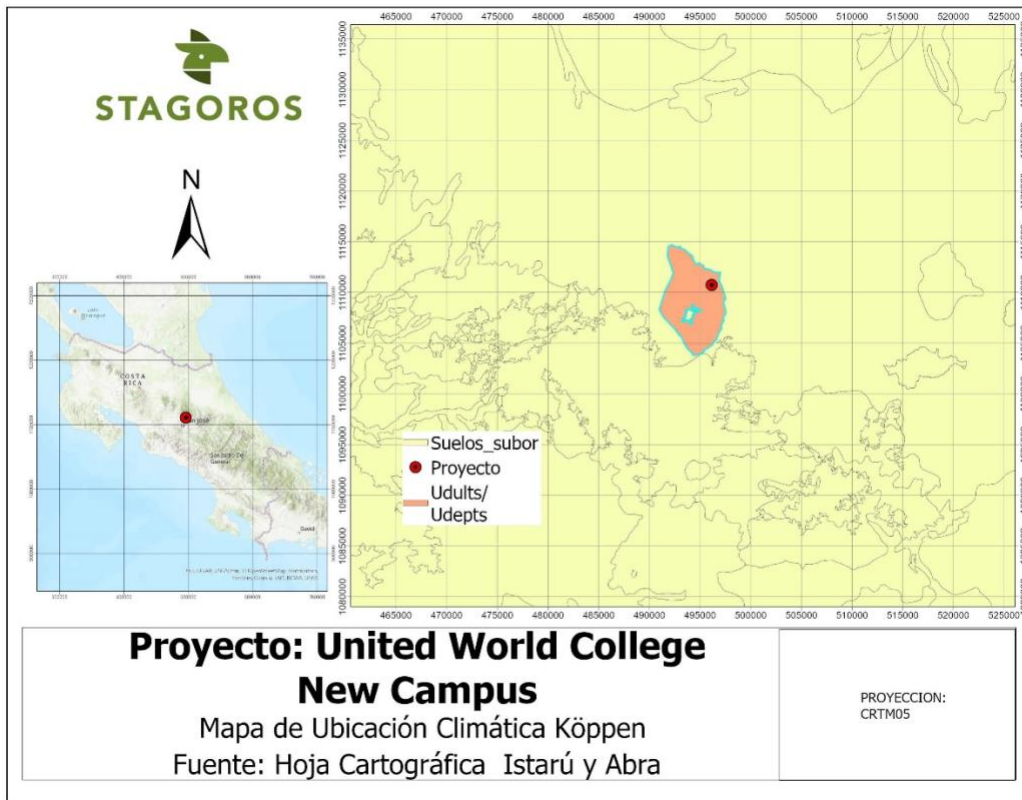


Figura 4. Mapa de subórdenes de suelos del área del proyecto

En cuanto al estudio anterior elaborado por el Ingeniero David Ulloa y denominado “Análisis hidrológico y diseño hidráulico de dos estanques de detención para el proyecto: UNITED WORLD COLLEGE NEW CAMPUS” (Ulloa S. , 2022), clasifica los suelos presentes en la zona mediante la Zonificación Geotécnica (Bogantes) en :

- V2w (Suelos volcánicos con gran contenido de minerales amorfos): suelos que se ubican en los alrededores de algunos conos volcánicos de Costa Rica. Tienen un contenido de arena superior al 30%, estructura muy porosa y cambian drásticamente sus propiedades de plasticidad al secarse, por su alto contenido de alófana y otros minerales amorfos. La experiencia en el Valle Central, y estudios realizados con muestras de suelo obtenidas en la zona de San Isidro de Coronado, muestran que estos suelos son profundos, blandos y con estructura colapsable ante una eventual saturación del terreno. (Bogantes et al, s.f.)

- V3w: Suelos residuales de origen volcánico, que se ubican inmediatamente después de los V2w, alejándose del foco de emisión de cenizas (cráter). Son los suelos en los que se cimientan la mayor parte de las estructuras del Valle Central. En algunos sitios, estos suelos pueden presentar comportamiento colapsable, aunque en menor grado que los suelos del tipo V2w. (Bogantes et al, s.f.)

En cuanto a régimen de humedad indica que para ambos tipos de suelos el contenido de humedad natural es sumamente alta.

2.4 Caracterización de Zona de Vida.

La propiedad se localiza a una elevación media de 1570msnm, dentro de la zona de vida Bmh-MB (Bosque muy Húmedo Montano Bajo) (TEC, 2014), según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge. La biotemperatura para estas zonas de vida es entre los 12-18 °C, y la precipitación anual ronda entre los 2000-4000mm. El bosque muy húmedo montano bajo es un bosque perennifolio de altura intermedia con dos estratos de árboles. Los árboles del dosel son en su mayoría de 20 a 25 m de alto. El sotobosque es relativamente abierto, con árboles de 5 a 10 m de altura y de copas anchas. El estrato de arbustos es relativamente denso, de 2 a 3 m de altura y las palmeras son poco comunes. El suelo está bien cubierto por helechos, begonias, aráceas y rastreras y una gruesa capa de mantillo en estado de descomposición. Las epifitas más comunes son pequeñas, bromelias y helechos (Jansen, 1991).

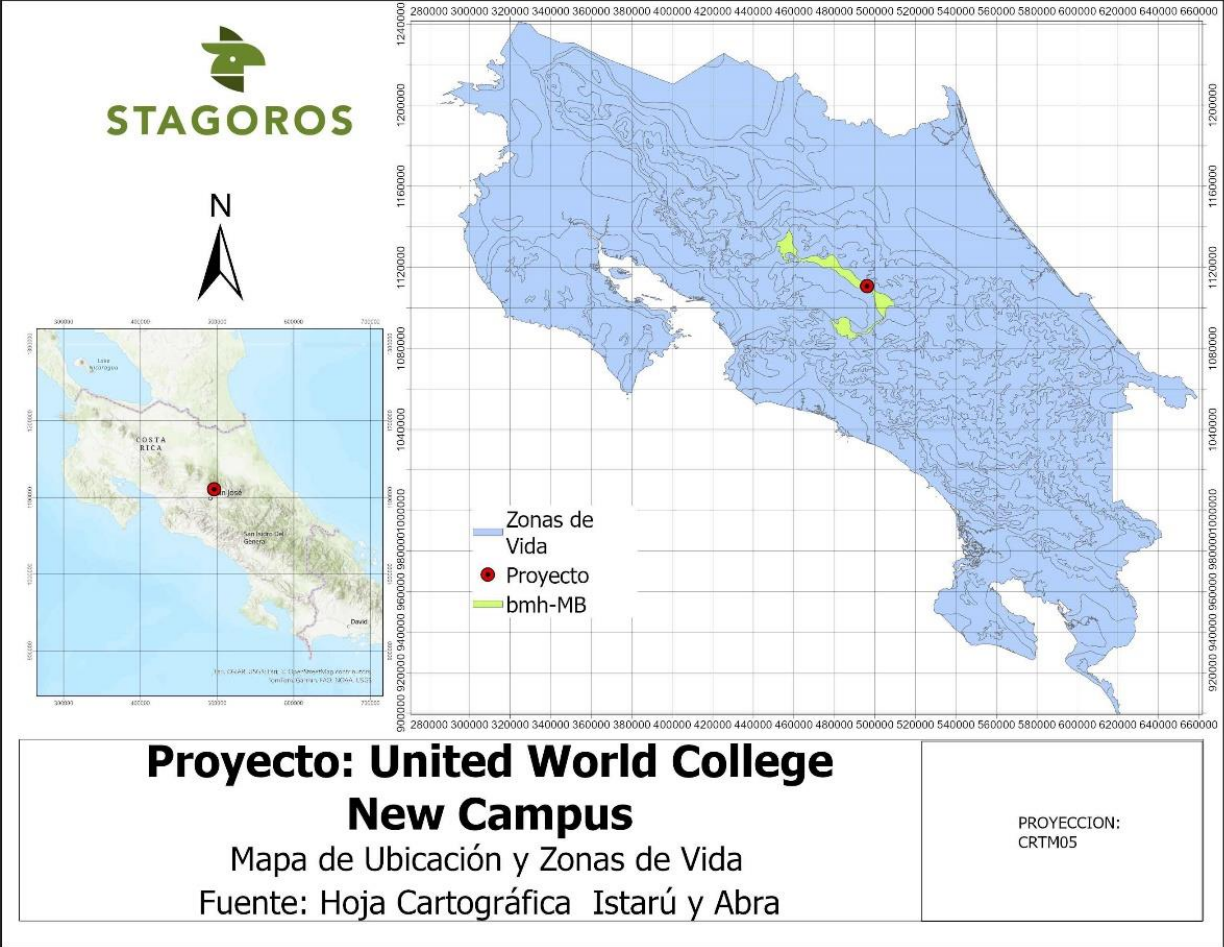


Figura 5. Ubicación del Proyecto en Zona de Vida según Holdridge

3. Parámetros Hidrológicos

3.1 Tiempo de Concentración.

Se utilizó el recomendado por el Ingeniero David Ulloa (Ulloa S. , 2022) el cual estima en 40.61min Tabla 2.) el cual se obtuvo mediante un análisis estadístico a 19 fórmulas empíricas, de las cuales se seleccionaron 10 que tuvieran correlación estadística y posteriormente se obtuvo un valor promedio; para simplificar los cálculos el tiempo de concentración se estima en 40min.

Tabla 2. Estimación del tiempo de concentración del proyecto.

Metodología	Tc (minutos)
FAA	57,06
Kirpich	53,39
Ramser-Kerby	42,4
Velocidad Media	89,78
Ven Te Chow	33,42
Corps Engineers	34,2
Arizona DOT	18,72
Clark	57,21
Valencia y Zuluaga	33,16
Formula del Río Gúaire, Venezuela	36,93
Promedio	40,61

3.2 Intensidad de Lluvia.

Los valores de intensidad de lluvia fueron los estimados por Ulloa (2022), en el Estudio Hidrológico; esto de los datos obtenidos de la estación 84111 (Santa Lucía); esto considerando que la estación y el proyecto se localiza en la misma subregión climática del IMN (Gráfico 2). Adicionalmente, es importante señalar que la otra estación cercana la 84046 (San Josecito) la serie de datos era menor y más desactualizados.

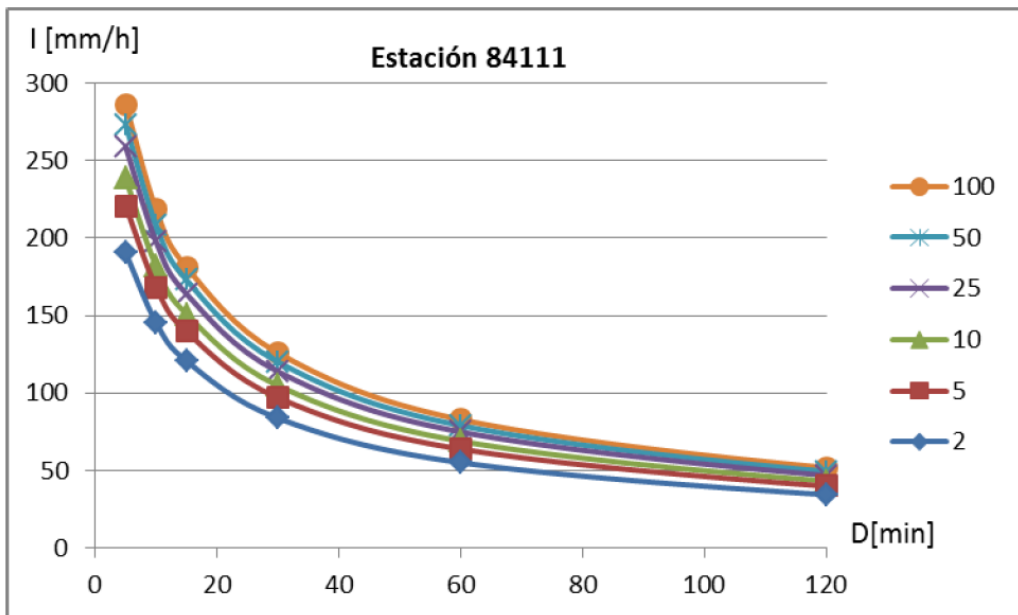


Gráfico 2. Curva IDF de la estación "Santa Lucía" para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años) Fuente: Ulloa (2022)

Los valores calculados por Ulloa (2022) para diferentes periodos de retorno se muestran en la (Tabla 3)

Tabla 3. Valores de Intensidad de la lluvia para distintos períodos de retorno

definidos a partir de la estación 84111

Período de retorno (T)	Intensidad de lluvia de diseño (mm/h) ¹
5	67,5
10	70,4
25	79,2
50	82,2
100	87,6

3.3 Coeficiente de escorrentía

Los coeficientes de escorrentía se utilizaron los sugeridos por (Chow, 1994), y que posteriormente calculo el promedio ponderando las superficies de coberturas esperadas para el para los diferentes períodos de retorno.

Tabla 4. Promedio ponderado de los coeficientes de escorrentía para diferentes periodos de retorno

Superficie	Área	Unidades	Área	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Calle	6046,43	m ²	31%	0,77	0,81	0,86	0,9	0,95
Techos	13 291,43		69%	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
Total	19 337,86	m²	100%	0,79	0,82	0,87	0,91	0,96

3.4 Estimación del Caudal Hidrológico

La estimación de los caudales hidrológicos se muestran en la Tabla 5; se observan los Caudales de la condición previa (Q_0) y Caudales de la Condición con Proyecto (Q_1).

Tabla 5. Estimación de los caudales para diferentes periodos de retorno en condición Previa (Q_0) y en condición del proyecto (Q_1)

Año	Periodos de Retorno (años)				
	5	10	25	50	100
Intensidad de Lluvia (mm/h)	67,50	70,43	79,20	82,20	87,60
$C_{\text{condición previa}}$	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
Q_0	0,145	0,159	0,196	0,216	0,249
C_1	0,79	0,82	0,87	0,91	0,96
Q_1	0,287	0,312	0,372	0,403	0,453

4. Diseño hidráulico

4.1. Volumen de Almacenamiento para la Laguna Húmeda

Para estimar los volúmenes de almacenamiento se utilizó la metodología propuesta por la AASTHO, mediante la elaboración de un hidrograma unitario, donde el valor pico es igual al Tiempo de Concentración estimado de 40min (

Tabla 6). El Caudal seleccionado, corresponde a los generados para un periodo de retorno de 10 años que es el recomendado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (CFIA, 2011) para los elementos de recolección y evacuación de aguas de lluvia. A partir de los valores de la

Tabla 6, se elaboró el Gráfico 3

Tabla 6. Valores para construcción del Hidrograma Unitario.

Valores hidrograma Unitario AASTHO		
Tiempo (min)	Q previ (m ³ /s)	Q proy (m ³ /s)
0	0,000	0
40	0,159	0,312
80	0	0

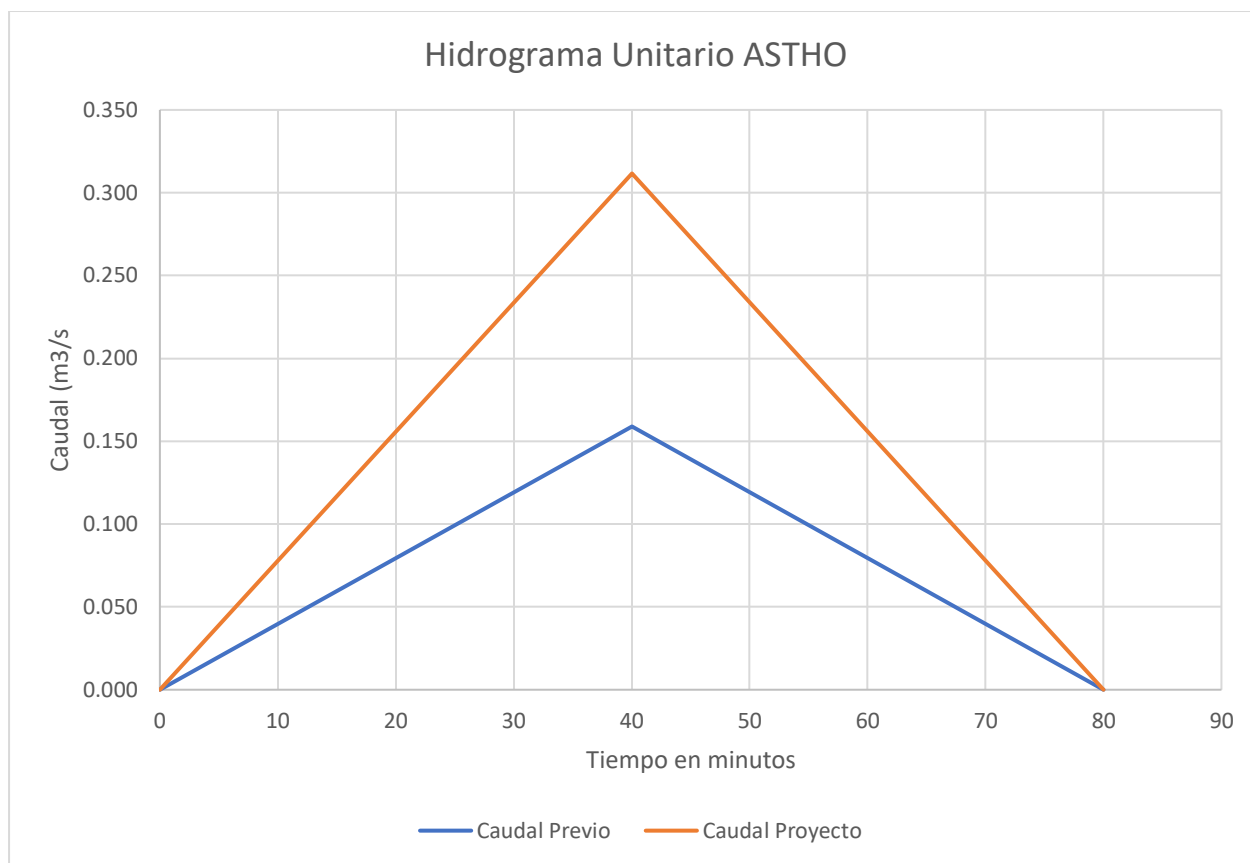


Gráfico 3. Hidrograma Unitario AASHTO

El Volumen en condiciones previas se estimó en 381.323m³ (Tabla 7) y el volumen generado para el proyecto es de 1 495.780m³, por lo que el volumen de retardo se estima en 1 114.456 m³

Tabla 7. Estimación del Volumen de retardo.

Estimación Volumen de Retardo		
Parámetro	Valor	Unidades
Volumen Previo	381,323	m ³
Volumen Construido	1 495,780	m ³
Volumen Retardo	1 114,456	m ³

4.1.1 Parámetros de la Laguna existente

El proyecto desea integrar como elemento de retención de aguas la laguna paisajística existente en la propiedad, la cual tiene la profundidad en la cota 1578.28msnm (Figura 6. Esquema de la Laguna existente. Fuente: (Zarate, 2021) y al momento de la medición el nivel del agua esta en 1580msnm; en cuanto al borde del lago está en la elevación 1581.60msnm. El lago actual cuenta con un área de 1708.95m²(Tabla 8), y cuenta con una laguna en el centro con un área de 303.58 m². La superficie útil es de 1405.37 m²

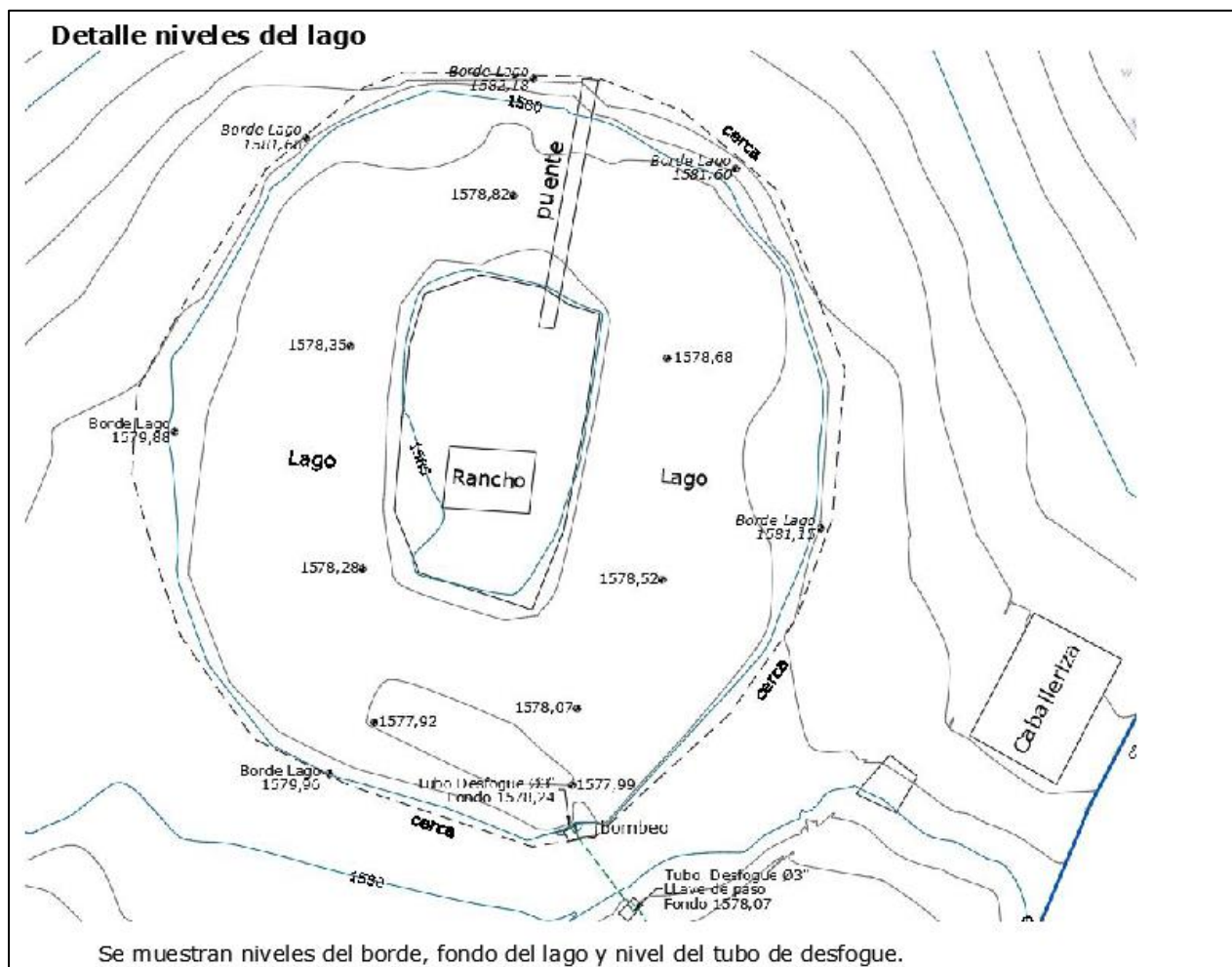


Figura 6. Esquema de la Laguna existente. Fuente: (Zarate, 2021)

Tabla 8. Estimación de superficie útil para la laguna de retención

Superficie	Área	Unidades
Isla	303,578	m ³
Lago	1708,95	
Superficie de lago	1 405,37	m³

4.1.2 Estimación de profundidad del lago

Para la superficie actual del lago de 1 40578.65m² y un volumen de retardo de 1114.456m³ se requiere una profundidad de 0.79m (Tabla 9) libre de la lámina de agua hasta el borde de la laguna para cumplir con el almacenamiento requerido

Tabla 9. Estimación de profundidad de laguna requerida en lago existente

Estimación Volumen de Retardo		
Parámetro	Valor	Unidades
Volumen Retardo	1114,456	m ³
Superficie laguna	1405,78	m ²
H _{requerido}	0,79	m

4.1.3 Orificio de descarga

El diámetro del orificio de salida de desfogue de avenidas se calculó de tal forma que desfogue como máximo el caudal que desfoga el en la condición actual que es de 0.159 m³/s, por lo que utilizando la ecuación:

$$Q := A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Con lo cual se obtiene que con un área de 0.03243 m² equivalente de a la de una tubería de 8" NOVAFORT de Amanco con un diámetro interno de 200.70mm; de la cual se desfogan 0.114 m³/s lo cual es menor a los 0.159 m³/s que desfoga el lote en su condición actual, por lo que se cumple con el requerimiento solicitado por la Municipalidad de desfogar como máximo el caudal en la condición actual.

4.1.4 Vertedero de Seguridad

Se adoptó un vertedero de pared gruesa, para calcular el ancho "b" se asumió un valor típico de m=0,36 y una altura de la abertura de 0,2 m.

4.1.5 Propuesta Laguna Húmeda

Manteniendo las condiciones actuales de área de la laguna, se recomienda que el nivel de agua del lago se mantenga en la cota 1580msnm (Figura 7), sobre esa cota colocar en el extremo contrario al de las tuberías de entrada una tubería de salida de 8". En caso del borde superior del lago se recomienda que este en la cota 1581.2msnm

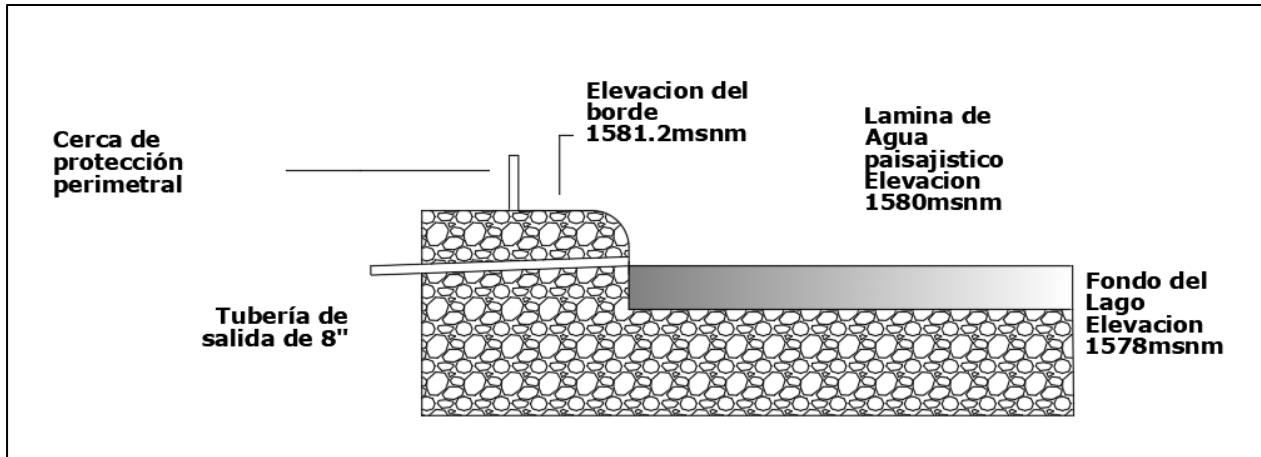


Figura 7. Propuesta de laguna húmeda.

4.2. Volumen de Almacenamiento para la Laguna sector sur

Para estimar los volúmenes de almacenamiento de la laguna del sector sur, se utilizó la metodología propuesta por la AASTHO, mediante la elaboración de un hidrograma unitario, donde el valor pico es igual al Tiempo de Concentración estimado de 10min (Tabla 10). El Caudal seleccionado, corresponde a los generados para un periodo de retorno de 10 años que es el recomendado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (CFIA, 2011) para los elementos de recolección y evacuación de aguas de lluvia. A partir de los valores de la Tabla 10, se elaboró el Gráfico 4.

Tabla 10. Determinación de los caudales generados por en condición previa y posterior al proyecto

Valores hidrograma Unitario AASTHO		
Tiempo	Qprevio	Qcontr
0	0,000	0
10	0,099	0,193
20	0	0

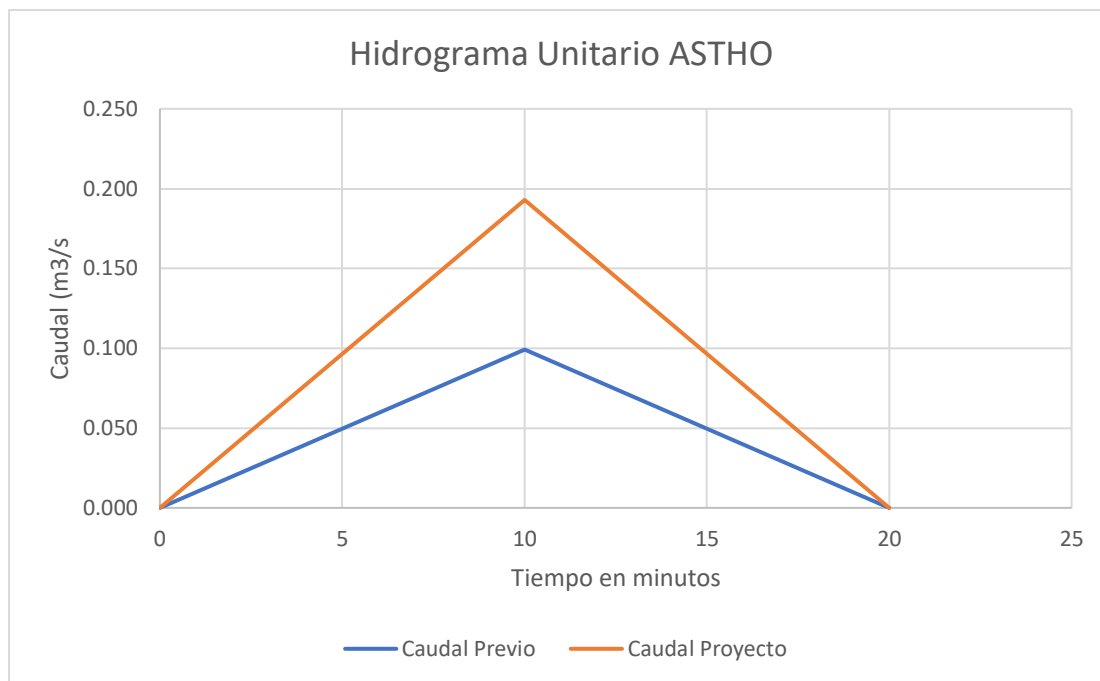


Gráfico 4. Hidrograma Unitario para la laguna del sector sur.

El Volumen en condiciones previas se estimó en 59.513 m³ (Tabla 11) y el volumen generado para el proyecto es de 231.005 m³, por lo que el volumen de retardo se estima en 172.005 m³

Tabla 11. Estimación del Volumen de Retardo sector sur

Estimación Volumen de Retardo		
Parámetro	Valor	Unidades
Volumen Previo	59,513	m ³
Volumen Construido	231,518	m ³
Volumen Retardo	172,005	m ³

4.2.1 Dimensionamiento de Laguna sector Sur

El sistema de retención propuesto para el sector sur, requiere 6m de ancho y 20m de largo (Tabla 12), la profundidad efectiva es de 1.50m.

Tabla 12. Dimensionamiento del tanque de retención requerido.

Dimensionamiento del tanque de retención		
Parámetro	Valor	Unidades
Volumen Retardo	172,005	m ³
Superficie	115	m ²
H _{requerido}	1,50	m
Largo	20	m
Ancho	6	m

4.2.2 Orificio de descarga sistema de retención sector sur

El orificio de salida del sistema de retención se calculó de tal forma que desfogue como máximo el caudal en la condición actual que es de 0.099 m³/s, por lo que utilizando la ecuación:

$$Q := A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Con lo cual se obtiene que con un área de 0.0177 m² equivalente de a la de una tubería de 6" NOVAFORT de Amanco con un diámetro interno de 150.01mm; de la cual se desfogan 0.93.562 m³/s lo cual es menor

a los $0.099 \text{ m}^3/\text{s}$ que desfoga el lote en su condición actual, por lo que se cumple con el requerimiento solicitado por la Municipalidad de desfogar como máximo el caudal en la condición actual.

4.2.3 Vertedero de Seguridad

Para las avenidas de eventos extremos (períodos de retorno superiores a 10 años) se propone la construcción de un vertedor de excedencias, este tendría dimensiones de 1.2 m de largo por 0.2 m de altura. La capacidad del vertedor utilizando la fórmula para vertedores rectangulares es de $0.197 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que el vertedero de seguridad cumple para periodos de retorno mayores a las tormentas superiores a períodos de retorno de 10 años.

4.2.4 Propuesta de Retención Pluvial del sector sur

En las Figura 8, Figura 9 y Figura 10, se detallan las imágenes de la propuesta del sistema de retención pluvial del sector sur.

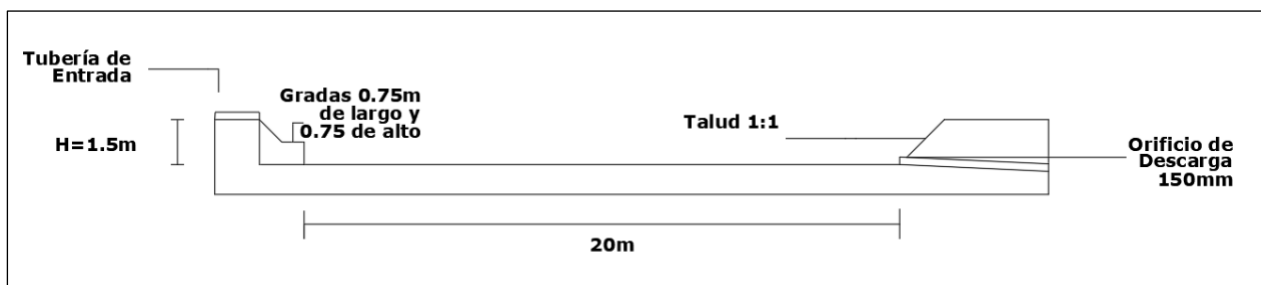


Figura 8. Vista lateral de la propuesta de sistema de retención del sector sur.

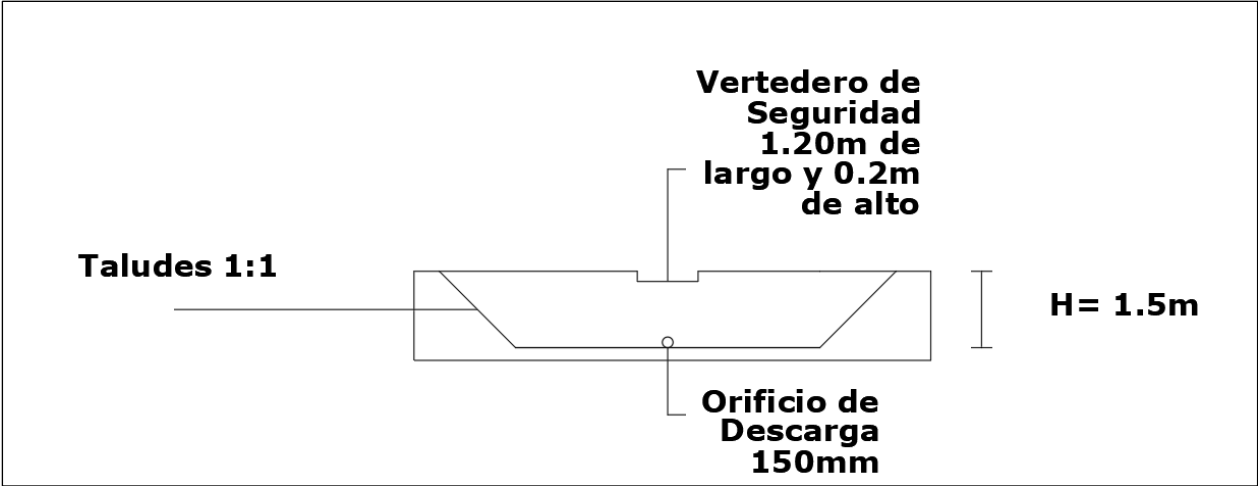


Figura 9. Vista frontal del orificio de descarga y vertedero de salida.

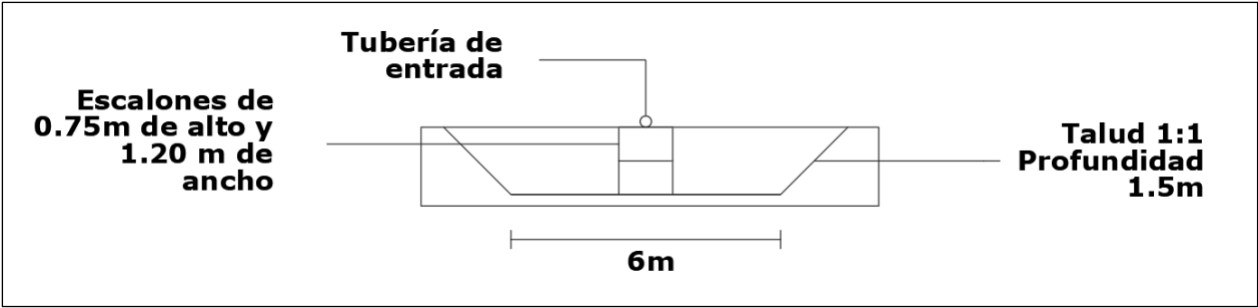


Figura 10. Vista frontal de la tubería de entrada y escalones disipadores de energía del sistema de retención.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Acorde al nivel de impermeabilización del proyecto se requeriría para mitigar el aumento de escorrentía la construcción de un estanque de al menos 1114.456 m³ del sector norte y de 172.005 m³ del sector sur.
- El lago existente en la propiedad considerando algunas mejoras puntuales, cuenta con capacidad para asumir los caudales producto de las precipitaciones de las áreas tributarias del sector norte.
- La superficie requerida para el sistema de retención pluvial del sector norte, es menor al 2% del área del proyecto, que es la esperada para este tipo de proyectos

5.2 Recomendaciones

- Colocar sistemas de rejillas que no permiten el ingreso de elementos que puedan obstruir las tuberías.
- En el caso de la propuesta del sector norte se debe estar monitoreando las profundidades del lago, ya que la sedimentación puede disminuir la capacidad hidráulica de almacenamiento y hacer que el sistema no funcione adecuadamente, por lo que recomienda que en caso que los niveles de sedimentos aumenten los mismo deben ser extraídos.
- En caso que se requiera un aumento de las áreas tributarias del proyecto, se recomienda una realizar una revisión del funcionamiento de los sistemas.

6. Bibliografía

- Aguirre, N. (agosto de 2007). *Manual para el Manejo Sustentable de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de <https://arcgeek.com/descargas/MCuencas.pdf>
- Aparicio Mijares, F. (2015). *Fundamentos de Hidrología Superficial*. Mexico: Limusa.
- Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. (18 de Abril de Consultado 2023). *PRINCIPALES SUELOS DE COSTA RICA*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/tipos%20de%20suelos%20CR.pdf>
- Bogantes, R. e. (s.f.). *Zonificación geotécnica general de Costa Rica, considerando elementos edáficos y climáticos*.
- CFIA. (2011). *Código del Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Chow, V. (1994). *Hidrología Aplicada*. Tokio: Mc. Graw-Hill.
- Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas (IMN). (2013). *Series de Brillo Solar en Costa Rica*. San José: IMN.
- Geotecnia, A. C. (2009). *Código de Cimentaciones de Costa Rica*. Cartago: Editorial Tecnológica.
- IMN. (2021). *Datos de precipitación Estación 84 111*.
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (13 de enero de 2022). *Historia Natural de Costa Rica*. Obtenido de https://www.inapide.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod_resource/content/1/Vegetacion%20de%20Costa%20Rica%20%28v-asec%29.pdf
- INTA. (2015). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1825.PDF>
- Jansen, D. (1991). *Historia Natural de Costa Rica*. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Rojas, N. (2011). *Estudio de Cuencas Hidrográficas de Costa Rica*. San José: IMN.

Proyectos Stagoros
Santo Domingo, Heredia
Tel. 87352637/83482840



Rojas, N. (13 de Enero de 2022). Obtenido de Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de Algunas Estaciones Meteorológicas automáticas:

http://www.mag.go.cr/informacion/curso_agua_pluvial/cidf_automaticas.pdf

Saborío, V. (1995). *Elementos de Climatología Su Aplicación Didáctica a Costa Rica*. San José : EUNED.

Solano, J., & Villalobos, R. (2001). *Regiones y Subregiones Climáticas de Costa Rica*. San José: IMN.

TEC. (2014). *Atlas de Digital de Costa Rica*. Cartago: Tecnológica.

Ulloa, S. (abril de 2022). *Análisis hidrológico y diseño hidráulico de dos estanques de detención para el proyecto: UNITED WORLD COLLEGE NEW CAMPUS*.

Villón Bejar, M. (2007). *Drenaje*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Villón Bejar, M. (2011). *Hidrología*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Zarate, R. (2021). *Detalles del Nivel del Lago*