

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“Diseño de estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar Santa Rosa de Colimes”

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Ángel David Asencio Molina  
Yosenka Carolina Farías Vera

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2020

## DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo a mi mamá por todo el apoyo brindado durante toda mi vida. A mi abuelita, a mi hermana, y mi papá que siempre han estado presentes. También, está dedicado a mi enamorada, Yosenka quien me ha acompañado en mis años de estudio.

Finalmente, a mis amigos del colegio, Cristóbal, Adrián, Christian y Samuel con quienes mantengo una gran amistad.

Ángel David Asencio Molina

## DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mi familia, en especial a mi madre, quien ha sido mi apoyo fundamental durante mi carrera universitaria. También a mis hermanos que siempre han estado ahí para mí con confianza y convicción de que yo cumpliría mis metas.

Finalmente, lo dedico a mis amigos, y en especial a Ángel por estar conmigo en los buenos y malos momentos. Gracias a todos por ser parte de mi vida.

Yosenka Carolina Farías Vera

# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme alcanzar este logro. A mis profesores y a mis compañeros de aula por el tiempo compartido.

Agradezco especialmente a mis tutores porque me supieron guiar durante el desarrollo de este proyecto.

Ángel David Asencio Molina

## **AGRADECIMIENTOS**

Por la realización de este proyecto agradezco a mis tutores de materia integradora, quienes estuvieron siempre a disposición de ayudar con su conocimiento y experiencia.

Además, expreso mi agradecimiento a los trabajadores del Municipio de Colimes que nos ayudaron con sus ideas y recursos para lograr los mejores resultados.

Yosenka Carolina Farías Vera

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; **Ángel David Asencio Molina y Yosenka Carolina Farías Vera**, damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ángel David Asencio  
Molina

Yosenka Carolina Farías  
Vera

# EVALUADORES

.....  
**PhD. Miguel Ángel Chávez**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**MSc. Walter Hurtares Orrala**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Colimes es un cantón de la provincia del Guayas que evidencia una falta de desarrollo de actividades turísticas para sus habitantes. Las autoridades de su Gobierno Autónomo Descentralizado han identificado este problema por lo que proponen la construcción de un complejo recreacional conformado por un conjunto de piscinas recreativas, una concha acústica para eventos y un área de inclusión. El objetivo del presente trabajo es dotar a este cantón de los diseños pertinentes para su evaluación y ejecución, dentro de lo que corresponde el área de piscinas y de la concha acústica.

Para esto, se hicieron estudios previos y revisión de manuales y normativas para el diseño estructural y de instalaciones, evaluando las alternativas disponibles a fin de seleccionar la más viable técnica y económicamente. Se realizó un Análisis de Precios Unitarios con el objeto de estimar el presupuesto total que representa la construcción de este parque turístico.

El valor esencial de este trabajo se puede evidenciar a través de 16 planos, donde se incluyen detalles arquitectónicos, estructurales y de instalaciones hidrosanitarias para las diversas edificaciones que componen el proyecto. Fue en base a estos que se estimó un costo de \$ 1 056 765.61 para ejecutar ambos componentes de manera simultánea.

Finalmente, se analizan las ventajas más relevantes del proyecto entre las que resaltan las técnicas, puesto que con los materiales y sistemas estructurales seleccionados se garantiza seguridad y funcionalidad de todos los componentes, además de un incremento en la vida útil que tendría el complejo recreacional.

**Palabras Clave:** piscinas, concha acústica, diseño estructural, instalaciones.

## **ABSTRACT**

*Colimes is a town in the province of Guayas that shows a lack of development of tourist activities for its inhabitants. The authorities of its Municipal Government have identified this problem, so they propose the construction of recreational facilities consisting of a set of recreational pools, an acoustical shell for events and an inclusion area. The objective of this assignment is to provide the pertinent designs for its evaluation and execution, within the corresponding area of swimming pools and the acoustical shell.*

*For this, previous studies and review of manuals and regulations for the structural design and facilities were made, evaluating the available alternatives in order to select the most technically and economically viable. A Unit Price Analysis was performed with the purpose of estimate the total budget that represents the construction of this tourist park. The essential value of this work can be evidenced through 16 sheets, which include architectural, structural and hydro sanitary facilities details for the various buildings that make up the project. It was based on these that a cost of \$ 1 056 765.61 was estimated to run both components simultaneously.*

*Finally, the most relevant advantages of the project are analyzed, among which the techniques stand out, since with the selected structural materials and systems, safety and functionality of all components are guaranteed, as well as an increase in the useful life of the recreational facilities.*

**Keywords:** *swimming pools, acoustical shell, structural design, facilities.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>III</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS</b> .....	<b>X</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Descripción del problema .....	1
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos .....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Marco Teórico .....	3
1.5.1. Exploración geotécnica .....	3
1.5.2. Piscinas.....	4
1.5.3. Concha acústica.....	6
1.5.4. Información ambiental .....	7
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>
2.1. Socialización y alcance del proyecto .....	9
2.2. Reconocimiento del sitio .....	10

2.3.	Estudios previos.....	11
2.4.	Planteamiento de alternativas .....	12
2.4.1.	Piscinas.....	12
2.4.2.	Concha acústica.....	13
2.5.	Diseño estructural .....	15
2.5.1.	Piscinas.....	15
2.5.2.	Concha acústica.....	18
2.5.3.	Otras estructuras.....	19
2.6.	Instalaciones .....	19
2.7.	Impacto ambiental.....	24
2.8.	Costos.....	24
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>26</b>	
<b>3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>26</b>	
3.1.	Estudios previos.....	26
3.2.	Diseño estructural .....	27
3.2.1.	Piscinas.....	28
3.2.2.	Concha acústica.....	29
3.2.3.	Otras estructuras.....	33
3.3.	Instalaciones .....	34
3.3.1.	Agua potable.....	34
3.3.2.	Aguas residuales.....	37
3.3.3.	Aguas lluvias.....	38
3.3.4.	Eléctrico .....	41
3.4.	Impacto ambiental.....	41
3.5.	Costos.....	42
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>46</b>	
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>	

4.1. Conclusiones.....	46
4.2. Recomendaciones .....	48
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>50</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>52</b>
Apéndice A: Fichas de clasificación de suelos.....	52
Apéndice B: Procedimiento de diseño y resultados de muros perimetrales para piscinas.....	61
Apéndice C: Procedimiento de diseño y resultados de losa de fondo para piscinas.....	66
Apéndice D: Procedimiento de diseño y resultados de viga T principal para la concha acústica. ....	69
Apéndice E: Procedimiento de diseño y resultados de viga secundaria para la concha acústica. ....	73
Apéndice F: Procedimiento de diseño y resultados de losa tipo cascarón para la concha acústica. ....	75
Apéndice G: Procedimiento de diseño y resultados de cimentaciones para la concha acústica. ....	82
Apéndice H: Procedimiento de diseño y resultados para estructuras complementarias .....	87
Apéndice I: Procedimiento de diseño y resultado de la red de agua potable.....	99
Apéndice J: Procedimiento de diseño y resultado de la red de aguas servidas.....	120
Apéndice K: Procedimiento de diseño y resultado de la red de aguas lluvias .....	128
Apéndice L: Ficha ambiental.....	131
Apéndice M: Determinación de costos indirectos.....	141
Apéndice N: Presupuesto total del proyecto. ....	143

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
ACI	American Concrete Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
AAPP	Agua potable
AASS	Aguas servidas
AALL	Aguas lluvias
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
APU	Análisis de Precios Unitarios
NPSH	Net Positive Suction Head (Altura de succión neta positiva)

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
ha	Hectárea
kg	Kilogramo
seg	Segundo
mca	Metros de columna de agua
pulg	Pulgada

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Propiedad reflectiva de la parábola. ....	6
Figura 1.2 Corte típico de concha acústica al aire libre.....	7
Figura 2.1. Fases del proyecto. ....	9
Figura 2.2. Implantación propuesta del proyecto. ....	10
Figura 2.3. Ubicación del proyecto. ....	11
Figura 3.1. Fotografía del terreno. ....	26
Figura 3.2. Espectro elástico de diseño. ....	27
Figura 3.3. Modelo estructural de viga de arco. ....	29
Figura 3.4. Envolvente de momentos para la viga T. ....	30
Figura 3.5. Envolvente de momentos para la viga secundaria. ....	31
Figura 3.6. Envolvente de momentos para la losa. ....	32
Figura 3.7. Red general de agua potable. ....	34
Figura 3.8. Red general de aguas servidas. ....	38
Figura 3.9. Red general de aguas lluvias. ....	39
Figura 3.10. Consulta del trámite ambiental pertinente al proyecto. ....	42
Figura 3.11. Porcentaje de costos de los componentes del proyecto. ....	44
Figura 3.12. Cronograma de ejecución del proyecto. ....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Propiedades del suelo obtenidas en laboratorio. ....	4
Tabla 3.1. Estimación del volumen de relleno del terreno.....	26
Tabla 3.2. Caracterización del suelo.....	27
Tabla 3.3. Cargas consideradas para los muros.....	28
Tabla 3.4. Dosificación de acero en muros.....	28
Tabla 3.5. Momentos obtenidos en el SAP 2000 para viga T principal. ....	29
Tabla 3.6. Momentos obtenidos en el SAP 2000 para viga T principal. ....	31
Tabla 3.7. Revisión de resistencia de viga secundaria. ....	31
Tabla 3.8. Parámetros de diseño de losa cascarón. ....	33
Tabla 3.9. Caudales de diseño para agua potable.....	34
Tabla 3.10. Resultados de diseño de redes interiores de agua potable.....	35
Tabla 3.11. Parámetros de diseño de la bomba. ....	35
Tabla 3.12. Volúmenes de reserva requeridos. ....	36
Tabla 3.13. Dimensionamiento de la cisterna. ....	37
Tabla 3.14. Diseño de colección de aguas pluviales. ....	40
Tabla 3.15. Cálculo del caudal de escorrentía.....	40
Tabla 3.16. Determinación de puntos de luz.....	41
Tabla 3.17. Presupuesto total de la ejecución del proyecto. ....	42
Tabla 3.18. Presupuesto del área de piscinas. ....	43
Tabla 3.19. Presupuesto del área de concha acústica. ....	43

# ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1. Implantación del proyecto
- Plano 2. Planta arquitectónica – Concha acústica y complementarias
- Plano 3. Secciones y fachadas arquitectónicas – Concha acústica y complementarias
- Plano 4. Plano arquitectónico de piscinas
- Plano 5. Plano arquitectónico – Vestidores de mujeres y hombres, cuarto de bombas y cuarto de transformadores
- Plano 6. Plano estructural – Concha acústica
- Plano 7. Plano estructural – Edificaciones complementarias (Concha acústica)
- Plano 8. Plano estructural – Elementos complementarios (Concha acústica)
- Plano 9. Plano estructural – Piscinas
- Plano 10. Plano estructural – Restaurante
- Plano 11. Plano estructural – Cuarto de bombas y cuarto de transformadores
- Plano 12. Plano estructural – Baños y vestidores para el área de piscinas
- Plano 13. Plano de instalaciones hidro-sanitarias – Baños y bar (Escenario)
- Plano 14. Plano de instalaciones hidro-sanitarias – Piscinas y Restaurante
- Plano 15. Plano de instalaciones hidro-sanitarias Vestidores Hombres – Mujeres (Piscinas)
- Plano 16. Isometrías de instalaciones hidrosanitarias – Área de piscinas y área de concha acústica

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El cantón Colimes, que pertenece a la Provincia del Guayas, es uno de los cantones que se dedican a actividades agrícolas para manejar su economía. De acuerdo con, la proyección al año 2020, el cantón cuenta con 26 169 habitantes que se distribuyen entre su parroquia urbana Colimes, y la rural San Jacinto. Entre las costumbres y tradiciones de este cantón resaltan los rodeos montubios y carreras de caballos. Por otro lado, existen atractivos turísticos que reúnen gran afluencia de personas locales, así como procedentes de cantones vecinos, por ejemplo, la playa del Río Colimes principalmente en época seca.

Desde que empezaron a desarrollarse parques acuáticos y complejos turísticos en la Provincia del Guayas, las familias locales y turistas consideran esta alternativa como destino para disfrutar los fines de semana y feriados. Estos tipos de establecimiento son comunes en la provincia, incluso más que en otras de la región, debido a las condiciones climáticas representadas por temperaturas superiores a los 30°C, que suelen darse entre los meses de septiembre y mayo.

El panorama actual refleja que la mayor parte de estos centros turísticos corresponden a inversión privada; la fracción restante forma parte de obras municipales, en las que por lo general se cobra un valor de ingreso al usuario. Estos lugares ofrecen infraestructura y servicios como son las piscinas con toboganes, canchas deportivas, salones de eventos, restaurantes y bares, navegación, juegos infantiles, bailes, entre otros, que ofrecen a los usuarios un día de relajación y esparcimiento.

### 1.2. Descripción del problema

El cantón Colimes es uno de los más jóvenes de la provincia del Guayas; aún después de su fundación en 1988, en su área urbana se evidencia un escaso desarrollo de espacios recreativos, así como servicios turísticos que promuevan su progreso económico y social. Entre las causas que limitan el movimiento turístico en el sector urbano, destacan la falta de espacios públicos, infraestructura y servicios.

La principal atracción turística del cantón es la Playa de Colimes ubicada en la ribera del Río Daule. Esta playa forma parte de la llanura de inundación del río que, al aumentar su cauce por consecuencia de las lluvias, imposibilita las actividades turísticas dentro de este espacio durante la temporada de invierno. De esta manera, el espacio de recreación sólo puede ser utilizado en la época seca cuando el río mantiene su cauce bajo y no existe tal inundación.

Por lo antes mencionado, el Gobierno Autónomo Descentralizado de Colimes propone la construcción de un complejo turístico, recreacional y de integración familiar, que tiene como finalidad promover el desarrollo atrayendo visitantes y fomentar el crecimiento económico del cantón. La propuesta incluye servicios e infraestructura de piscinas, canchas deportivas, restaurant, espacios abiertos y un escenario tipo concha acústica para eventos.

Por la importancia que se le atribuye al proyecto, es necesario emplear soluciones ingenieriles adaptadas a las condiciones del terreno, tipo de suelo y las necesidades de los usuarios para garantizar su bienestar y seguridad. Al mismo tiempo, las estructuras principales que forman parte del proyecto como las piscinas y la concha acústica demandan un diseño estructural acorde a las solicitudes de cada una de ellas.

### **1.3. Justificación**

Con el diseño estructural de los componentes principales del complejo recreacional, el GAD de Colimes tendrá a su disposición un conjunto de especificaciones técnicas para la construcción de la obra civil a escala real. El proyecto tiene alta trascendencia social debido a que el diseño está orientado a cubrir las necesidades de los usuarios en cuanto a recreación e integración, mejorando su calidad de vida, incrementando la actividad turística y aportando con el desarrollo económico del cantón.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar las estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar “Santa Rosa de Colimes” a fin de que se promueva el desarrollo turístico.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Definir una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) a partir de los requerimientos de infraestructura y servicios.
- Seleccionar materiales, sistemas constructivos y tipologías estructurales adecuadas para el análisis estructural de las piscinas, la concha acústica y sus complementos.
- Aplicar la normativa vigente tanto local como internacional para que el diseño de los elementos estructurales garantice la seguridad de los usuarios.
- Proponer un conjunto de especificaciones técnicas y recomendaciones para la construcción de la obra civil.
- Estimar el presupuesto mediante un Análisis de Precios Unitarios a partir de los rubros definidos en la EDT para referenciar el costo total de la obra.
- Analizar los componentes ambientales involucrados en el proyecto estableciendo los planes de manejo ambiental correspondientes a la ejecución de la obra.

## **1.5. Marco Teórico**

### **1.5.1. Exploración geotécnica**

Una exploración geotécnica es un conjunto de actividades que tienen como finalidad extraer muestras para su análisis geo mecánico en campo o en un laboratorio de suelos. Para un estudio definitivo es necesario establecer las propiedades físicas y geomecánicas del suelo. Uno de los factores que predomina en el diseño de las cimentaciones para cualquier tipo de estructura es la caracterización del subsuelo. En este tipo de estudios debe considerarse la presencia de suelos expansivos, dispersivos y colapsables (MIDUVI, 2015).

#### **1.5.1.1. Extracción por sondeos**

Los sondeos exploratorios son utilizados para obtener información del suelo, por lo que deben cubrir las áreas que ocuparán las estructuras y las que serán afectadas por taludes de corte. El número y profundidad de estos se establecen en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (MIDUVI, 2015), y están en función del tipo de estructura que se va a realizar.

### 1.5.1.2. Ensayos de laboratorio

A partir de las muestras obtenidas de campo es posible determinar parámetros de diseño referentes al suelo mediante pruebas de laboratorio. En la tabla 1.1 se muestran los ensayos de caracterización más comunes, de acuerdo con la NEC 2015.

**Tabla 1.1 Propiedades del suelo obtenidas en laboratorio.**

<b>Propiedades básicas</b>	<b>Propiedades geomecánicas</b>	<b>Propiedades de respuesta sísmica</b>
Peso unitario Humedad natural Límites de Atterberg Clasificación SUCS	Resistencia al esfuerzo cortante. Propiedades esfuerzo-deformación. Propiedades de compresibilidad. Propiedades de expansión. Propiedades de permeabilidad.	Propiedades dinámicas. Módulo de rigidez al cortante. Porcentaje de amortiguamiento con respecto al crítico.

Fuente: (MIDUVI, 2015)

### 1.5.2. Piscinas

Se entiende como piscina a una estructura de almacenamiento de agua para fines de recreación de carácter colectivo. Otras extensiones del término indican que se refiere a cualquier excavación o estructura que tenga una profundidad de al menos 30 cm, que puede ser utilizada para nadar, chapotear, y actividades similares (ICONTEC, 2010). Para ello existe una clasificación de piscinas por su uso, en las que destacan las de chapoteo o infantiles, de recreo o polivalentes, y deportivas (BOE, 2013).

Las piscinas de recreo tienen amplia flexibilidad en cuanto a su forma, pudiendo ser rectangulares, circulares u ovaladas. Su forma será establecida según la topografía del terreno para garantizar el aprovechamiento de este, además de factores estéticos y arquitectónicos (González, 2012). Este no es el caso de las piscinas deportivas, que son exclusivamente rectangulares para proporcionar carriles de competencia rectos que favorezcan la natación de los usuarios.

La profundidad de una piscina se encuentra definida por la ocupación que esta tuviere. Para aquellas que son de recreo, la regla general es que su profundidad alcance los 1.40 m, mientras que, en las infantiles esta no podrá ser mayor de 0.70 m (CMQ, 2003). De cualquier forma, no se recomienda que la profundidad exceda los 1.50 m, puesto que de superarse no se tendrían ventajas significativas y se incrementaría considerablemente el costo de construcción (Mora, 2008).

El sistema estructural de las piscinas está subdividido en tres componentes principales: Losa de fondo, muros perimetrales y viga corona (Mora, 2008). En algunos casos, las escaleras o gradas también son diseñadas a nivel estructural.

#### **1.5.2.1. Losa de fondo**

La losa de fondo es una losa de hormigón armado que debe cumplir con características de impermeabilidad, soporte y rigidez. Para el diseño de este tipo de elementos, debe considerarse el asiento de los muros perimetrales, así como la presión de agua contenida en el vaso de la piscina. Como losa de cimentación, existen de tipo rígidas o flexibles, determinadas por la rigidez relativa de la estructura en comparación con la rigidez del suelo (Nilson, Darwin, & Dolan, 2016).

#### **1.5.2.2. Muros perimetrales**

Se denominan muros a los elementos verticales que permiten contener el agua bajo las condiciones de impermeabilidad óptimas (Mora, 2008). Los muros perimetrales tienen como finalidad soportar las presiones del agua, así como del suelo retenido; y proveer seguridad a la estructura ante sollicitación sísmica. En cuanto a los materiales empleados, se encuentra que lo más común es construir paredes de bloques de mampostería, así como, muros de gravedad y de hormigón armado.

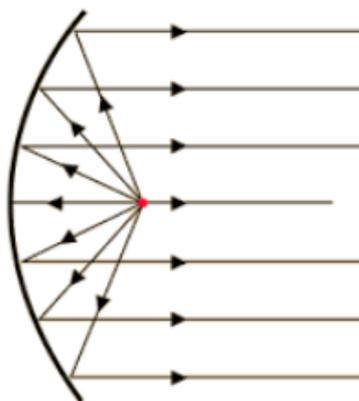
#### **1.5.2.3. Viga corona**

Su función principal es la de dar integridad estructural a la piscina. Se encuentra ubicada en la corona o superficie superior de los muros perimetrales, dando rigidez y resistencia al sistema estructural (Mora, 2008). Se usan principalmente en piscinas con muros de mampostería.

### 1.5.3. Concha acústica

Una concha acústica es un tipo de escenario al aire libre, valorada especialmente por los beneficios acústicos que brindan al oído humano. Al momento de producir sonidos en el escenario, estos se propagan a través de reflexiones dirigidas a los espectadores gracias a la forma cóncava de la estructura.

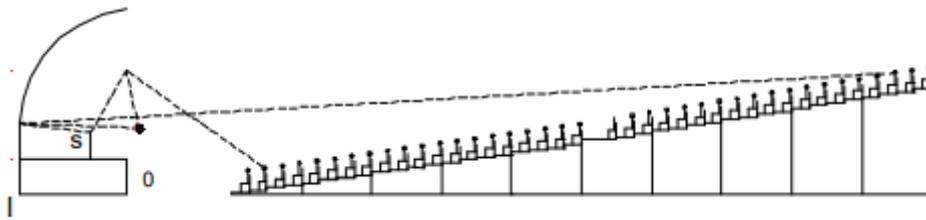
El diseño de las conchas acústica es concebido bajo un enfoque geométrico, puesto que desde un punto de la audiencia debe proyectarse un cono horizontal con radios equidistantes al borde de la estructura de hormigón (Pereira, 2018). Para el planteamiento arquitectónico de este tipo de escenarios, se sigue la Teoría geométrica, que trata a las ondas del sonido como rayos sonoros (Alarcón, 2002). Por lo general, este tipo de estructuras se compone de una base semicircular y aberturas parabólicas (Pereira, 2018). En la figura 1.1 se explica el fenómeno de reflexión que se obtiene gracias a la utilización de estas superficies.



**Figura 1.1 Propiedad reflectiva de la parábola.**

**Fuente:** (Olmo, 2014)

Entre los factores involucrados en el diseño acústico, debe considerarse el área de espectadores, que debe mantenerse con una inclinación adecuada para garantizar niveles de visibilidad y acústica deseados. En la figura 1.2 se muestra un corte típico de una concha acústica conceptual, tomando en cuenta la forma del escenario, las inclinaciones de los espectadores y los rayos sonoros.



**Figura 1.2 Corte típico de concha acústica al aire libre.**

Fuente: (Alarcón, 2002)

Por otro lado, el entorno también debe ser evaluado para una correcta concepción de la acústica, ya que se debe asegurar la presencia de materiales reflectores del sonido, como es el agua. También, la dirección y velocidad del viento juegan un papel importante en cuanto a la propagación del sonido.

#### **1.5.4. Información ambiental**

##### **1.5.4.1. Medio físico**

- Geomorfología: Se tienen elevaciones leves localizadas en la región este del cantón; mientras que el resto consiste en mesetas con pendientes planas a abruptas y zonas de valles. Se tienen cuatro formaciones geológicas principales: Balzar, Borbón, Onzole y Pichilingue.
- En la mayor parte de la superficie de este cantón se presentan características de llanuras aluviales antiguas y recientes, con pendientes que van hasta el 5%, con desniveles relativos de hasta 5 metros de altura, como es el caso de la zona de estudio.
- Clima: La zona a la cual pertenece el cantón corresponde a un clima tropical megatérmico semi húmedo. Su temperatura promedio va entre los 25 y 26 °C, y su precipitación media anual oscila entre los 500 y 600 mm, con un periodo húmedo entre enero y junio.

##### **1.5.4.2. Medio biótico**

- Cobertura de suelo: La mayor parte del territorio se encuentra cubierto de matorral seco y pastos naturales. En la época de invierno se puede observar gran cobertura de cultivos de arroz en las áreas cercanas al río como la zona de estudio. Otras plantaciones que destacan son: mango, teca, cacao, maíz y plátano.

- Ecosistemas: El ecosistema que predomina en la zona de estudio es un Matorral Seco de *Tabebuia chrysantha*/Mimosa pigra Natural de *Eichhornia azurea*/Axonopus sp, que se caracteriza por tener especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, como resultados de una intensa intervención antrópica y avance de la frontera agrícola. Este tipo de bosque es el hábitat de especies animales como aves que toleran la presencia humana.

#### **1.5.4.3. Medio humano**

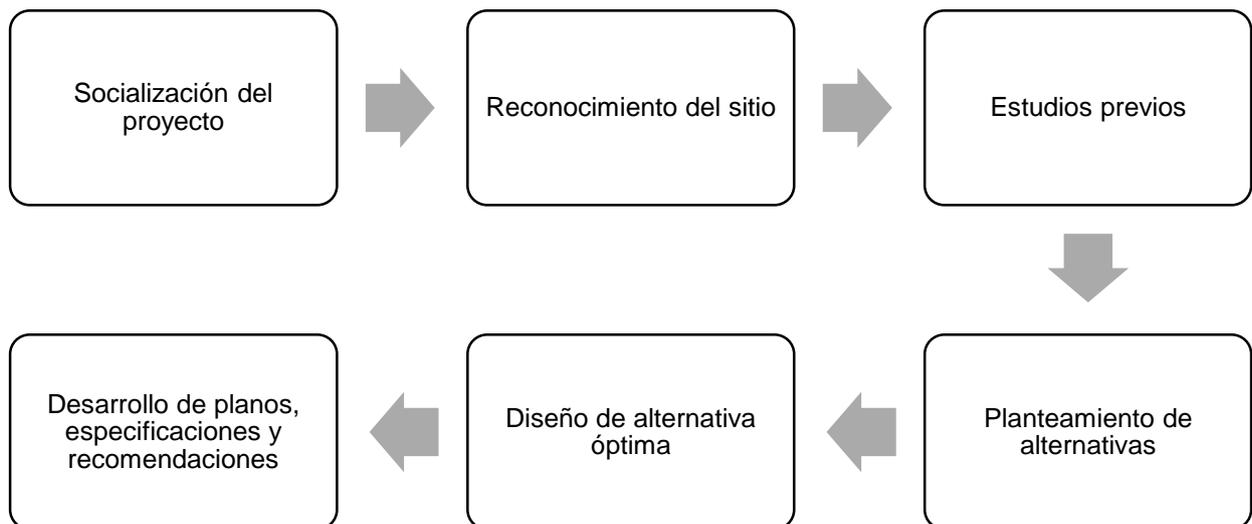
De acuerdo con la proyección al 2020, el cantón cuenta con 26 169 habitantes de los cuales apenas el 26,4% se asienta sobre el área urbana. Las actividades económicas más representativas consisten en la producción agrícola, especialmente de arroz.

En cuanto al acceso y uso de espacios públicos, no se tiene un alto nivel de infraestructura puesto que la mayor parte consiste en ambientes naturales como son el Río Colimes, y las plazas donde se realizan los rodeos montubios. Actualmente, existe un malecón junto al Río que es una opción de esparcimiento para los habitantes y turistas.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

El presente trabajo fue llevado a cabo siguiendo las fases típicas de un diseño estructural completo. Se siguieron fases constituidas por actividad de campo, revisión de literatura, uso de software y diseño ingenieril, simplificando el proyecto en cuatro fases sucesivas.



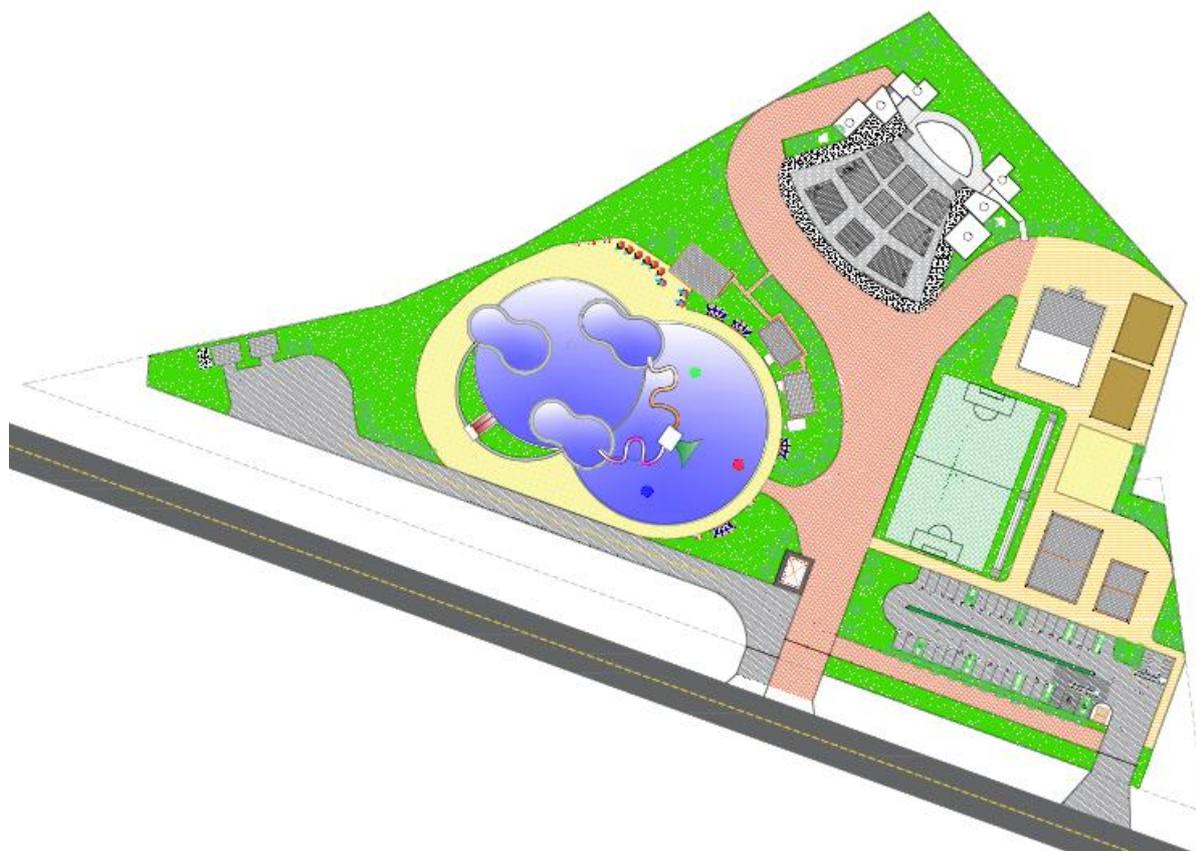
**Figura 2.1. Fases del proyecto.**

### 2.1. Socialización y alcance del proyecto

Como fase previa fue necesario mantener reuniones con la Dirección de Planificación del Municipio de Colimes. En estas reuniones se definió el alcance del proyecto general, y el proyecto específico que se trata en el presente trabajo.

El alcance quedó definido en dos entregables principales: El área de piscinas, que contiene las estructuras de 5 piscinas de diferentes dimensiones y profundidades además de las obras complementarias como los toboganes, vestidores, servicios higiénicos y cuarto de bombas. El segundo componente es la concha acústica con sus espacios complementarios como vestidores, servicios higiénicos y el área de espectadores.

Otras estructuras involucradas en la propuesta del Municipio son: departamento administrativo, salón de eventos, área de emprendimiento e inclusión, restaurant, área de juegos infantiles, huertos, canchas deportivas, estacionamiento, accesos. Sin embargo, estas se encuentran fuera del alcance del presente proyecto debido a su extensión. En la figura 2.2 se presenta un plano de implantación del proyecto general.



**Figura 2.2. Implantación propuesta del proyecto.**

## **2.2. Reconocimiento del sitio**

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la parroquia urbana de Colimes, con el mismo nombre. El terreno asignado para la ejecución de este proyecto es de propiedad del municipio del cantón y se encuentra en la zona periférica del casco urbano de Colimes, junto a la avenida principal de acceso. En la figura 2.3 se muestra la ubicación del proyecto.



**Figura 2.3. Ubicación del proyecto.**

Fuente: Google Earth

En el reconocimiento de campo, se conoció por fuentes particulares que el terreno es susceptible a inundaciones debido a que en su pasado fue utilizado para la siembra de arroz. Esto se puede evidenciar con el desnivel de aproximadamente 2 metros con respecto a la vía. Un factor para tomar en cuenta es que en este sector hay ausencia de algunos servicios básicos como alcantarillado sanitario y agua potable.

En cuanto a la ocupación, se encontró que el terreno se encuentra totalmente cubierto por maleza media y algunos árboles altos en las áreas más alejadas de la vía.

### **2.3. Estudios previos**

Los estudios básicos previo a la ejecución de cualquier proyecto de esta índole, se conforman por los topográficos y los geotécnicos. Dado que en este trabajo no se hace énfasis en las obras generales sino en el diseño estructural de cada componente del parque recreacional, se ha simplificado la realización de estos estudios.

Se hicieron algunas observaciones generales sobre la topografía de donde se destaca el suelo relativamente plano y con un desnivel con relación a la vía. Con ayuda de un nivel topográfico se tomó la medida media del desnivel a fin de estimar el volumen de relleno de material mejorado que debe colocarse previo a la ejecución del proyecto.

En cuanto al suelo, se conoce que los de origen agrícola no presentan características adecuadas de capacidad de carga, por lo que se prevé un relleno del terreno con un suelo de propiedades adecuadas. Para aproximar algunas propiedades geomecánicas relevantes se hicieron dos calicatas sobre el terreno para su caracterización en laboratorio.

## **2.4. Planteamiento de alternativas**

### **2.4.1. Piscinas**

La estructura principal de la piscina está compuesta de la losa de fondo y los muros perimetrales que delimitan su geometría. Para la losa de fondo es común utilizar hormigón armado, por lo que se ha seleccionado ese material para este componente de la estructura. Sin embargo, los muros perimetrales pueden ser de otros materiales, como hormigón armado o mampostería reforzada. Ambos difieren en su diseño estructural y su método constructivo por lo que es necesario evaluar estas dos alternativas para seleccionar la más eficiente.

#### **2.4.1.1. Muros de mampostería reforzada**

La mampostería reforzada se compone de un conjunto de elementos ligados entre sí por medio de un cementante, y por el acero de refuerzo utilizado para resistir los esfuerzos de tensión y de corte. Entre sus ventajas se menciona que el uso de este método disminuye los desperdicios de materiales, además que las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias pueden colocarse dentro de las celdas de los bloques del muro, y se puede aplicar directamente sobre los muros el acabado arquitectónico como la pintura. Su precio se encuentra a \$28 por metro cuadrado de superficie de muro.

Sin embargo, una desventaja de este sistema es que se requiere un control riguroso en los procedimientos de manejo y colocación de los materiales; además de requerir un análisis estructural ya que la mampostería sería el elemento principal del diseño.

#### **2.4.1.2. Muros de hormigón armado**

Esta alternativa consiste en la conformación del muro de hormigón armado, por ser un sistema constructivo más ampliamente utilizado para este tipo de elementos. Como referencia, el precio de un metro cuadrado de muro de hormigón armado se encuentra en \$45.

El muro de hormigón armado ofrece mejores garantías sobre posibles filtraciones en la piscina, que, si no son consideradas, puede encarecer el mantenimiento de la estructura debido a gastos por reparaciones.

#### **2.4.1.3. Selección de alternativa óptima**

En cuanto a las piscinas, se analizó la posibilidad de emplear dos tipos diferentes de sistemas para los muros perimetrales, siendo los de mampostería reforzada y los de hormigón armado. A pesar de representar un costo mayor al momento de la construcción, se ha seleccionado que la alternativa óptima es la utilización de muros de hormigón armado por las ventajas que ofrece este sistema frente al de mampostería, y la reducción potencial de los gastos por reparaciones.

#### **2.4.2. Concha acústica**

Uno de los retos en el diseño de la concha acústica fue la arquitectura y las consideraciones acústicas relacionadas a esta estructura, dado que no se proporcionaron restricciones en cuanto a su diseño. Para definir el diseño arquitectónico se hizo referencia a modelos análogos realizados en Ecuador y en otros países, debido a que no es un componente esencial en el presente proyecto. Con base en la información encontrada se proponen las siguientes alternativas:

##### **2.4.2.1. Concha acústica de estructura metálica**

Es un tipo de estructura donde resaltan sus características de modernismo, puesto que los materiales son seleccionados para dar un aspecto ligero a la estructura. Para tener una referencia de este modelo, se siguió el diseño realizado para la concha acústica de la Banda Departamental de Baranoa en Barraquilla, Colombia, mostrado en la figura 2.4.



**Figura 2.4. Concha acústica de estructura metálica, Barraquilla, Colombia**

*Fuente: (De la Hoz, 2019)*

Para la implementación de un diseño similar, se hizo un análisis de materiales requeridos para la construcción, adaptando el diseño a las dimensiones reales del proyecto.

#### **2.4.2.2. Concha acústica con cascarón de hormigón armado**

En esta alternativa se propone la utilización de hormigón para la conformación del cascarón de la concha acústica, combinándolo con acero de refuerzo para su resistir las cargas impuestas y hacer la función de armadura de piel. Esta propuesta está basada en el modelo de la Concha acústica del Obispado, mostrado en la figura 2.5.



**Figura 2.5. Concha acústica del Obispado, Monterrey, México.**

**Fuente:** (SIC, 2018)

#### **2.4.2.3. Selección de alternativa óptima**

En las dos alternativas presentadas se analizó el factor económico a fin de tomar una decisión. No obstante, se ha seleccionado como alternativa la implementación de un cascarón de hormigón para la concha acústica por sus facilidades constructivas y fácil disponibilidad de materiales. Otro criterio de selección de esta alternativa fue la apariencia de la estructura, que debe ser pertinente a la zona para que los usuarios puedan usarla cómodamente.

### **2.5. Diseño estructural**

El diseño estructural está comprendido por las cimentaciones y la superestructura, y además se incluyen algunos detalles arquitectónicos y constructivos. Como se dijo antes, las estructuras principales son las piscinas y la concha acústica y sus edificaciones complementarias como el restaurante, los servicios higiénicos y el cuarto de bombas y de transformadores.

#### **2.5.1. Piscinas**

Para el diseño de la estructura de las piscinas se trabajaron por separado sus partes, como son los muros perimetrales y la losa de fondo. En este caso, no se incluye la viga corona dado que los muros perimetrales ya brindan rigidez a la estructura.

### 2.5.1.1. Muro de contención

Una vez predefinidas las secciones por arquitectura, se realizó el diseño estructural de estos muros, que comprende el cálculo del acero de refuerzo longitudinal y transversal para el cuerpo sobre la cara sometida a tensión.

Entre las cargas aplicadas al muro, se consideró la presión activa producida por el suelo retenido, además de la carga viva. Otra carga que se tomó en cuenta en este diseño fue la producida por sismo, que se obtuvo a partir del coeficiente de aceleración sísmica del espectro de respuesta inelástico para la zona de Colimes. Se utilizaron las combinaciones de carga dadas por la ASCE 7-16:

$$P_u = 1.4D \quad (2.1)$$

$$P_u = 1.2D + 1.6L \quad (2.2)$$

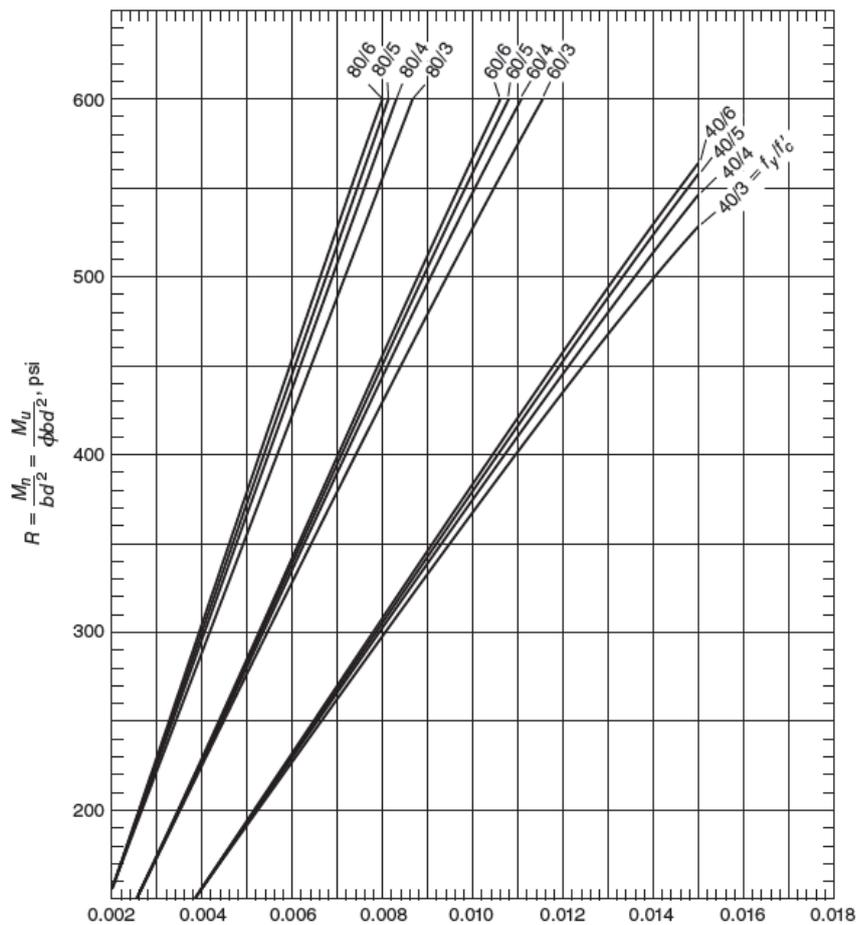
$$P_u = 1.2D + L \quad (2.3)$$

$$P_u = 1.2D + E + L \quad (2.4)$$

$$P_u = 0.9D \quad (2.5)$$

$$P_u = 0.9D + E \quad (2.6)$$

Para este diseño se calculó el momento último, que se obtiene a partir de la combinación de carga más crítica y su brazo de palanca. Este valor permite estimar la cuantía requerida a través del nomograma para secciones rectangulares mostrado en la figura 2.6, (Nilson, Darwin, & Dolan, 2016).



**Figura 2.6. Capacidad de momentos para secciones rectangulares.**

**Fuente:** (Nilson, Darwin, & Dolan, 2016)

Con la cuantía requerida, se seleccionó un diámetro de varilla apropiado y se hicieron las verificaciones correspondientes para flexión y para corte. Para definir detalles como los recubrimientos mínimos, las longitudes de desarrollo y los traslapes, se hizo referencia al código ACI 318-14. Esta norma también indica la cuantía de acero para resistir los esfuerzos por retracción y temperatura, que se dan en la cara opuesta del cuerpo del muro. En el Apéndice B se muestra un ejemplo de la metodología a detalle.

### 2.5.1.2. Losa de cimentación

El diseño de la losa de hormigón se hizo con base en las cargas impuestas, como son su peso propio, el agua almacenada y las cargas vivas.

Para este diseño se tuvo como dato de entrada la cuantía mínima, a partir de la cual se obtuvo el área requerida de acero, puesto que el modelo estructural de este tipo de losas responde al de una viga de ancho unitario. A partir del diagrama de la figura 2.6 se obtuvieron los momentos resistidos para comprobar que tanto la sección como el área de acero tengan la resistencia adecuada. Para mayor detalle de la metodología seguida se puede referir al Apéndice C.

## **2.5.2. Concha acústica**

### **2.5.2.1. Cascarón de hormigón y viga T**

De acuerdo con el sistema estructural seleccionado, se hizo el diseño de la concha acústica considerando que está formada por un cascarón de hormigón armado y dos vigas longitudinales de sección T, que permiten dar rigidez y resistencia a la estructura.

Una vez concebido el diseño arquitectónico, se realizó una estimación de cargas que actúan sobre la viga principal que tiene forma de arco. Dentro de estas se considera el peso propio de la estructura, es decir, el cascarón y la viga, el peso muerto correspondiente a equipamiento que puede ser colgado sobre esta, la carga viva por mantenimiento especificada en la NEC 2015, y un porcentaje del peso total de la estructura para la carga sísmica, dado por el espectro de aceleración.

Para la obtención de los momentos producidos se hizo un modelamiento en el software estructural SAP2000, tomando una franja de ancho unitario para la losa. Sobre este modelo se impusieron las cargas descritas para formar una envolvente de momentos, que proporciona los valores para el diseño estructural.

Los momentos obtenidos permitieron la dosificación del acero en sentido longitudinal a la franja tomada para esa dirección, puesto que para la sección transversal se hizo el mismo análisis, pero con una franja en el otro sentido.

Para la viga, se utilizó la teoría del bloque de compresión de Whitney para estimar el área en la que se efectúan las tracciones y determinar el área requerida de acero, verificando el cumplimiento de la cuantía mínima establecida en el código ACI. En los Apéndices D,E y F se encuentra el procedimiento detallado de la metodología seguida.

### **2.5.2.2. Muro de contención**

Este muro corresponde a uno de hormigón armado, por lo que se siguió la misma metodología de diseño descrita en el numeral 2.5.2.1.

### **2.5.3. Otras estructuras**

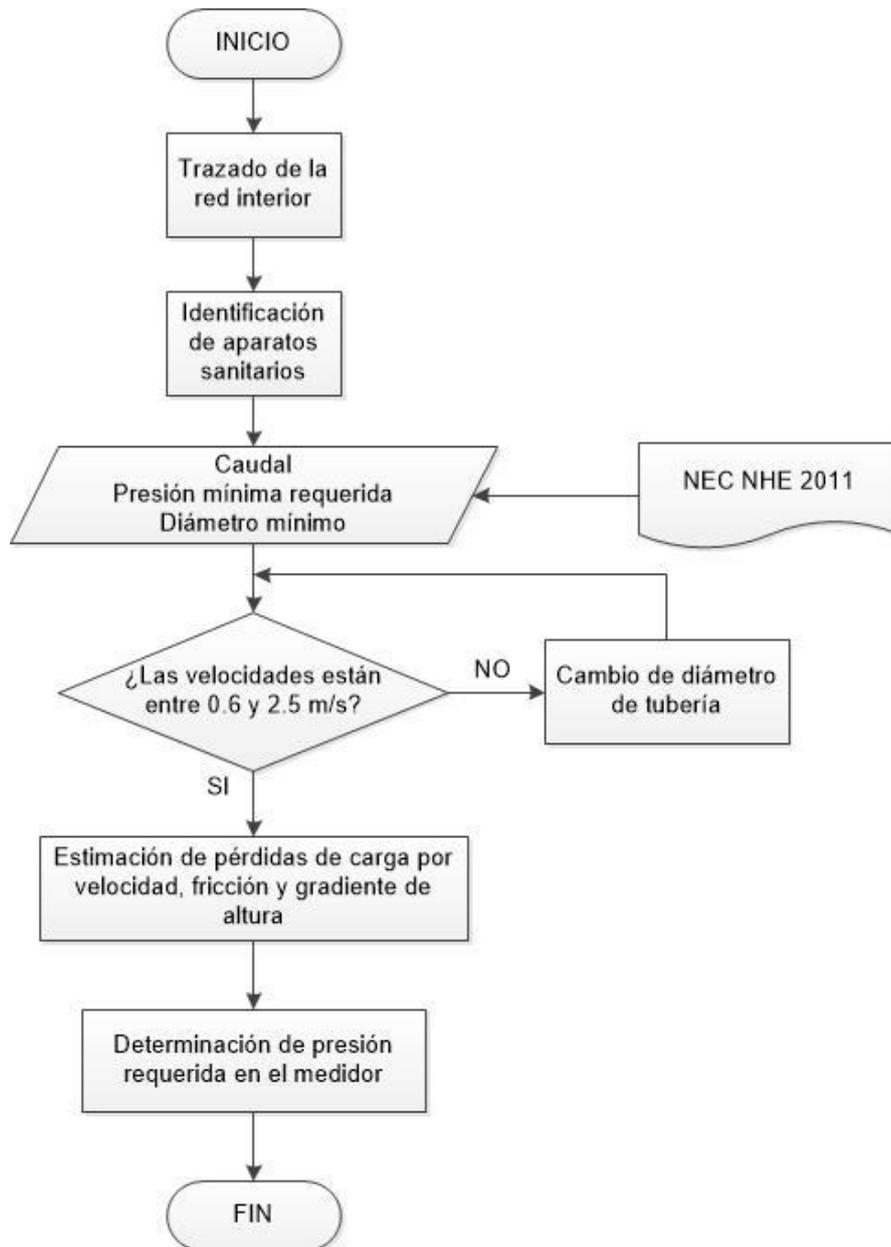
Otras estructuras incluidas en el proyecto son aquellas destinadas a servir como vestidores, servicios higiénicos, restaurante, bar, y cuartos de servicio. Estas se caracterizan por ser pequeñas estructuras de una sola planta y cuentan con elementos estructurales como zapatas, riostras, columnas y vigas. Asimismo, las cargas aplicadas no son significativas.

Previo al diseño se realizó un predimensionamiento de los elementos, considerando las recomendaciones mínimas establecidas en la NEC 2015 y las cargas vivas y muertas. Para verificar que estos elementos tengan resistencia adecuada, se hizo una modelación en SAP2000 para corregir sus dimensiones.

## **2.6. Instalaciones**

### **2.6.1.1. Agua potable**

Para las instalaciones de agua potable se tuvo en cuenta que la zona donde se encuentra el terreno carece de suministro. Por tal razón, fue necesario plantear una cisterna que permita el almacenamiento de agua para abastecer todo el complejo, así como un sistema de bombas. Se siguió el procedimiento sugerido por (Pérez, 2010), cumpliendo con lo especificado en la NEC NHE 2011. En la figura 2.7 se muestra un diagrama de flujo de esta metodología.



**Figura 2.7. Procedimiento de diseño de redes de agua potable.**

**Fuente:** (Pérez, 2010)

Para dimensionar el bombeo, se trazó una red con accesorios existentes en el mercado local, que conecta cada punto de acometida con el sistema de bombas, y se determinó la altura de impulsión y de succión para el cálculo de la potencia de la bomba con la ecuación 2.7.

$$P = \frac{Q * T.D.H}{76 * \%eff} \quad (2.7)$$

20

Donde:

P: Potencia requerida, en HP.

T.D.H.: Altura dinámica de diseño, en m (T.D.H.= Impulsión + Succión).

%eff: Eficiencia de la bomba, en %.

Finalmente, se determinó el volumen de la cisterna para su llenado cada 3 días, en función de la dotación especificada en la NEC NHE (Capítulo 16) para cada tipo de edificación, y a un factor de simultaneidad que se obtiene de la ecuación 2.8.

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n))) \quad (2.8)$$

Donde:

ks: coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.0

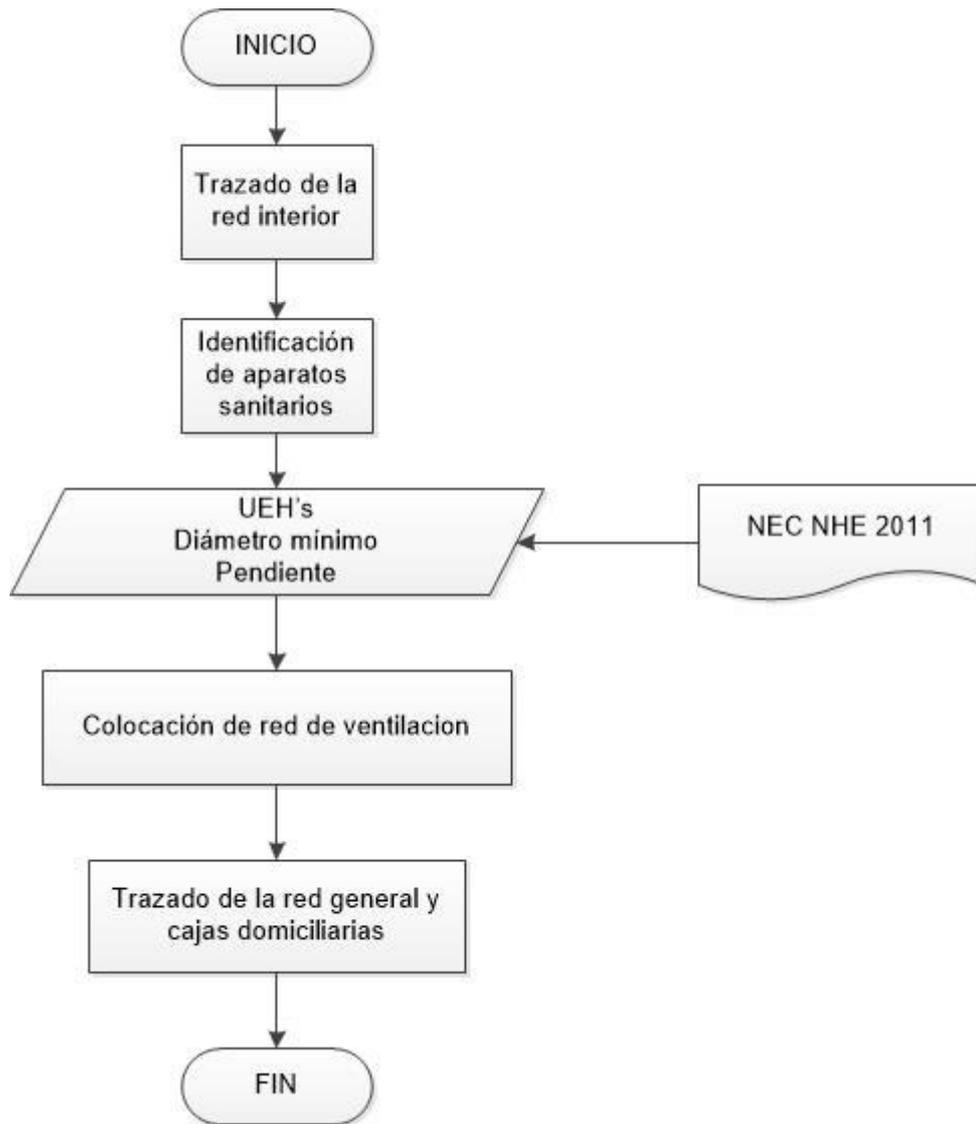
n: número total de aparatos servidos

F: factor considerado igual a 2.

Debido a la magnitud del proyecto y su división por fases, se trabajó únicamente en los componentes de las piscinas y la concha acústica.

#### **2.6.1.2. Aguas residuales**

En cuanto al alcantarillado sanitario se tiene una situación similar que la del agua potable, puesto que el sector no cuenta con el servicio de alcantarillado público. Por tal razón fue necesario proyectar una cámara séptica para la descarga de aguas grises y negras. Para el diseño se siguió la metodología propuesta por (Riffo, 2005), que se resumen en el diagrama de la figura 2.8.



**Figura 2.8. Procedimiento de diseño de redes de aguas residuales.**

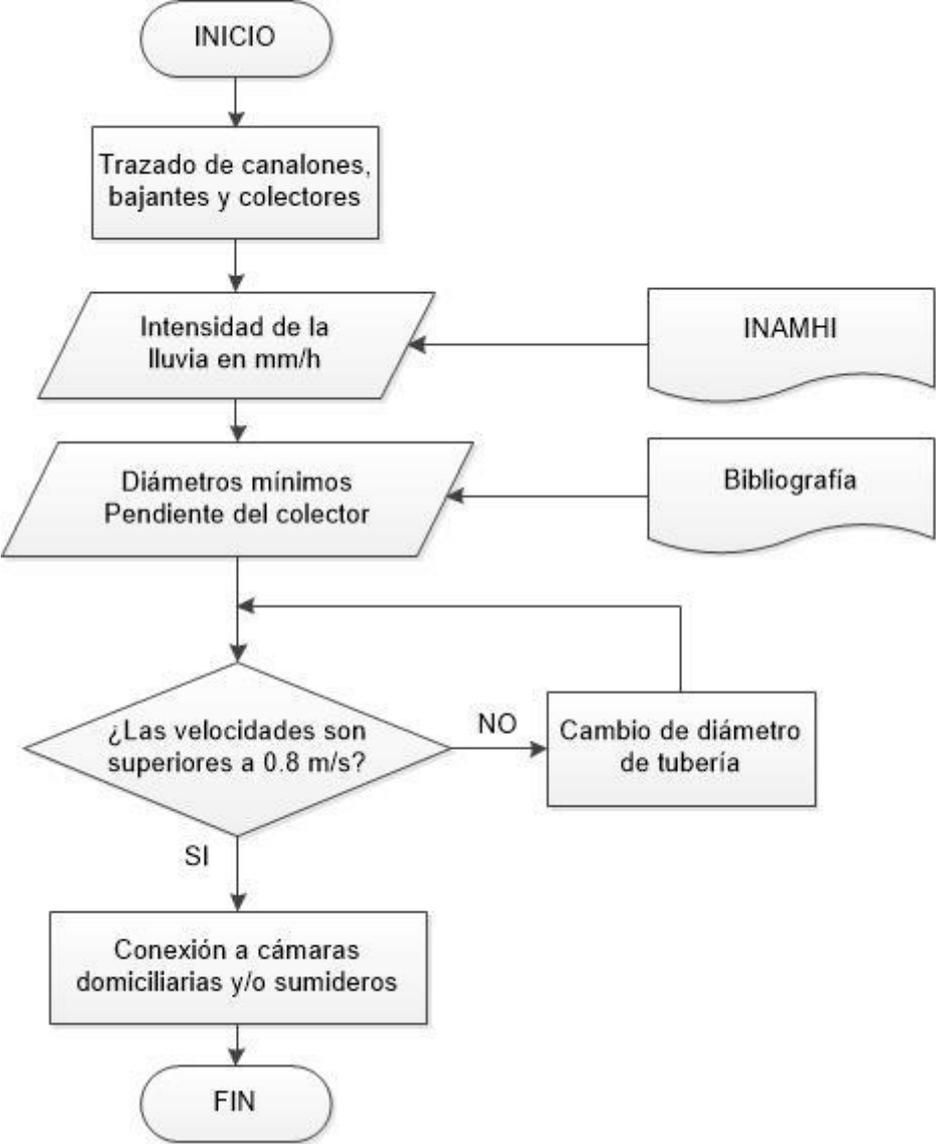
Fuente: (Riffo, 2005)

De manera similar que el agua potable, en este sistema de recolección de aguas servidas se hizo énfasis en las estructuras principales que se encuentran dentro del alcance del proyecto, aunque se hace una aproximación del dimensionamiento de los otros componentes del sistema por fines prácticos.

### **2.6.1.3. Aguas lluvias**

Para la evacuación de aguas pluviales deben proyectarse tanto canalones para las cubiertas, así como sumideros para las grandes superficies. Todos estos elementos son

conectados por una red exterior similar a la red de aguas servidas, que se compone de tuberías y cámaras de inspección. Se cumplió con el procedimiento descrito en la figura 2.9 para el dimensionamiento del sistema.



**Figura 2.9. Procedimiento de diseño de redes de aguas residuales.**

Fuente: (Pérez, 2010)

El trazado de la red exterior, así como de los sumideros, se realizó garantizando la recolección de agua de lluvias en todo el complejo hasta su descarga en un punto de la cuneta existente de la vía. Para estimar la cantidad de sumideros se utilizó el método racional definido por la ecuación 2.9.

$$Q = 0.00278 \times C \times i \times A \quad (2.9)$$

Donde:

Q: Caudal de escorrentía, en m<sup>3</sup>/s.

C: Coeficiente de escorrentía ponderado.

i: intensidad anual de la lluvia en mm/h

A: Área de estudio, en Ha.

#### **2.6.1.4. Eléctrico**

El sistema eléctrico como parte de las instalaciones requeridas para el funcionamiento adecuado de este complejo recreacional, debe dimensionarse a un nivel detallado en cuanto a su trazado y las cargas eléctricas correspondientes. Para fines de este proyecto se realizó una propuesta de los elementos básicos requeridos para las diferentes estructuras como son los puntos de iluminación, tomacorrientes, tableros de derivación secundarios, ubicación de reflectores y postes de luz, y transformadores. Se espera que este diseño sea realizado por un equipo especialista que tome en cuenta las recomendaciones propuestas.

#### **2.7. Impacto ambiental**

Para la evaluación de los aspectos ambientales involucrados en la ejecución de este proyecto, se categorizó el mismo a través del portal web del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).

Se completó la ficha ambiental correspondiente con los datos del proyecto y las principales afectaciones que este implica al medio ambiente. Con esto, se propusieron medidas de mitigación de los impactos a través de los planes de manejo ambiental.

#### **2.8. Costos**

Para la elaboración del presupuesto se estimaron tanto costos directos como los indirectos asociados al proyecto. Dentro de los costos directos se tienen los diversos rubros que conforman el proyecto específico, para los cuales se estimó su costo mediante un análisis de precios unitarios (APUs). En cuanto a los indirectos, se hizo un

análisis de las características específicas del proyecto para obtener un porcentaje que reúna gastos generales, utilidades e imprevistos.

Dentro de la metodología de APU's se evaluaron cuatro aspectos principales: equipos, mano de obra, materiales y transporte. Se utilizaron bases de datos y precios referenciales para algunos rubros, así como para los rendimientos típicos de las cuadrillas de trabajo.

Adicionalmente, se estimó la duración del proyecto mediante un cronograma, considerando la ruta crítica de actividades asumiendo que para la ejecución se tendrán todos los recursos necesarios.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1. Estudios previos

El estudio topográfico se simplificó puesto que para el diseño de las soluciones se trabajó sobre la cota de un terraplén que el GAD municipal espera colocar previo a la ejecución del proyecto. En la figura 3.1 se muestra el lugar, donde se evidencia el desnivel del terreno con respecto a la vía.



**Figura 3.1. Fotografía del terreno.**

Para tener una idea del volumen de relleno que se requiere, se midió la altura media con un nivel topográfico. Los resultados se presentan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1. Estimación del volumen de relleno del terreno.**

Parámetro	Valor
Desnivel medio [m]	2.100
Área del terreno [m <sup>2</sup> ]	24 200
Factor de esponjamiento	1.15
Volumen requerido de relleno [m <sup>3</sup> ]	58 443

Por otro lado, durante la exploración geotécnica se extrajeron dos calicatas, obteniendo tres muestras que fueron analizadas en el laboratorio de suelos de ESPOL. En la tabla 3.2 se resumen los resultados.

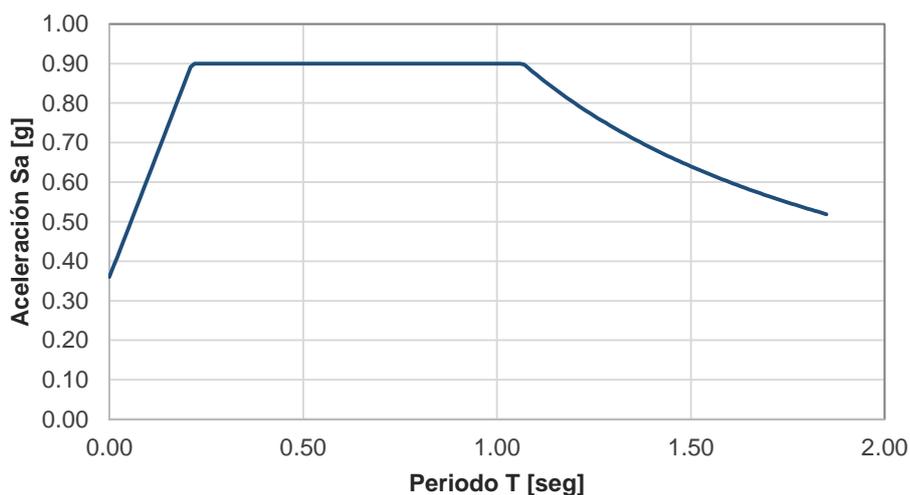
**Tabla 3.2. Caracterización del suelo.**

Calicata	ID Muestra	Profundidad [m]	Límite líquido [%]	Límite plástico [%]	Clasificación SUCS	Descripción del material
C1	C12	3,00	40,00	31,09	ML	Limo arenoso
C2	C21	1,00	67,00	31,44	CH	Arcilla gruesa arenosa
	C22	3,00	41,80	28,34	ML	Limo arenoso

Los resultados muestran que sobre este terreno se tiene una estratigrafía marcada, lo que se evidenció durante los sondeos.

### 3.2. Diseño estructural

Previo al diseño se construyó el espectro elástico de respuesta, como se muestra en la figura 3.2, considerando el factor sísmico  $z = 0.4$ , a fin de estimar la fuerza sísmica como un porcentaje del peso total de la estructura.



**Figura 3.2. Espectro elástico de diseño.**

Para la construcción del espectro inelástico se consideró un factor de reducción R igual a 3, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 16 de la NEC para diseño sismorresistente.

### 3.2.1. Piscinas

#### 3.2.1.1. Diseño de muros perimetrales

Para el diseño del muro de contención se consideró el llenado y vaciado de las piscinas, por lo que se evaluaron los diferentes escenarios tomando como más crítico el caso en el que la piscina se encuentre vacía, puesto que el agua produce una fuerza opuesta a la ejercida por el suelo brindando resistencia al muro de contención.

El diseño se hizo para el muro más crítico, o sea el de mayor altura que es de 1.60 m, con 20 cm de espesor. Las cargas consideradas se muestran en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3. Cargas consideradas para los muros.**

Presión activa del suelo retenido	10.47 kN/m
Carga viva	2 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga	1.57 kN/m
Fuerza sísmica horizontal	26.96 kN
Presión del agua almacenada	12.56 kN/m

A partir de estas fuerzas se determinó el momento último que permitió la dosificación del acero en el muro, de acuerdo con lo presentado en la tabla 3.4, y en el plano 9:

**Tabla 3.4. Dosificación de acero en muros.**

Refuerzo	Cuantía adoptada	Acero
Principal	0.36%	Ø1.2@20 cm
Transversal	0.25%	Ø1.2@30 cm

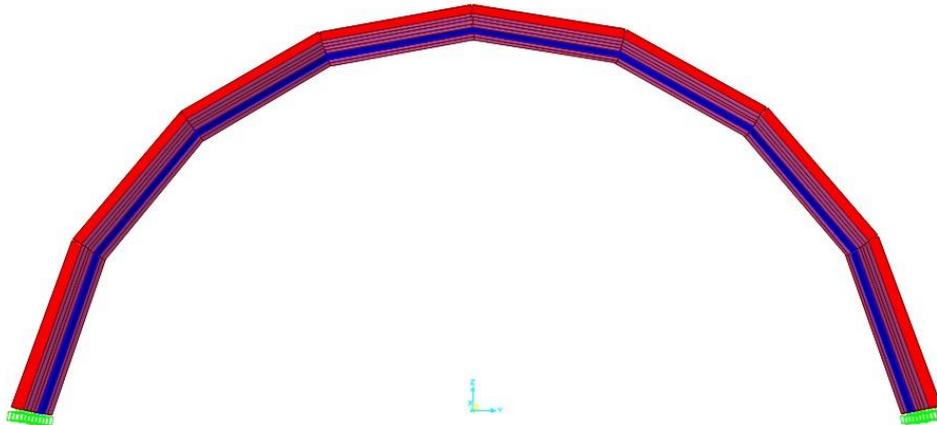
#### 3.2.1.2. Diseño de losa de fondo

En cuanto a la losa, se consideró un espesor de 15 cm, y las cargas consideradas fueron las descritas en la sección 2.5.1.2. dando como resultado la aplicación de la cuantía mínima según el código (ACI, 2014), de 0.36%; esto es el empleo de varillas de 10 mm cada 20 cm. En el plano estructural 9 se muestran los resultados con mayor detalle.

### 3.2.2. Concha acústica

#### 3.2.2.1. Diseño de viga T

Para obtener los momentos de diseño se modeló en el software SAP2000 la viga como un elemento “frame”, junto con la franja de ancho unitario que representa la losa del cascarón, como elemento de tipo “shell”, de acuerdo a lo mostrado en la figura 3.3 extraída del programa.

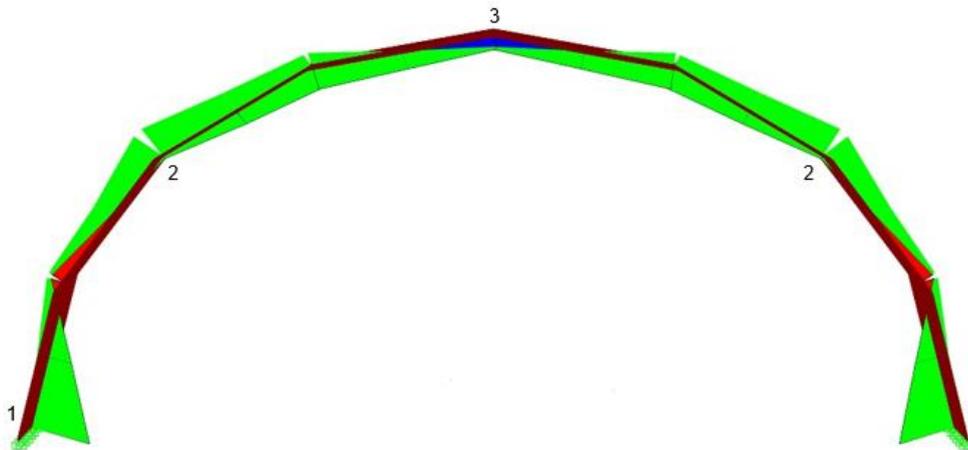


**Figura 3.3. Modelo estructural de viga de arco.**

Esta viga es básicamente un arco de 7.5 m de altura y 17.5 m de ancho. Para esta, se obtuvo la envolvente que proporciona los momentos positivo y negativo a lo largo de todo el elemento, como se resumen en la tabla 3.5. El gráfico obtenido del programa se encuentra en la figura 3.4.

**Tabla 3.5. Momentos obtenidos en el SAP 2000 para viga T principal.**

Punto	Momento último [kg.m]
1	+ 5 496
2	- 2 687
3	+ 2 054



**Figura 3.4. Envolvente de momentos para la viga T.**

Como es una viga T, se hicieron iteraciones para determinar el área requerida de acero en función de las tensiones internas producidas en el elemento. Los resultados se resumen en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6. Revisión de resistencia de viga T.**

Parámetros	Acero positivo	Acero negativo
Mu [kg.m]	5496	2687
Cuantía adoptada [%]	0,63	0,6
Diámetro de varilla [mm]	16	16
Número de varillas	4	4
Mn [kg.m]	8076,92	9666,81

Se puede observar que si bien es cierto no se tiene tanta demanda de resistencia por momentos negativos, sin embargo, fue necesario colocar la cantidad especificada como acero mínimo para el amarre de estribos. Los detalles estructurales se encuentran en el plano 6.

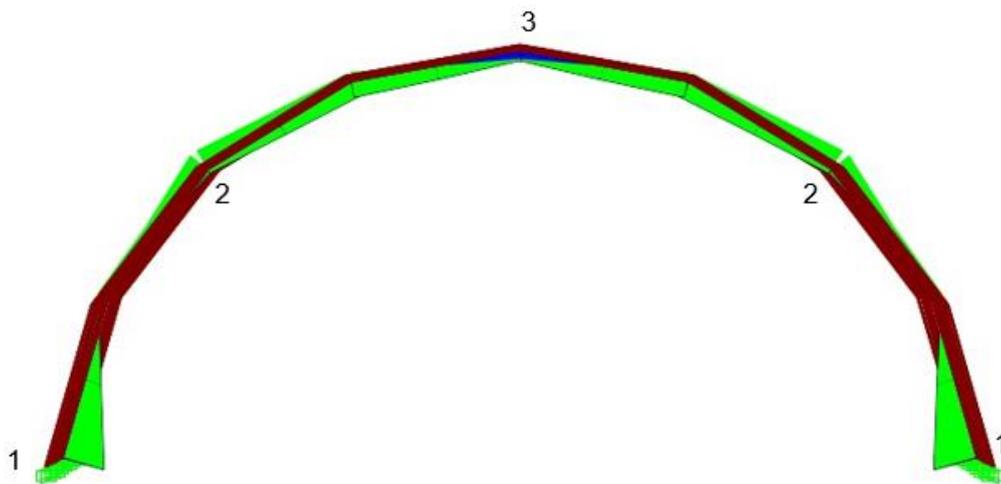
### 3.2.2.2. Diseño de viga secundaria

En este caso se hizo un análisis computacional similar al de la sección 3.2.2.1, pero considerando las dimensiones de la viga de arco secundaria. La altura del arco es de 6.5 m, con 14,5 m de ancho. En la tabla 3.6 se presenta un resumen de los momentos de

diseño, mientras que en la figura 3.5. se muestra la envolvente del elemento viga analizado.

**Tabla 3.6. Momentos obtenidos en el SAP 2000 para viga T principal.**

Punto	Momento último [kg.m]
1	+ 4 607
2	- 2 250
3	+ 1 768



**Figura 3.5. Envolvente de momentos para la viga secundaria.**

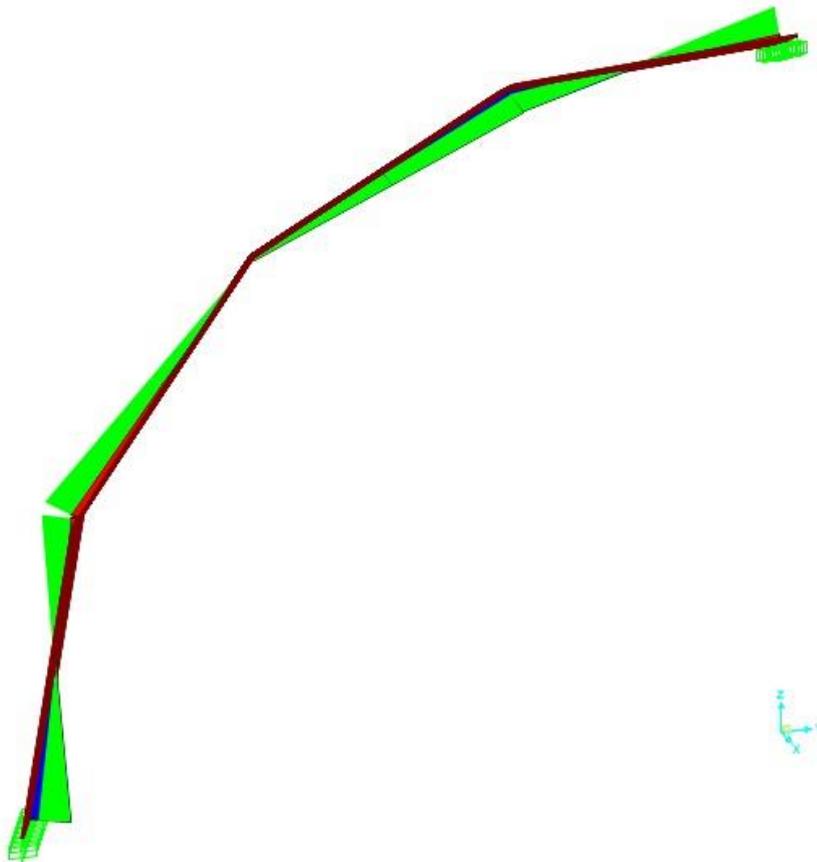
Con los valores obtenidos del SAP, se calculó el acero de la misma manera que para la viga T principal; el resumen se presenta en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7. Revisión de resistencia de viga secundaria.**

Parámetros	Acero positivo	Acero negativo
Mu [kg.m]	4607	2250
Cuantía adoptada [%]	1,45	0,7
Diámetro de varilla [mm]	14	14
Número de varillas	4	2
Mn [kg.m]	5753,00	3314,83

### 3.2.2.3. Diseño de losa cascarón

Como la losa de la concha acústica tiene dos direcciones en las que se distribuye el acero, se utilizaron dos modelos estructurales en el SAP2000. Para la dirección paralela a la viga principal se utilizaron la modelación de la figura 3.3, mientras que se tuvo que hacer otro modelo para la losa en el otro sentido, su envolvente de momentos se observa en la figura 3.6.



**Figura 3.6. Envolvente de momentos para la losa.**

En esta dirección se tiene además un voladizo de 1.5 m con respecto a la viga principal de arco. De ambos modelos, se extrajeron los momentos últimos para determinar las cantidades de acero que se deben colocar para cumplir con la resistencia requerida. En la tabla 3.8 se resumen los resultados. Estos y otros detalles se presentan en el plano 6.

**Tabla 3.8. Parámetros de diseño de losa cascarón.**

<b>Refuerzo</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Dirección X (paralela a la viga principal)</b>	<b>Dirección Y (perpendicular a la viga principal)</b>	<b>Voladizo</b>
<b>Acero positivo (inferior)</b>	Mu+ [kg.m]	3000	1880	-
	Cuantía adoptada [%]	0,82	0,52	
	Diámetro de varilla [mm]	1,4	1,6	
	Espaciamiento [mm]	150	350	
<b>Acero negativo (superior)</b>	Mu- [kg.m]	2 500	1 800	828
	Cuantía adoptada [%]	0,68	0,51	0,33
	Diámetro de varilla [mm]	16	16	16
	Espaciamiento [mm]	250	350	600

En el Apéndice F se muestra mayor información sobre el modelo computacional así como el procedimiento de diseño.

### **3.2.3. Otras estructuras**

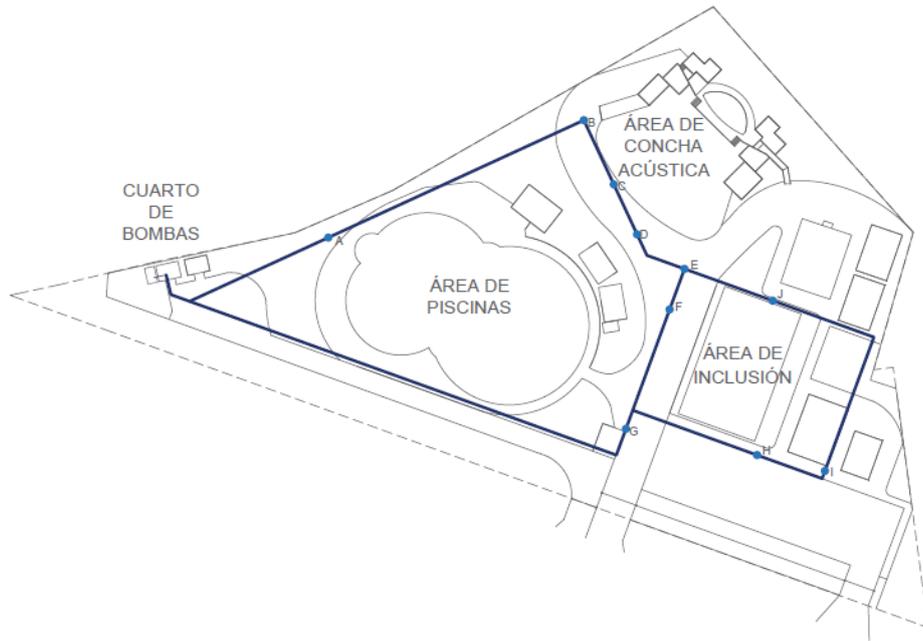
Para el pre-dimensionamiento de los elementos de otras estructuras se hizo referencia a lo indicado en las normas de diseño. Además, se hizo el modelamiento en SAP2000 para verificar que las secciones escogidas cumplan con la demanda de resistencia por las cargas impuestas. En los planos 7,8, 10 y 11 se presentan los resultados de esta sección para las diferentes estructuras tanto en el área de piscinas como en la concha acústica.

### 3.3. Instalaciones

#### 3.3.1. Agua potable

##### 3.3.1.1. Diseño de redes interiores

En la figura 3.7 se muestra el trazado de la red general y las diferentes áreas que componen el complejo recreacional, así como los puntos de suministro a cada red interior de distribución.



**Figura 3.7. Red general de agua potable.**

El diseño interior consistió en el trazado y cálculo de las redes para cada una de las edificaciones incluidas en el proyecto. La base de este cálculo está dada en los caudales asignados a cada pieza sanitaria considerando que estos son de uso público, como se observa en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9. Caudales de diseño para agua potable.**

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo [L/s]
Ducha	0.33
Fregadero de cocina	0.33
Inodoro con depósito	0.17

Lavabo	0.17
Urinario con llave	0.25

En la tabla 3.10 se presenta un resumen de las presiones y los caudales requeridos para cada estructura.

**Tabla 3.10. Resultados de diseño de redes interiores de agua potable.**

Área	Estructura	Punto de acometida	Caudal [L/s]	Presión requerida [m.c.a]
Piscinas	Restaurante	C	0,5	13,29
	Servicios higiénicos de mujeres	D	0,73	15,91
	Servicios higiénicos de hombres + duchas y lavapiés	F	1,33	19,25
Concha acústica	Bar + baños de hombres	B	0,94	18,69
	Baños públicos + baños de mujeres	E	1,15	22,53

En los planos 13, 14 y 15 se puede observar la red de agua potable y los diámetros de cada tramo, así como el desglose de la cantidad de accesorios. Para complementar esta información, se dibujaron isometrías de cada red interior como se presenta en el plano 16.

### 3.3.1.2. Selección de la bomba

Con las presiones dadas en la tabla 3.10 y el trazado de la red, se determinó la presión total requerida, es decir, la altura de impulsión de la bomba. Por otro lado, la succión se calculó en base a la ubicación de la bomba con respecto a la cisterna. Ambos parámetros representan la altura dinámica total de diseño, como se presenta en la tabla 3.11.

**Tabla 3.11. Parámetros de diseño de la bomba.**

Altura de impulsión	27.44 m
Altura de succión	4.57 m
Altura dinámica total de diseño T.D.H.	32.01 m

Con estos datos, se calculó la potencia de la bomba mediante la ecuación 2.7, considerando una eficiencia del 65%. Por otro lado, la altura neta positiva de succión (NPSH) se obtuvo a partir de las características del fluido que es el agua, siendo este otro parámetro de importancia para seleccionar la bomba.

$$P = 3.84 \text{ HP}$$

$$NPSH_{requerida} = 4.89 \text{ m}$$

Finalmente, se determinó el volumen de los tanques de reserva a partir del caudal medio del sistema, que corresponde a 3.13 L/s, y del tipo de bomba. Con esto, se propone la selección de 2 tanques de 200 L cada uno.

### 3.3.1.3. Dimensionamiento de la cisterna

El dimensionamiento de la cisterna se hizo en base al caudal requerido en las edificaciones que se encuentran dentro del área de estudio. A partir de la dotación, se obtuvo el volumen requerido para un total de 3 días, que se supone como frecuencia de llenado de la cisterna, como se muestra en la tabla 3.12.

**Tabla 3.12. Volúmenes de reserva requeridos.**

Tipo de edificación	Unidad	Dotación	Cantidad	Días de reserva	Volumen de reserva [L]
Piscinas	L/m <sup>2</sup> de área útil/día	1	100	3	300
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300	94	3	84600
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5	900	3	13500
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m <sup>2</sup> de área útil/día	50	162	3	24300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m <sup>2</sup> /día	2	5868	3	35208
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80	10	3	2400

$$V_{req} = 155\,298 \text{ L}$$

Este volumen es considerado el de diseño puesto que se debe tener en cuenta el caudal máximo que se consumiría en el tiempo de reserva, en otras palabras, el factor de simultaneidad es igual a 1.

Con este volumen, se determinaron las dimensiones de la cisterna considerando un borde libre por encima de la altura útil. Los valores de muestran en la tabla 3.13.

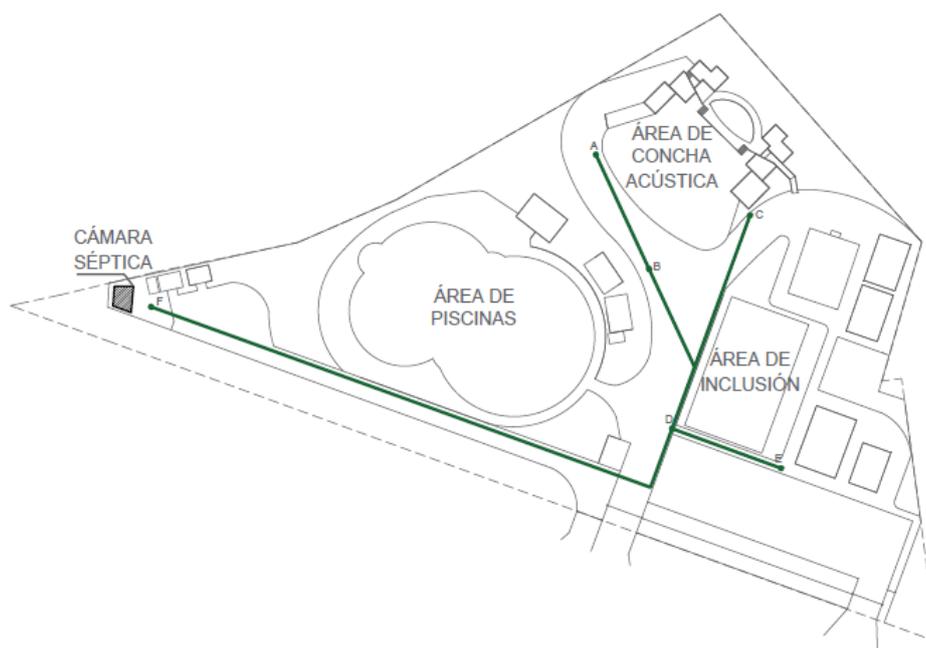
**Tabla 3.13. Dimensionamiento de la cisterna.**

<b>Longitud</b>	9,00 m
<b>Ancho</b>	6,00 m
<b>Profundidad</b>	3,00 m + 0,50 m de borde libre
<b>Volumen efectivo</b>	162 m <sup>3</sup>
<b>Volumen total</b>	189 m <sup>3</sup>

Los resultados demuestran que la cisterna puede llenarse con más de 20 tanqueros de 8 m<sup>3</sup>, cada 3 días. Este valor es de importancia para analizar la viabilidad económica del proyecto puesto que es un alto gasto de operación si es que se tiene que comprar el agua.

### **3.3.2. Aguas residuales**

En primera instancia se dibujó una red general de recolección de aguas residuales, a la cual se conecta la red interior de cada una de las estructuras para su descarga en la cámara séptica general. En la figura 3.8 se presenta esta red sobre la implantación del proyecto.



**Figura 3.8. Red general de aguas servidas.**

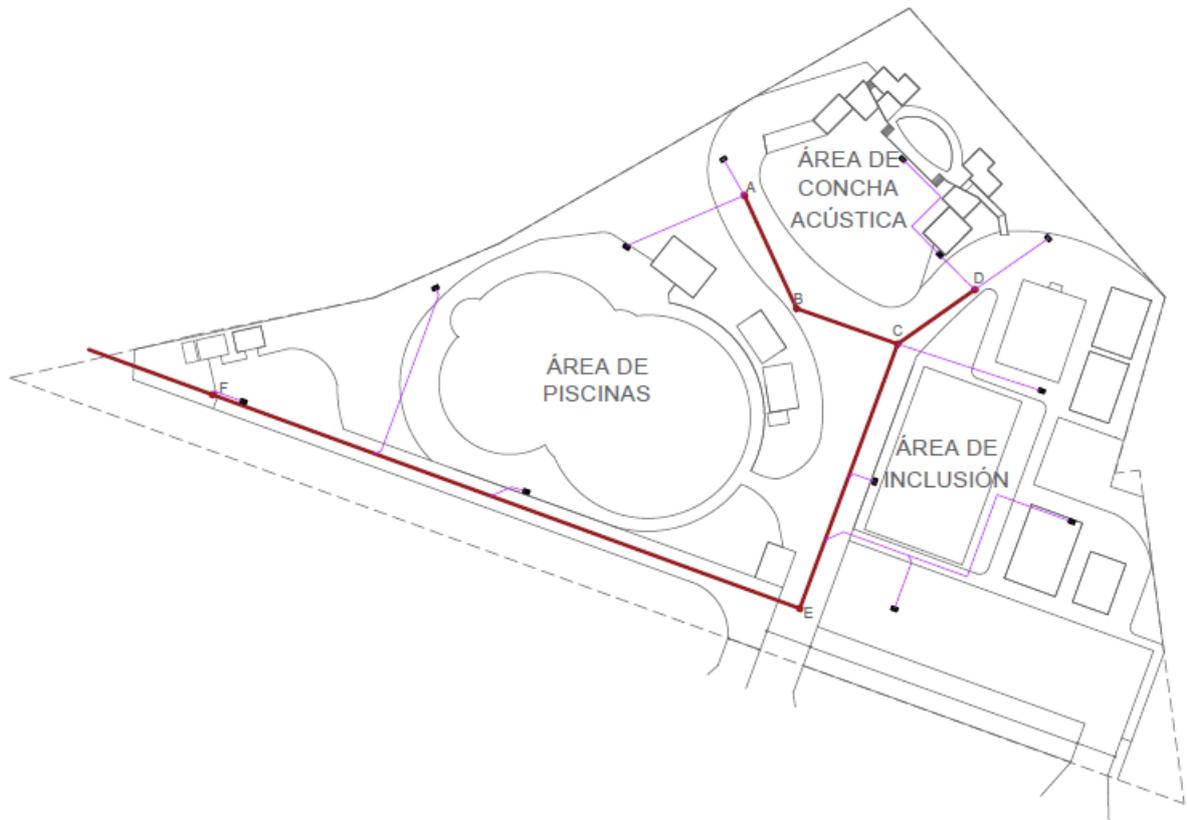
La metodología descrita en el capítulo anterior permitió determinar los diámetros y las pendientes de cada tramo de la red interior de tuberías.

Como resultado de la revisión de documentos técnicos se tomaron algunas recomendaciones como criterios de diseño entre los que destacan: uniones a 45° para evitar daños en las tuberías, disposición de gases a través de una tubería de ventilación que une todas las piezas sanitarias, proyección de cajas ciegas al inicio de cada ramal de descarga y cajas de revisión en los cambios de dirección del colector principal.

La aplicación de estos criterios se puede observar en los planos 13, 14 y 15 donde se muestran los ramales con sus respectivos diámetros y pendientes, así como la red de ventilación.

### **3.3.3. Aguas lluvias**

De manera similar que en las otras instalaciones, en la figura 3.9 se tiene un trazado de la red general que se compone por pozos de revisión y sumideros.



**Figura 3.9. Red general de aguas lluvias.**

### **3.3.3.1. Diseño de redes interiores**

La red de aguas lluvias está conformada por canalones, bajantes y colectores. De acuerdo con el procedimiento los diámetros y las pendientes se obtuvieron a partir de tablas y están en función directa del área de captación del agua de lluvia. En la tabla 3.14 se resumen los resultados.

**Tabla 3.14. Diseño de colección de aguas pluviales.**

<b>Estructura</b>	<b>Área protegida [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Pendiente horizontal [%]</b>	<b>Caudal [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Diámetro bajante [mm]</b>	<b>Diámetro colector horizontal [mm]</b>
Restaurante	117	1	0,0033	75	110
Servicios higiénicos de mujeres	77	2	0,0021	75	75
Servicios higiénicos de hombres	77	2	0,0021	75	75
Cuarto de bombas	35	1	0,0010	50	75
Cuarto de transformadores	35	1	0,0010	50	75
Bar + baños y vestidores de hombres	177	2	0,0049	75	110
Baños públicos + baños y vestidores de mujeres	188	2	0,0052	75	110

El trazado de cada red interior se presenta en los planos 13, 14 y 15, junto con las cantidades de tuberías y accesorios.

### **3.3.3.2. Sumideros**

Para calcular el número de sumideros se estimó el caudal de escorrentía producido en el área de implantación, mediante la aplicación del método racional con la ecuación 2.9.

Considerando que la precipitación anual en esta zona es de 100 mm/h, se calculó el coeficiente ponderado para determinar el caudal de escorrentía en el área de estudio, como se muestra en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15. Cálculo del caudal de escorrentía.**

<b>Tipo de cobertura</b>	<b>Área [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Coeficiente de escorrentía</b>
Vegetación	6 358	0.15
Cubierta	2 951	0.85
Adoquín	8 925	0.45
<b>Coeficiente ponderado</b>		0.41
<b>Precipitación anual</b>		100 mm/h
<b>Área total</b>		18 234
<b>Caudal de escorrentía, Q</b>		2.08 m <sup>3</sup> /s

Calculando la capacidad de un sumidero típico de rejilla (0.55 x 0.72m), se tiene un caudal efectivo de 0.21 m<sup>3</sup>/s que, al relacionarlo con el caudal de escorrentía, da como resultado que se requiere de al menos 10 sumideros para captar el agua lluvia en toda el área del proyecto.

### 3.3.4. Eléctrico

El diseño de la red eléctrica se hizo a nivel conceptual, puesto que se proporcionaron recomendaciones en cuanto a la disposición de luminarias y tomas de corriente, pero sin llegar a calcular las derivaciones ni dimensionar el transformador. En la tabla 3.16 se tiene un resumen de cantidades de los principales componentes eléctricos involucrados en este proyecto.

**Tabla 3.16. Determinación de puntos de luz.**

Área	Estructura	Puntos de iluminación 120 V	Puntos de tomacorriente 120 V	Puntos de tomacorriente 240 V	Postes de luz + reflectores
Piscinas	Restaurante	8	6	3	6
	Servicios higiénicos de mujeres	5	2	0	
	Servicios higiénicos de hombres	5	2	0	
	Cuarto de bombas	3	2	2	
	Cuarto de transformadores	3	1	1	
Concha acústica	Bar + baños y vestidores de hombres	14	16	1	8
	Baños públicos + baños y vestidores de mujeres	14	15	1	
	Escenario	12	7	4	

### 3.4. Impacto ambiental

Para conocer el nivel de daño ambiental que pudiera causar la ejecución de este proyecto fue necesario consultar la actividad en el portal web del SUIA. En la figura 3.10 se muestra la consulta de la actividad ambiental, que corresponde a “Construcción y/u operación de parques, centros de deportes, lugares de recreación y esparcimiento”.



**Figura 3.10. Consulta del trámite ambiental pertinente al proyecto.**

De acuerdo con el sistema, el proyecto representa un impacto casi “nulo” a los diversos factores ambientales, por lo que corresponde obtener un certificado ambiental previo a la ejecución. A pesar de que este tipo de construcción está en la menor categoría de impacto, se llenó la ficha ambiental pertinente con la información del proyecto y los planes de manejo ambiental propuestos. Esta ficha se encuentra en el Apéndice L.

### 3.5. Costos

Para la estimación de costos se hizo un análisis de precios unitarios sobre cada uno de los rubros que conforman en proyecto dividido en dos fases. De un total de 115 rubros, se estimaron los costos directos, así como los indirectos, a fin de obtener el presupuesto de la obra. Los resultados se muestran en la tabla 3.17.

**Tabla 3.17. Presupuesto total de la ejecución del proyecto.**

Total de costos directos	\$ 853 469.24
Porcentaje de indirectos (incluye utilidad e imprevistos)	23.82%
Presupuesto total	\$ 1 056 765.61

El porcentaje de indirectos fue calculado asumiendo que la empresa constructora tiene un monto de contratos vigentes igual al presupuesto de esta obra, es decir que no tendrá

otros proyectos en ese período, incrementando el porcentaje de indirectos. En el Apéndice M se encuentra el desglose de la determinación de los costos indirectos.

Para efectos prácticos se dividió el proyecto en grupos de rubros, según lo mostrado en las tablas 3.18 y 3.19 para cada una de las áreas analizadas en este trabajo. La tabla completa de precios y cantidades se encuentra en el Apéndice N.

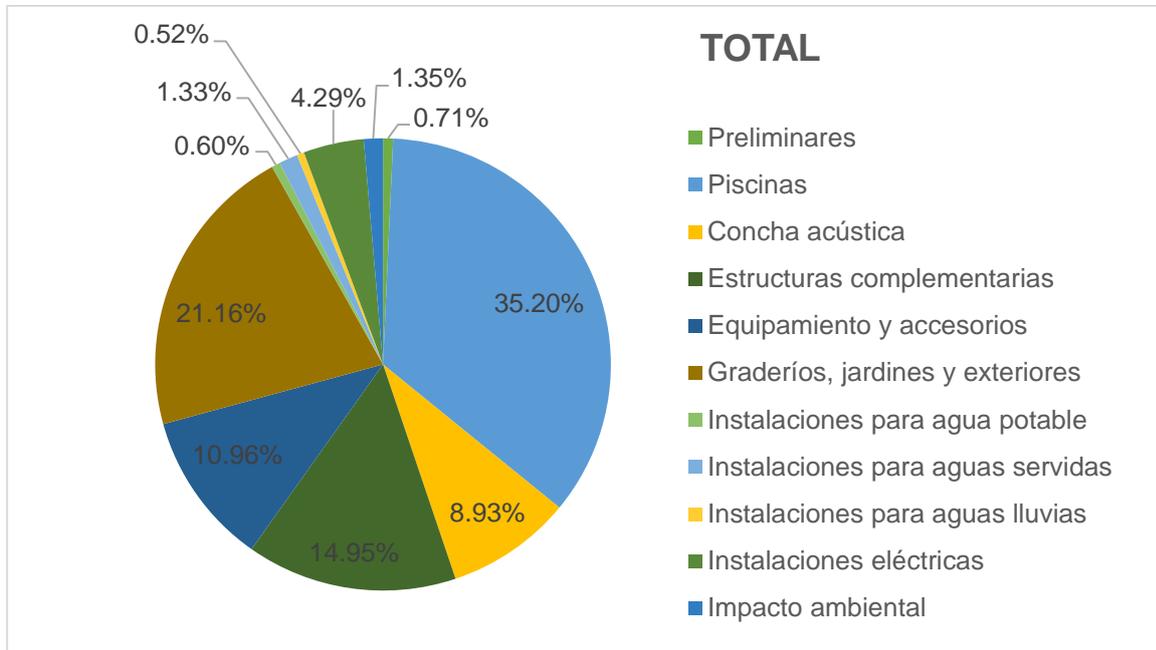
**Tabla 3.18. Presupuesto del área de piscinas.**

<b>ÁREA DE PISCINAS</b>		
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
1	Preliminares	7 494,23
2	Estructura de piscinas	371 993,14
3	Estructuras complementarias	70 361,92
4	Equipamiento y accesorios	85 266,86
5	Jardinería y exteriores	88 850,39
6	Instalaciones para agua potable	3 334,59
7	Instalaciones para aguas servidas	6 238,57
8	Instalaciones para aguas lluvias	3 294,76
9	Instalaciones eléctricas	18 294,91
10	Impacto ambiental	14 308,55
TOTAL		\$ 669 437,94

**Tabla 3.19. Presupuesto del área de concha acústica.**

<b>ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA</b>		
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
11	Estructura de concha acústica	94407,72
12	Estructuras complementarias	87577,53
13	Equipamiento y accesorios	30511,52
14	Graderíos, jardines y exteriores	134779,01
15	Instalaciones para agua potable	3009,49
16	Instalaciones para aguas servidas	7807,30
17	Instalaciones para aguas lluvias	2184,70
18	Instalaciones eléctricas	27050,41
TOTAL		387327,67

Para sintetizar los resultados, en la figura 3.11 se muestra un gráfico circular donde se pueden apreciar los porcentajes de aportación de cada uno de los grupos de rubros con respecto al costo total del proyecto.



**Figura 3.11. Porcentaje de costos de los componentes del proyecto.**

Considerando las áreas de las estructuras más relevantes en el proyecto como son las piscinas y la concha acústica, es decir 4034 m<sup>2</sup>, se obtuvo que en promedio el costo por metro cuadrado de construcción es de \$262.

Con respecto al recurso tiempo, se estimó la duración del proyecto a través de la identificación de la ruta crítica. Se consideró que ambas fases del proyecto se construyen de forma simultánea, alcanzando una duración de 82 días laborables o 16 semanas, con jornadas de 8 horas. En esta etapa también se consideró que los recursos estarán disponibles en cuanto los requiera la obra. Se muestra un resumen de este cronograma en la figura 3.12.

LEYENDA	
	Piscinas
	Concha acústica
	Piscinas + concha acústica

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Preliminares	█															
Piscinas	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Concha acústica	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
Estructuras complementarias	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Equipamiento y accesorios								█	█	█	█	█	█	█	█	█
Graderíos, jardines y exteriores								█	█	█	█	█	█	█	█	█
Instalaciones para agua potable					█						█					
Instalaciones para aguas servidas				█	█					█	█					
Instalaciones para aguas lluvias							█	█			█	█				
Instalaciones eléctricas					█	█	█	█	█			█	█	█		
Impacto ambiental	█															█

**Figura 3.12. Cronograma de ejecución del proyecto.**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

El diseño de toda obra civil está comprendido por varias etapas, en las que se deben respetar los requerimientos técnicos y funcionales de cada una de las estructuras. En este trabajo se realizó un diseño completo a partir de una necesidad presente en la población de Colimes. La construcción de este complejo recreacional tendrá un alto impacto social sobre el cantón, ya que al dotar de este tipo de espacios se evidenciará un mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Además, se verá favorecido su desarrollo turístico promoviendo el progreso económico de la población.

A partir de los requerimientos enunciados por el GAD de Colimes, se construyó un organigrama de todos los aspectos ingenieriles involucrados en el proyecto. Esta práctica fue clave en el desarrollo de este trabajo puesto que permitió organizar los entregables, que fueron las especificaciones técnicas clasificadas en 16 planos de tipo arquitectónico, estructural y de instalaciones.

Durante el diseño estructural, se encontró que las edificaciones complementarias como los servicios higiénicos, restaurantes y cuartos de servicio, no están sometidas a grandes cargas vivas o muertas. Por esta razón, en los diseños se utilizó la cuantía mínima especificada en las normas, siempre verificando el buen desempeño estructural y sísmico. En las estructuras más grandes, que son las piscinas y el cascarón de la concha acústica, los resultados reflejaron que se requieren mayores cantidades de acero debido a las secciones de hormigón seleccionadas. Como podía anticiparse, el acero es uno de los rubros con mayor peso en cuanto a costos, ya que alcanza casi el 24% del presupuesto total por las dos fases del proyecto.

Como complemento, se implementó la utilización del software SAP2000 a fin de verificar la resistencia de los elementos estructurales. A través del programa se identificaron los elementos con mayor demanda de resistencia, por ejemplo, las columnas intermedias de las edificaciones, y las vigas que soportan más de dos vanos de losas. El uso de este

software también permitió modelar la losa de forma cóncava para obtener los momentos positivos y negativos de diseño a través de la envolvente.

Por otro lado, se determinó a través de una estimación que el volumen de relleno de material mejorado es muy alto, lo que puede incrementar el costo hasta un 50% más del calculado para ejecutar la obra. Otro aspecto crítico de sitio es la ausencia de servicios básicos como agua potable y alcantarillado público. Estas carencias representan altos costos de acuerdo con el análisis realizado en la sección de instalaciones.

En el diseño de instalaciones hidrosanitarias se tuvo muy en cuenta el uso de las edificaciones, ya que para estos espacios públicos la demanda puede ser considerablemente mayor en momentos específicos como los feriados o días de eventos masivos. En contraposición, a fin de optimizar los recursos se procuró evitar las pérdidas de carga hidráulica en las redes para reducir los costos no sólo de la red, sino también de las bombas instaladas.

Para sintetizar las ventajas identificadas, destacan las sociales, ya que la construcción de este proyecto representa fuentes de trabajo y actividad económica, así como mejoramiento de la calidad de vida y desarrollo turístico para la región una vez que este entre en operación. Por otro lado, los materiales y tipologías estructurales seleccionadas brindan al proyecto un mayor tiempo de vida útil y reducción de costos por mantenimiento.

Uno de los aspectos más importantes para la ejecución del proyecto es su presupuesto, que se justificó a través de la metodología de APUS, y que puede ser crítico para la toma de decisiones. Se hizo un análisis de sensibilidad tomando como variable el tamaño de la empresa que adjudicase el proyecto a fin de evaluar la ocupación de su personal técnico y administrativo. Se evidenció un notable cambio en el porcentaje de indirectos al hacer la comparación entre una empresa que tuviere sólo este proyecto, con otra que tuviese otros contratos vigentes. Finalmente, considerando que se puede trabajar con un 23.82% para costos indirectos (Apéndice N), se alcanzó un total de un millón cincuenta y seis mil setecientos sesenta y cinco dólares con sesenta y un centavos (\$ 1 056 765.61).

En cuanto a los ecosistemas identificados en el terreno de estudio se tiene que la intervención para ejecutar la obra civil no representa alto impacto puesto que esta área ya ha sido intervenida previamente y luego fue abandonada. Además, no se observaron especies endémicas de flora, así como grupos de animales protegidos que hayan hecho su hábitat en esta región.

Con respecto al estudio ambiental, pese a que el proyecto puede categorizarse como uno de impacto nulo, se plantearon recomendaciones sintetizadas en los Planes de Manejo Ambiental correspondientes. Esto no sólo favorece la preservación del medio ambiente biótico, sino que también busca proteger el factor humano en el momento de la construcción, como impulsar la participación social. De esta forma, tanto la fase constructiva como la de operación de complejo recreacional resulta sostenible para el aspecto biótico y para suplir las necesidades sociales de esta población.

#### **4.2. Recomendaciones**

Como todo proyecto civil, es necesario que las autoridades del cantón Colimes socialicen el proyecto con sus habitantes, ya que son ellos los reales usuarios de la obra una vez construida. La mejor forma es hacerlo mediante charlas de información, donde no sólo se dé a conocer el proyecto y sus beneficios, sino que también se brinden oportunidades de empleo a los mismos pobladores, a través de capacitaciones si es necesario.

Con relación a los trabajos previos, donde se incluye la preparación del terreno, se tiene como recomendación la utilización de un material de relleno con características geomecánicas adecuadas ya que se tienen estructuras de gran envergadura, además de las cargas de operación el complejo recreacional. Es importante que se realice un retiro de la cobertura vegetal puesto que esta capa de arcilla plástica presenta propiedades no deseadas para construir (Apéndice A). No está de más mencionar la necesidad e importancias de los estudios previos, ya que de omitirlos se podrían tener graves complicaciones luego de construida la obra civil.

Se debe tener en cuenta la ubicación del terreno y evaluar si es socialmente favorable colocarlo en esta zona puesto que se encuentra a las afueras del casco urbano del cantón Colimes.

Una vez que el municipio decida hacer el proyecto, es importante que se verifique la calidad de las propuestas, ya que en estas obras de tipo público los diferentes componentes son más propensos a daños durante su operación, lo que puede traducirse como altos costos por mantenimiento y reparaciones.

Si bien es cierto las dos fases del proyecto se trabajaron de manera independiente, resulta conveniente ejecutar la obra de forma simultánea ya que de esta forma se pueden reducir los costos indirectos y traer mucho antes los beneficios previamente mencionados a la comunidad.

Finalmente, se recomienda adjudicar esta obra a una empresa que tenga un alto monto de contratos vigentes a fin de reducir el porcentaje de indirectos, lo que se traduce como un beneficio tanto para el municipio y la población de Colimes, como para la empresa constructora.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (2012). AASHTO LRFD Bridge: Design Specifications. *Sixth Edition*. Washington, DC, United States.
- ACI. (2014). Building Code Requirements for Reinforced Concrete American 318-14.
- Alarcón, J. (2002). *Diseño y construcción de un escenario al aire libre mediante una concha acústica*. Tesis de grado, Universidad Austreal de Chile, Escuela de Ingeniería Acústica, Valdivia.
- BOE. (11 de Octubre de 2013). Decreto 742/2013. *Real Decreto por el que se establecen los criterios técnicos-sanitarios de las piscinas*. Madrid, España: Boletín Oficial del Estado.
- CMQ. (2003). *Ordenanza sustitutiva a la ordenanza No. 3445 que contiene las normas de arquitectura y urbanismo*. Quito: Concejo Metropolitano de Quito.
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta Edición ed.). México: Cengage Learning (C) .
- De la Hoz, A. (2 de Mayo de 2019). En concha acústica de Baranoa actuarán 400 personas al tiempo. *El Herald*o.
- GAD Colimes. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - Cantón Colimes*. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Colimes, Colimes.
- González, H. (2012). *Manual técnico de diseño y construcción de piscinas*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- ICONTEC. (2010). Norma Técnica Colombiana NTC 5776. *Seguridad en piscinas. Parte 1: Barreras de seguridad para piscinas*. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- MIDUVI. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Geotécnia y cimentaciones*. Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

- Mora, G. A. (2008). *Manual para el diseño y construcción de piscinas residenciales y semideportivas*. Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2016). *Design of Concrete Structures* (Fifteenth Edition ed.). New York: Mc Graw Hill Education.
- Olmo, M. (Octubre de 2014). *Secciones cónicas y matrices y sus aplicaciones en la arquitectura*. Obtenido de Georgia State Education: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/>
- Pereira, M. (10 de Marzo de 2018). *¿Cómo funcionan y se diseñan las conchas acústicas?* Obtenido de ArchDaily: [www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl)
- Pérez, R. (2010). *Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para edificaciones* (Sexta ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Riffo, M. (2005). *Manual de proyectos domiciliarios de agua potable y alcantarillado*. Valdivia, Chile.
- SIC. (10 de Abril de 2018). *Concha Acústica del Obispado* . Obtenido de Sistema de Información Cultural de México: <http://sic.gob.mx/>

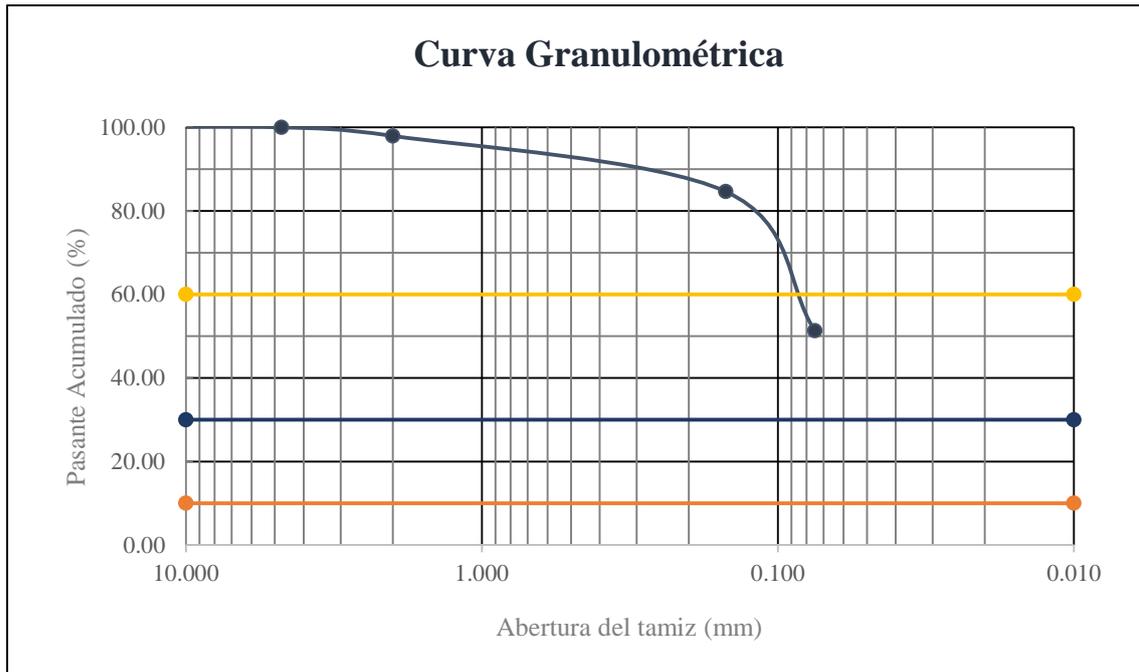
# APÉNDICES

## Apéndice A: Fichas de clasificación de suelos.

<b>FICHA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS</b>			
<b>Proyecto:</b>	Diseño de estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar "Santa Rosa de Colimes"		
<b>Localización:</b>	Terreno junto a la vía	<b>Profundidad:</b>	3.00 m
<b>Fecha:</b>	8 de enero de 2020	<b>ID Muestra:</b>	C12
<b>Sondeo:</b>	1	<b>Descripción del material:</b>	Limo arenoso

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>	
Norma de Referencia: ASTM D 422	

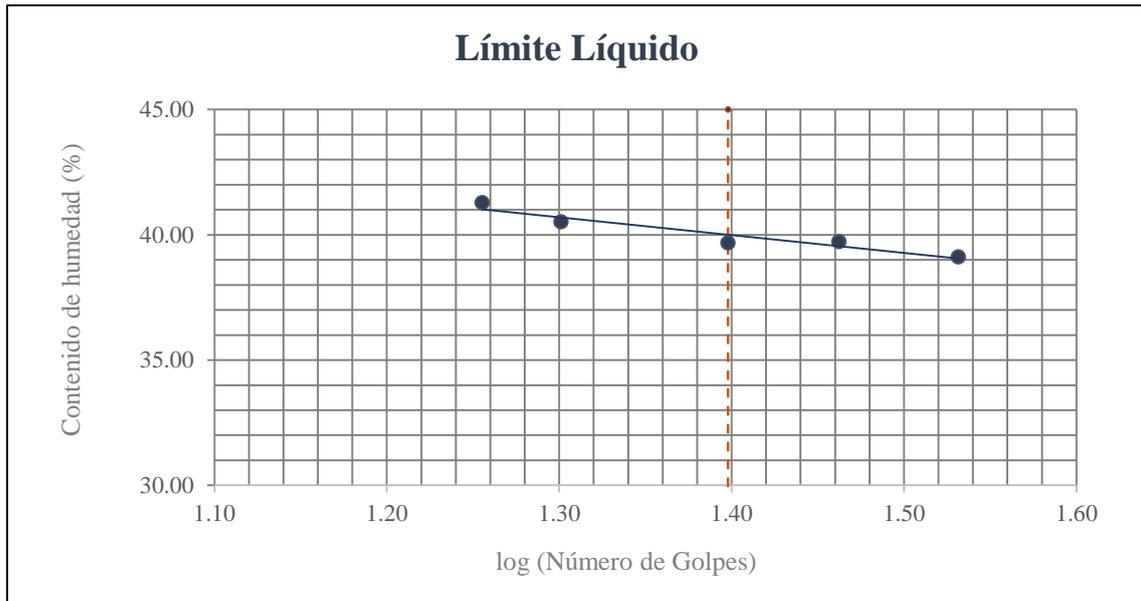
Tamiz		Retenido Parcial (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
ASTM	mm				
3/4"	18,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 10	2,000	0,72	2,04	2,04	97,96
No. 100	0,150	4,69	13,32	15,36	84,64
No. 200	0,075	11,74	33,34	48,71	51,29
Fondo		18,06	51,29	100,00	0,00
Total		35,21			



## LÍMITES DE ATTERBERG

Norma de Referencia: ASTM D 4318

	Límite Líquido					Límite Plástico		
	1	2	3	4	5	1	2	3
<b>No. Recipiente</b>	40	10	28	29	44	41	16	18
<b>Recip. + suelo húmedo (g)</b>	17,46	17,29	17,03	18,48	18,93	13,60	12,60	12,16
<b>Recip. + suelo seco (g)</b>	14,15	14,16	14,03	15,02	15,19	11,85	11,08	10,75
<b>Peso recip. (g)</b>	5,98	6,27	6,36	6,31	6,13	6,16	6,28	6,18
<b>Peso agua (g)</b>	3,31	3,13	3,00	3,46	3,74	1,75	1,52	1,41
<b>Peso seco (g)</b>	8,17	7,89	7,67	8,71	9,06	5,69	4,80	4,57
<b>Número de Golpes</b>	20	25	34	29	18	-	-	-
<b>log(Número de Golpes)</b>	1,30	1,40	1,53	1,46	1,26	-	-	-
<b>Contenido de humedad (%)</b>	40,51	39,67	39,11	39,72	41,28	30,76	31,67	30,85



<b>CUADRO DE RESULTADOS</b>			
<b>D60</b>	0,085	<b>LL (%)</b>	40
<b>D30</b>	-	<b>LP (%)</b>	31,09
<b>D10</b>	-	<b>IP</b>	8,91
<b>Cu</b>	-	<b>Símbolo de grupo</b>	ML
<b>Cc</b>	-		
<b>Finos</b>	51,29		
<b>Arena</b>	48,71		
<b>Grava</b>	0,00		

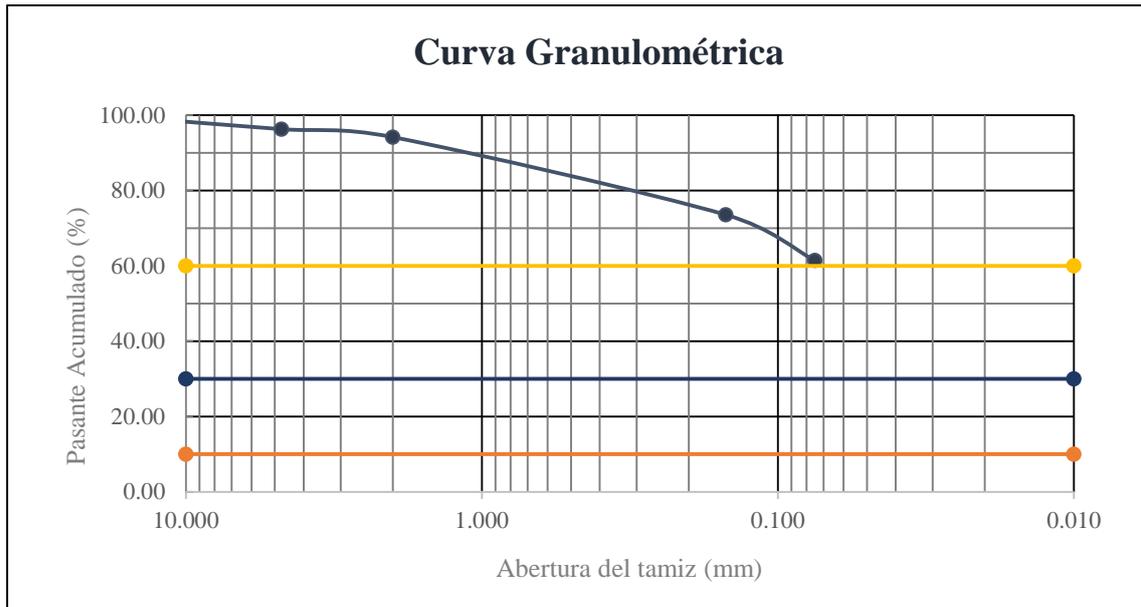
## FICHA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

<b>Proyecto:</b>	Diseño de estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar "Santa Rosa de Colimes"		
<b>Localización:</b>	Terreno junto a la vía	<b>Profundidad:</b>	1,5
<b>Fecha:</b>	8 de enero de 2020	<b>ID Muestra:</b>	C21
<b>Sondeo:</b>	2	<b>Descripción del material:</b>	Arcilla gruesa arenosa

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Norma de Referencia: ASTM D 422

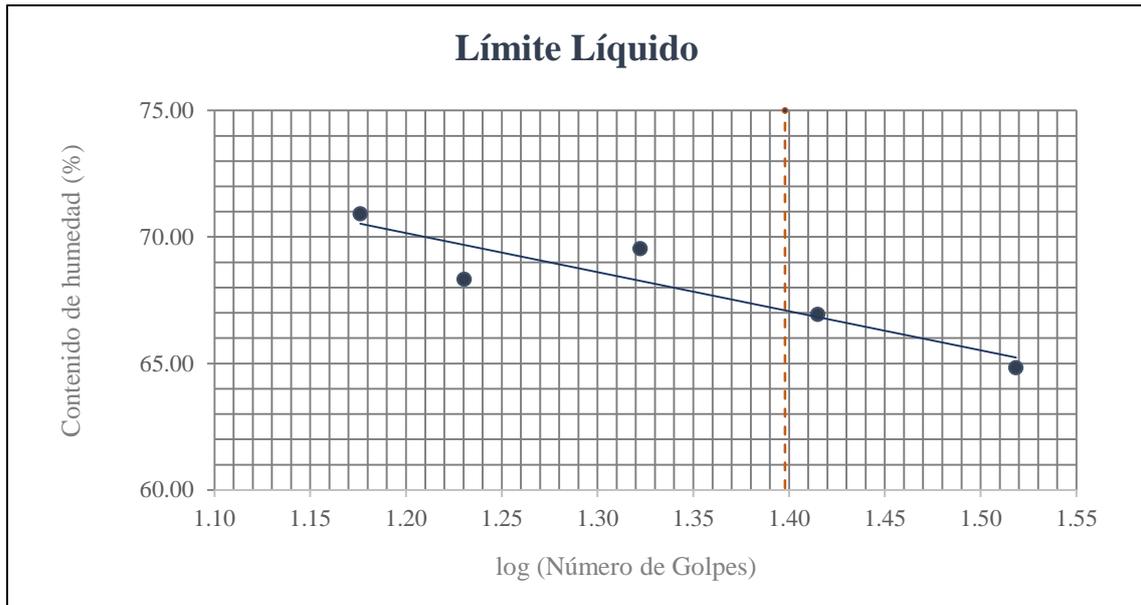
Tamiz		Retenido Parcial (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
ASTM	mm				
3/4"	18,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,750	0,49	3,68	3,68	96,32
No. 10	2,000	0,28	2,10	5,78	94,22
No. 100	0,150	2,75	20,63	26,41	73,59
No. 200	0,075	1,62	12,15	38,56	61,44
Fondo		8,19	61,44	100,00	0,00
Total		13,33			



## LÍMITES DE ATTERBERG

Norma de Referencia: ASTM D 4318

	Límite Líquido					Límite Plástico		
	1	2	3	4	5	1	2	3
<b>No. Recipiente</b>	45	6	20	206	21	44	37	85
<b>Recip. + suelo húmedo (g)</b>	14,25	14,66	13,87	13,27	13,26	12,36	11,94	12,64
<b>Recip. + suelo seco (g)</b>	11,06	11,32	10,72	10,32	10,39	10,97	10,45	11,10
<b>Peso recip. (g)</b>	6,14	6,33	6,19	6,16	6,19	6,46	5,90	6,09
<b>Peso agua (g)</b>	3,19	3,34	3,15	2,95	2,87	1,39	1,49	1,54
<b>Peso seco (g)</b>	4,92	4,99	4,53	4,16	4,20	4,51	4,55	5,01
<b>Número de Golpes</b>	33	26	21	15	17	-	-	-
<b>log(Número de Golpes)</b>	1,52	1,41	1,32	1,18	1,23	-	-	-
<b>Contenido de humedad (%)</b>	64,84	66,93	69,54	70,91	68,33	30,82	32,75	30,74



<b>CUADRO DE RESULTADOS</b>			
<b>D60</b>	-	<b>LL (%)</b>	<b>67</b>
<b>D30</b>	-	<b>LP (%)</b>	31,44
<b>D10</b>	-	<b>IP</b>	35,56
<b>Cu</b>	-	<b>Símbolo de grupo</b>	CH
<b>Cc</b>	-		
<b>Finos</b>	61,44		
<b>Arena</b>	34,88		
<b>Grava</b>	3,68		

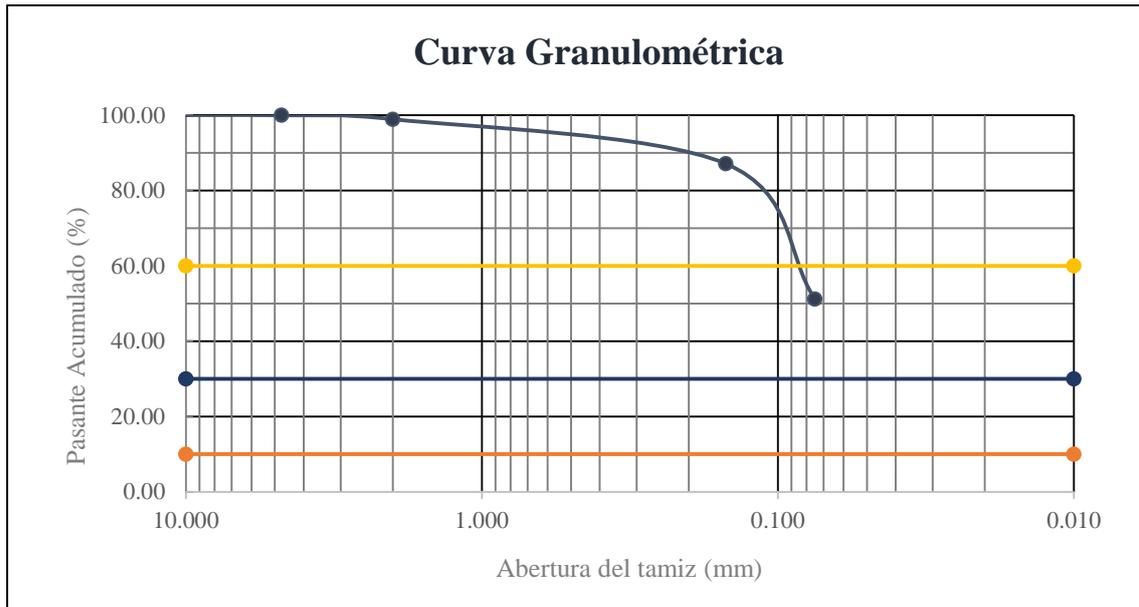
## FICHA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

<b>Proyecto:</b>	Diseño de estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar "Santa Rosa de Colimes"		
<b>Localización:</b>	Terreno junto a la vía	<b>Profundidad:</b>	3.00 m
<b>Fecha:</b>	8 de enero de 2020		<b>ID Muestra:</b>
<b>Sondeo:</b>	2	<b>Descripción del material:</b>	Limo arenoso

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Norma de Referencia: ASTM D 422

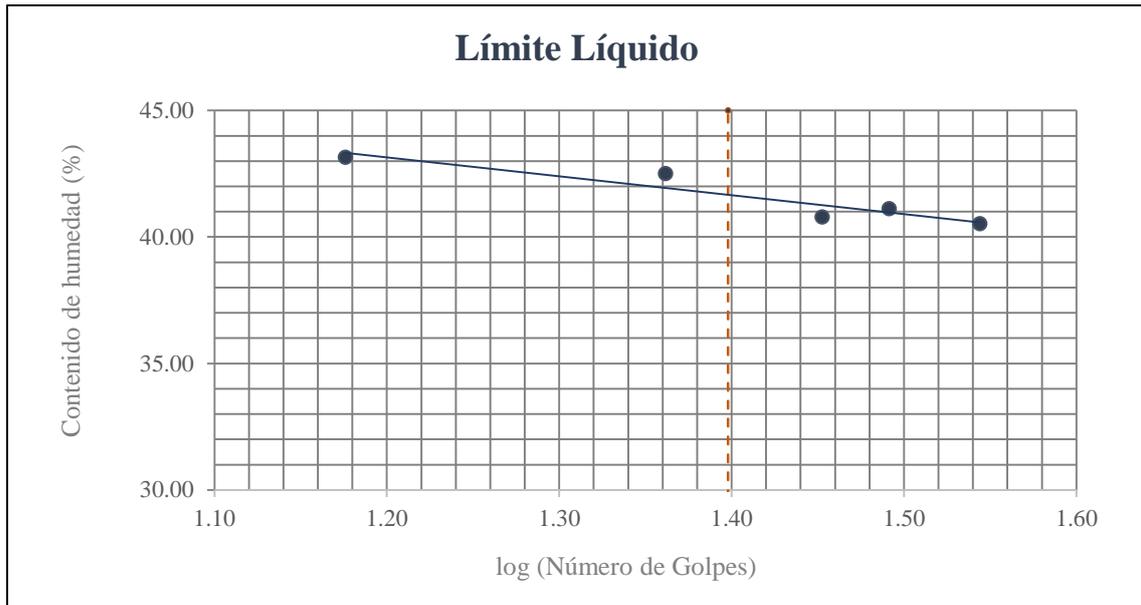
Tamiz		Retenido Parcial (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
ASTM	mm				
3/4"	18,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 10	2,000	0,49	1,03	1,03	98,97
No. 100	0,150	5,63	11,81	12,84	87,16
No. 200	0,075	17,14	35,95	48,78	51,22
Fondo		24,42	51,22	100,00	0,00
Total		47,68			



## LÍMITES DE ATTERBERG

Norma de Referencia: ASTM D 4318

	Límite Líquido					Límite Plástico		
	1	2	3	4	5	1	2	3
<b>No. Recipiente</b>	42	24	4	33	26	83	54	113
<b>Recip. + suelo húmedo (g)</b>	13,12	13,66	14,92	15,47	15,93	12,30	11,42	12,85
<b>Recip. + suelo seco (g)</b>	11,15	11,48	12,35	12,70	12,98	10,91	10,33	11,32
<b>Peso recip. (g)</b>	6,32	6,10	6,10	6,28	6,04	5,98	6,32	6,16
<b>Peso agua (g)</b>	1,97	2,18	2,57	2,77	2,95	1,39	1,09	1,53
<b>Peso seco (g)</b>	4,83	5,38	6,25	6,42	6,94	4,93	4,01	5,16
<b>Número de Golpes</b>	28	35	31	15	23	-	-	-
<b>log(Número de Golpes)</b>	1,45	1,54	1,49	1,18	1,36	-	-	-
<b>Contenido de humedad (%)</b>	40,79	40,52	41,12	43,15	42,51	28,19	27,18	29,65



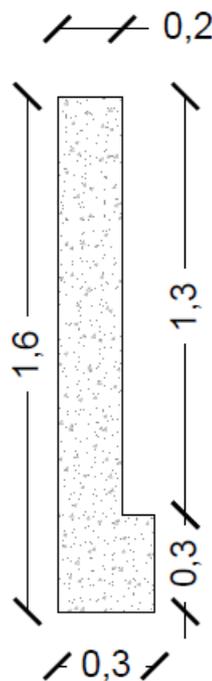
<b>CUADRO DE RESULTADOS</b>			
<b>D60</b>	0,085	<b>LL (%)</b>	41,8
<b>D30</b>	-	<b>LP (%)</b>	28,34
<b>D10</b>	-	<b>IP</b>	13,46
<b>Cu</b>	-	<b>Símbolo de grupo</b>	ML
<b>Cc</b>	-		
<b>Finos</b>	51,22		
<b>Arena</b>	48,78		
<b>Grava</b>	0,00		

## Apéndice B: Procedimiento de diseño y resultados de muros perimetrales para piscinas.

El procedimiento se resume en los siguientes pasos:

### 1. Dimensionamiento

DIMENSIONES	
Altura, H [m]	1,60
Espesor, e [m]	0,20
Ancho de talón [m]	0,30



### 2. Propiedades de materiales

Materiales	Peso unitario, $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Suelo retenido	16,68
Agua	9,81
Hormigón	23,4

### 3. Estimación de cargas

#### 3.1. Presión activa del suelo

$$k_a = \frac{1 - \text{sen } \phi'}{1 + \text{sen } \phi'}$$

Donde:

$k_a$ : Coeficiente de presión activa de Rankine

$\phi'$ : Ángulo de fricción del suelo retenido

$$P_a = \frac{1}{2} k_a \gamma' H^2$$

Donde:

$P_a$ : Presión activa de Rankine (kN)

$\gamma'$ : Peso unitario del suelo  $\left(\frac{kN}{m^3}\right)$

H: Altura del muro

### 3.2. Carga viva

$$h' = \frac{S}{\gamma}$$

Donde:

$h'$ : Altura equivalente por carga viva

S: Carga viva  $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

$\gamma$ : Peso unitario del suelo  $\left(\frac{kN}{m^3}\right)$

$$P_h = \frac{1}{2} k_a \gamma' (2h')$$

Donde:

$P_h$ : Presión por sobrecarga o carga viva (kN)

### 3.3. Sismo

(De acuerdo con Kavazanjian et al, 1997)

$$k_h = 0.74z \left(\frac{z}{2}\right)^{0.25}$$

Donde:

$k_h$ : Coeficiente de aceleración sísmica horizontal.

$z$ : Factor sísmico de zona

$$PIR = k_h(W_w + W_s)$$

Donde:

$PIR$ : Fuerza de inercia horizontal debido a la carga sísmica (kN)

$W_w$ : Peso del muro

$W_s$ : Peso del suelo retenido

$$PAE = \frac{1}{2} K_{ae} \gamma' H^2$$

Donde:

$PAE$ : Fuerza horizontal dinámica del suelo (kN)

$K_{ae}$ : Coeficiente sísmico de presión activa

$$E = \text{mayor entre } \begin{cases} PAE + 0.5PIR \\ 0.5PAE + PIR \end{cases}$$

Donde:

$E$ : Fuerza sísmica horizontal (kN)

#### 4. Combinación de cargas

Presión activa		Carga viva		Sismo	
Ka	0,49	S	2	kh	0,174
Pa	10,47	h'	0,12	Kae	1,2
		Ph	1,57	PIR	2,69
				PAE	25,62
				E	26,96
Combinación más crítica		1.2D+1.0L+1.0E		41,1 kN	

#### 5. Momento último

$$y = \frac{H^2 + 3Hh'}{3(H + 2h')}$$

Donde:

$y$ : Brazo de palanca de la fuerza resultante con respecto a la base del muro (m)

Brazo de palanca	y [m]	0,57
Momento último	Mu [Kg.m]	2379,80

## 6. Refuerzo principal

Para el diseño de refuerzo se consideró una sección rectangular de ancho unitario (b=1m).

Peralte, d [cm]	14,00
$Mu/(\phi bd^2)$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	13,5
$Mu/(\phi bd^2)$ [psi]	195,67
Cuantía del gráfico (Fig 2.6.)	0,0032
Cuantía mínima	0,0025
Cuantía adoptada	0,0032
Área requerida de acero, As [cm <sup>2</sup> /m]	4,48
Diámetro de varilla, db [cm]	1,2
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,13
Espaciado máximo entre varillas, s [cm]	25,24

## 7. Acero por retracción y temperatura

Cuantía mínima	0,0025
As requerida, As [cm <sup>2</sup> /m]	3,5
Diámetro de varilla, db [cm]	1
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	0,785
Espaciado máximo entre varillas, s [cm]	22,4



## Apéndice C: Procedimiento de diseño y resultados de losa de fondo para piscinas.

La losa tiene un espesor de 15 cm. Para su diseño se consideró un paño de área de 4m x 4m.

### 1. Estimación de cargas

#### 1.1. Carga permanente

Agua		
Profundidad máxima	d [m]	1,2
Peso del agua [kN/m <sup>2</sup> ]		11,77

#### 1.2. Peso propio

Hormigón	
Peso de losa [kN/m <sup>2</sup> ]	3,51

#### 1.3. Carga viva

WL [kN/m <sup>2</sup> ]	0,2
-------------------------	-----

## 2. Refuerzo principal

### 2.1. Combinación de carga crítica

$$W_u = 1.2W_D + 1.6W_L$$

Donde:

$W_u$ : Carga distribuida en una dirección de la losa  $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

$W_D$ : Carga muerta = Carga permanente + Peso propio  $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

$W_L$ : Carga viva  $\left(\frac{kN}{m^2}\right)$

### 2.2. Momentos de diseño por el método de los coeficientes

$$M_u = CW_uL^2$$

Donde:

$M_u$ : Momento último en una dirección de la losa (kN.m)

$C$ : Coeficiente obtenido de la Tabla 12.4

$L$ : Longitud del paño en una dirección (m)

**TABLA 12.4**

**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas\***

$$M_{a,posit,dl} = C_{a,dl} w l_b^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,posit,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
$l_b$									
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036 $C_{b,dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040 $C_{b,dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045 $C_{b,dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050 $C_{b,dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056 $C_{b,dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061 $C_{b,dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068 $C_{b,dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074 $C_{b,dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081 $C_{b,dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088 $C_{b,dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095 $C_{b,dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

\* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Se asume que todos los bordes del paño son continuos, por lo que el coeficiente corresponde al del caso 1.

	Dirección X	Dirección Y
Carga distribuida, Wu [kN/m <sup>2</sup> ]	18,66	18,66
Coefficiente, C	0,036	0,036
Longitud del paño, L [m]	4	4
Momento último, Mu [kN.m]	10,747	10,747
Mu [Kg.m]	1095,54	1095,54

$Mu/\phi bd$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	11,04	11,04
$Mu/\phi bd$ [psi]	160,14	160,14

### 2.3. Selección de varilla

Diámetro de varilla, db [cm]	1
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	0,79
Peralte, d [cm]	10,5

	<b>Dirección X</b>	<b>Dirección Y</b>
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0036	0,0036
Área de acero [cm <sup>2</sup> ]	3,78	3,78
Área de acero mínima [cm <sup>2</sup> ]	2,7	2,7
Área de acero adoptada, As [cm <sup>2</sup> ]	3,78	3,78
Espaciado máximo de varillas [cm]	20,78	20,78

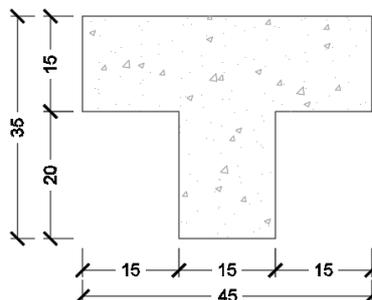
**Apéndice D: Procedimiento de diseño y resultados de viga T principal para la concha acústica.**

1. Momentos de diseño

Momentos de diseño	
Mu	[kg.m]
Negativo	2690
Positivo en la base	5500

2. Dimensionamiento de la viga T

DIMENSIONES DE T	
Altura, h [cm]	35
Ancho superior, b [cm]	45
Ancho inferior, bw [cm]	15
Espesor superior, hf [cm]	15
Peralte, d [cm]	30



3. Cálculo de acero positivo

3.1. Área de compresión

$$z = \text{mayor entre} \left\{ \begin{array}{l} 0.9d \\ d - \frac{hf}{2} \end{array} \right.$$

Donde:

*z*: Brazo de palanca [cm]

*d*: Peralte de viga [cm]

*hf*: Espesor del ala [cm]

$$A_s = \frac{M_u}{f_y z}$$

Donde:

$A_s$ : Área de acero requerida [ $cm^2$ ]

$M_u$ : Momento último [ $kg \cdot cm$ ]

$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero [ $kg/cm^2$ ]

$$A_c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c}$$

Donde:

$A_c$ : Área de compresión [ $cm^2$ ]

$f'_c$ : Resistencia del hormigón [ $kg/cm^2$ ]

$$a = \frac{A_c}{b}$$

Donde:

$a$ : Altura del bloque de compresión [ $cm$ ]

$b$ : Ancho del ala [ $cm$ ]

$$z = d - \frac{a}{2}$$

A partir de “z”, se realizan iteraciones hasta que el valor obtenido en “a” se mantenga entre dos ciclos. El área requerida será el  $A_s$  calculado en la última iteración.

Resultados de la 3ra iteración	
a [cm]	1,76
$A_s$ [cm]	4,5

### 3.2. Revisión de cuantía

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Diámetro de varilla, db [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [ $cm^2$ ]	2,01
Número de varillas	2,24

Número de varillas	4
As real [cm <sup>2</sup> ]	8,04
Peralte, d [cm]	28,15
Cuantía, $\rho$	0,0063

### 3.3. Momento nominal positivo

$$\omega = \rho \left( \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

Donde:

$\omega$ : Cuantía geométrica de la sección

$$M_n = 0.9bd^2 f'_c \omega (1 - 0.59\omega)$$

Donde:

$M_n$ : Momento nominal [kg.cm]

w	0,095
Mn [Kg.cm]	807691,69
Mn [Kg.m]	8076,92

## 4. Cálculo de acero negativo

### 4.1. Área de compresión

Se da un valor inicial a "a" para las iteraciones descritas en el paso 3.1.

Resultados de la 3ra iteración	
a [cm]	2,96
As [cm]	2,50

### 4.2. Revisión de cuantía

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Diámetro de varilla, db [cm]	1,6
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Número de varillas	1,24

Número de varillas	4
As real [cm <sup>2</sup> ]	8,04
Peralte, d [cm]	30,2
Cuantía, $\rho$	0,0060

#### 4.3. Momento nominal negativo

w	0,089
Mn [Kg.cm]	966680,94
Mn [Kg.m]	9666,81

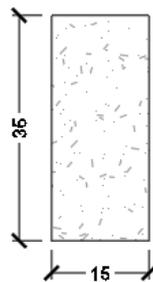
## Apéndice E: Procedimiento de diseño y resultados de viga secundaria para la concha acústica.

### 1. Momentos de diseño

Momentos de diseño	
Mu	[kg.m]
Negativo	2250
Positivo	4607

### 2. Dimensionamiento de la viga secundaria

DIMENSIONES	
Altura, h [cm]	35
Ancho, b [cm]	15
Peralte, d [cm]	30



### 3. Cálculo de acero positivo

#### 3.1. Área de compresión

Se da un valor inicial a "a" para las iteraciones descritas en el paso 3.1.

Resultados de la 3ra iteración	
a [cm]	1,47
As [cm]	3,75

#### 3.2. Revisión de cuantía

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Diámetro de varilla, db [cm]	1,4
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,54
Número de varillas	2,43
Número de varillas	4
As real [cm <sup>2</sup> ]	6,16

Peralte, d [cm]	28,35
Cuantía, $\rho$	0,0145

### 3.3. Momento nominal positivo

w	0,217
Mn [Kg.cm]	575300,29
Mn [Kg.m]	5753,00

## 4. Cálculo de acero negativo

### 4.1. Área de compresión

Se da un valor inicial a "a" para las iteraciones descritas en el paso 3.1.

<b>Resultados de la 3ra iteración</b>	
a [cm]	2,45
As [cm]	2,07

### 4.2. Revisión de cuantía

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Diámetro de varilla, db [cm]	1,4
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,54
Número de varillas	1,34

Número de varillas	2
As real [cm <sup>2</sup> ]	3,08
Peralte, d [cm]	30,3
Cuantía, $\rho$	0,007

### 4.3. Momento nominal positivo

w	0,102
Mn [Kg.cm]	331483,24
Mn [Kg.m]	3314,83

## Apéndice F: Procedimiento de diseño y resultados de losa tipo cascarón para la concha acústica.

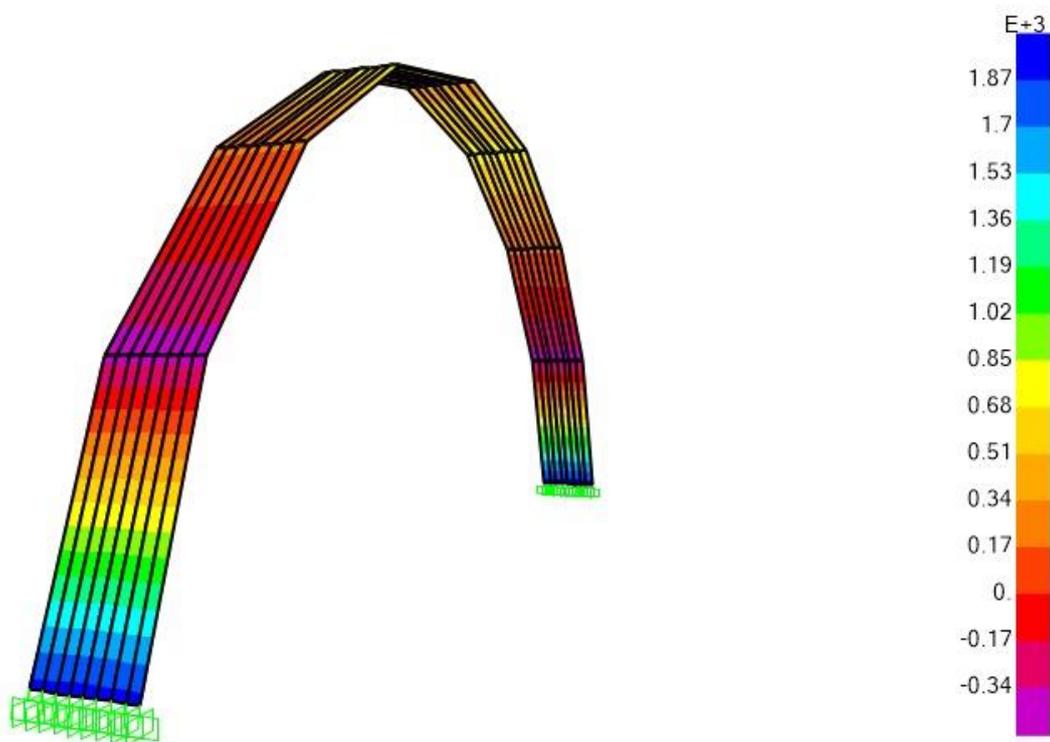
### a) Dirección X

#### 1. Modelamiento SAP2000

En la figura se muestra el modelo creado en SAP, de tipo "shell" que simula una franja de 1 metro de la losa cascarón.

#### 1.1. Momentos de envolvente

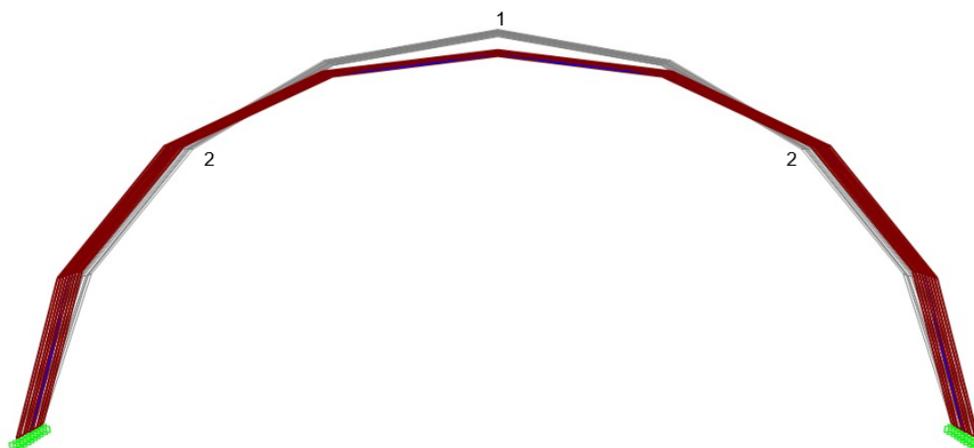
A través de una escala de colores, se pueden observar los momentos de la envolvente en kg.m.



Además, el programa proporciona la deformada de la sección, con sus respectivos desplazamientos.

#### 1.2. Deformaciones

En la figura como en la tabla se muestran las deformaciones que se producirán en la estructura ante la imposición de las cargas definidas. Los puntos 1 y 2 son los que presentan mayores desplazamientos traslacionales y rotacionales.



<b>DESPLAZAMIENTOS</b>			
Eje local		1	2
Traslaciones [m]	X	0	0
	y	0	0,007
	z	0,007	0,005
Rotaciones [rad]	x	0	0,0002
	y	0	0
	z	0	0

### 1.3. Reacciones

Con el programa también se pueden obtener las reacciones que actúan sobre la cimentación a ambos lados del arco. Como es una estructura simétrica, los resultados son iguales para ambos lados. Cabe mencionar que como se trata de un elemento de área, el programa da reacciones para cada sub-nodo ubicado en la base, de los cuales se tienen 9 como se muestra en la tabla. Todo este conjunto es el encargado de transmitir las cargas al suelo.

Tipo de reacción	Fuerzas			Momentos		
Nodos de la base	X	Y	Z	X	Y	Z
	Kg	Kg	Kg	kg.m	kg.m	kg.m
1	1510,11	224,9	679,61	11,92	133,98	365,84
2	-6,16	386,97	884,54	23,87	4,42	15,86
3	8,56	421,29	1199,7	24,14	5,02	-3,45
4	13,46	446,31	967,09	24,47	3,1	4,93
5	7,98E-09	3985,61	4018,36	546,24	5,922E-10	3,835E-09
6	31,32	446,31	967,09	24,47	3,5	2,31
7	54,45	421,29	1199,7	24,14	8,62	4,38
8	22,97	386,97	884,54	23,87	-3,04	1,92
9	-1142,67	224,9	679,61	11,92	8,48	28,28

2. Momentos de diseño a partir de los resultados del SAP 2000.

Momentos de diseño	
Mu	[kg.m]
Negativo	2500
Positivo	3000

3. Dimensionamiento

DIMENSIONES	
Espesor de la cáscara, e [cm]	15
Peralte, d [cm]	10,2
Ancho de diseño, b [cm]	100

4. Diseño de acero positivo

Mu/φbd [Kg/cm <sup>2</sup> ]	11,04
Mu/φbd [psi]	160,14
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0082
Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, ρ	0,0082

$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	8,36
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Espaciado entre varillas, $S$ [cm]	24,04

## 5. Diseño de acero negativo

$M_u/\phi b d$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	26,70
$M_u/\phi b d$ [psi]	379,75
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0068
Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, $\rho$	0,0068

$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	6,94
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Espaciado entre varillas, $S$ [cm]	28,99

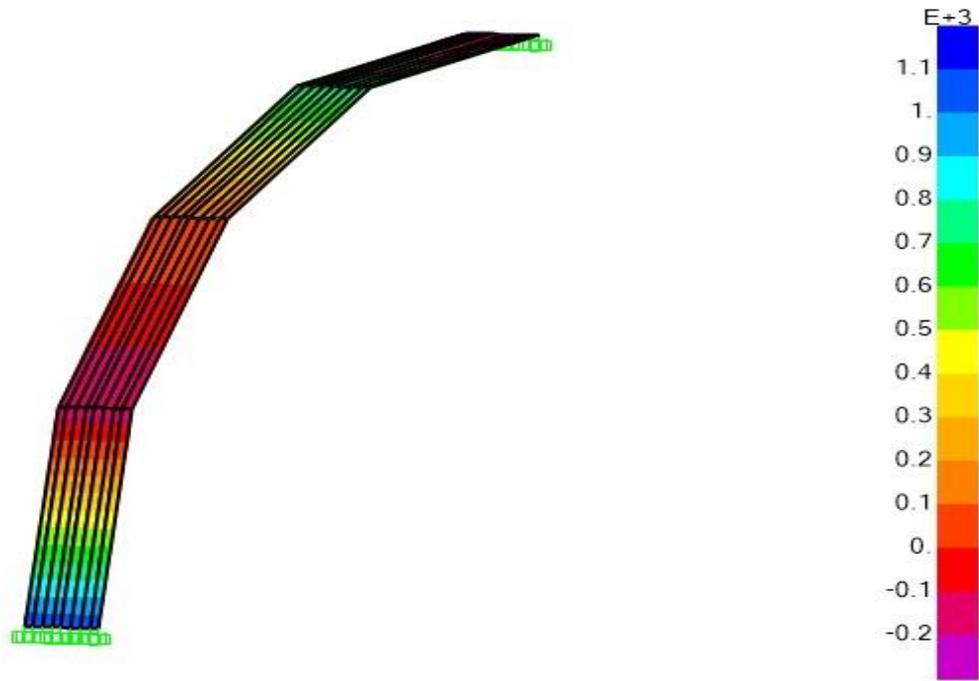
### b) Dirección Y

#### 1. Modelamiento SAP2000

En la figura se muestra el modelo creado en SAP, de tipo "shell" que simula una franja de 1 metro de la losa cascarón en dirección Y.

##### a. Momentos de envolvente

A través de una escala de colores, se pueden observar los momentos de la envolvente en kg.m.



2. Momentos de diseño a partir de los resultados del SAP 2000.

Momentos de diseño	
Mu	[kg.m]
Negativo	1880
Positivo	1800

3. Dimensionamiento

DIMENSIONES	
Espesor de la cáscara, e [cm]	15
Peralte, d [cm]	10
Ancho de diseño, b [cm]	100

4. Diseño de acero positivo

$Mu/\phi bd$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	20,89
$Mu/\phi bd$ [psi]	297,11
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,002
Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, $\rho$	0,0052

$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	5,20
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Espaciado entre varillas, $S$ [cm]	38,67

### 5. Diseño de acero negativo

$M_u/\phi b d$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	20,00
$M_u/\phi b d$ [psi]	284,47
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0051
Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, $\rho$	0,0051

$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	5,10
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Espaciado entre varillas, $S$ [cm]	39,40

### 6. Diseño de acero en voladizo

#### a. Estimación de cargas

Carga muerta, $D$ [kg/m]	540
Carga viva, $L$ [kg/m]	200
Carga mayorada $U$ [kg/m]	1104
Momento último, $M_u$ [kg.m/m]	828

#### b. Cálculo del acero

$M_u/\phi b d$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	9,20
$M_u/\phi b d$ [psi]	130,85
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0022

Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, $\rho$	0,0033

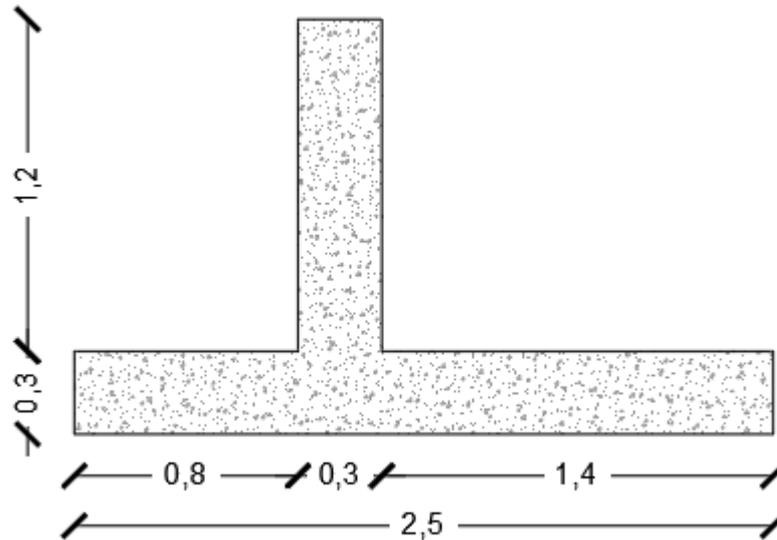
$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	3,30
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,01
Espaciado entre varillas, $S$ [cm]	60,93

## Apéndice G: Procedimiento de diseño y resultados de cimentaciones para la concha acústica.

### 1. Dimensionamiento de zapata continua



### 2. Estimación de cargas

#### 2.1. Carga axial y carga equivalente

Carga axial, $Q_A$ [kN/m]	99,08
Momento aplicado en la base, $M_b$ [kN.m/m]	56,90
Excentricidad, $e$ [m]	0,57
Carga equivalente, $Q_E$ [kN/m]	99,08
Carga neta, $Q$ [kN/m]	198,16

$$e = \frac{M_b}{Q_A}$$

#### 2.2. Peso propio de cimentación

Peso hormigón, [kN/m <sup>3</sup> ]	24
Altura [m]	1,20
Ancho [m]	2,50
Peso propio, $PP$ [kN/m]	72

#### 2.3. Capacidad de carga del suelo

$$q = \frac{PP + QA}{b}$$

Donde:

$q$  : Esfuerzo de contacto del suelo (kPa)

$B$  : Ancho de la cimentación (m)

$$FS = \frac{q_u}{q}$$

Donde:

$FS$  : Factor de seguridad por capacidad de carga

$q_u$  : Capacidad de carga última del suelo (kPa)

Esfuerzo de contacto, $q$ [kPa]	68,4
Capacidad de carga última, $q_u$ [kPa]	200
Factor de seguridad, FS	2,92

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{Q}{BL} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

Donde:

$q_{m\acute{a}x}$ : Esfuerzo máximo producido sobre la base [kPa]

$L$ : Longitud de la zapata corrida [m]

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{Q}{BL} \left( 1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Donde:

$q_{m\acute{i}n}$ : Esfuerzo mínimo producido sobre la base [kPa]

$L$ : Longitud de la zapata corrida [m]

Presión en la base de la cimentación	
Carga neta, $Q$ [kN/m]	198,16
$q_{m\acute{a}x}$	81,71
$q_{m\acute{i}n}$	76,82
Factor de seguridad, FS	2,45

### 3. Diseño por cortante

$$d = \frac{1500Q_A(B - c)}{500\phi\sqrt{f'_c} + 3Q_A}$$

Donde:

$d$ : Peralte efectivo para resistir cortante (mm)

$Q_A$ : Carga axial  $\left(\frac{kN}{m}\right)$

$B$ : Ancho de la cimentación (mm)

$c$ : Ancho del muro (mm)

$\phi$ : Factor de resistencia = 0,85

$f'_c$ : Resistencia del hormigón, (MPa)

c [mm]	150
B [mm]	2500
f'c [Mpa]	28
d [mm]	124,23
Recubrimiento [mm]	50
Altura mínima [mm]	174,23
Altura adoptada [mm]	300,00

#### 4. Diseño a flexión

$$M_u = \frac{(Q_A)l^2}{2B} + \frac{2(M_b)l}{B}$$

Donde:

$M_u$ : Momento último de diseño  $\left(kN \cdot \frac{m}{m}\right)$

$l$ : longitud de pie de zapata (mm)  $= \frac{B - c}{2}$

$B$ : Ancho de la cimentación (mm)

$M_b$ : Momento aplicado en la base  $\left(kN \cdot \frac{m}{m}\right)$

f'c [MPa]	28
l [mm]	1425
Mu [kN.m/m]	145,34

#### 5. Cálculo de acero principal

$$A_s = \left(\frac{f'_c b}{1.176 f_y}\right) \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{2.353 M_u}{\phi f'_c b}}\right)$$

Donde:

$A_s$ : Área requerida de acero ( $mm^2/m$ )

$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero (MPa)

Área requerida de acero, $A_s$ [ $cm^2/m$ ]	18,92
Diámetro de varilla, $db$ [cm]	1,6
Área de acero, $A_{db}$ [ $cm^2$ ]	2,01
Espaciamiento entre varillas, $S$ [cm]	10,63
Separación óptima [cm]	10

## 6. Retracción y temperatura

$$A_s = \rho b d$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

Cuantía por retracción y temperatura	0,002
Diámetro de varilla, $db$ [cm]	1,2
Área de varilla, $db$ [ $cm^2$ ]	1,13
Área requerida de acero, $A_s$ [ $cm^2/m$ ]	6,00
Espaciamiento entre varillas, $S$ [cm]	20,00

## 7. Diseño de riostra a tracción

### 7.1. Carga obtenida del SAP

Fuerza a tensión, $T_u$ [Kg]	900
------------------------------	-----

### 7.2. Cálculo de acero

$$A_s = \frac{T_u}{f_y}$$

Donde:

$A_s$ : Área requerida de acero ( $\frac{cm^2}{m}$ )

$T_u$ : Fuerza a tensión (kg)

$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero ( $kg/cm^2$ )

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Área requerida de acero, $A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	0,214
Diámetro de varilla, $d_b$ [cm]	1,6
Área de varilla, $A_{db}$ [cm <sup>2</sup> ]	2,011
Número de varillas	0,11

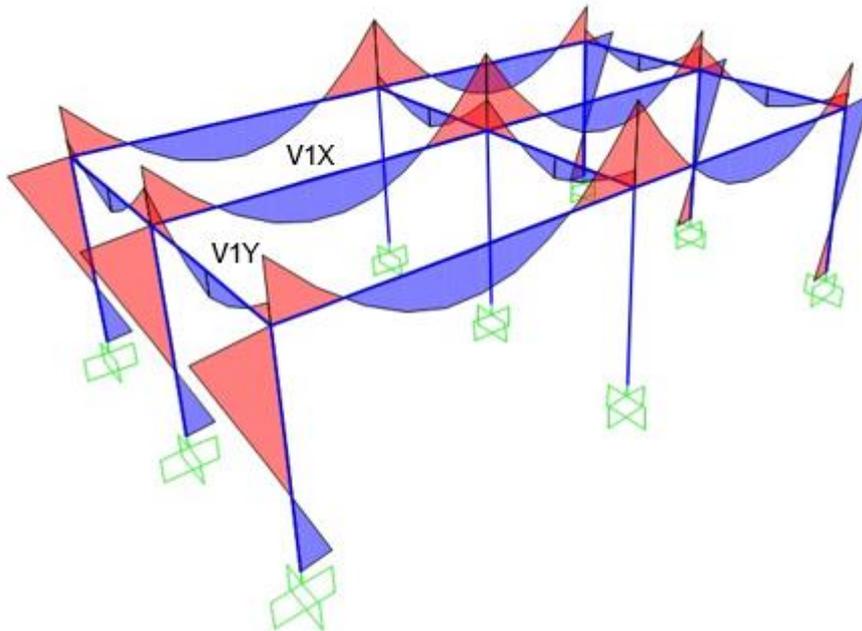
## Apéndice H: Procedimiento de diseño y resultados para estructuras complementarias

### 1. Modelamiento en SAP2000

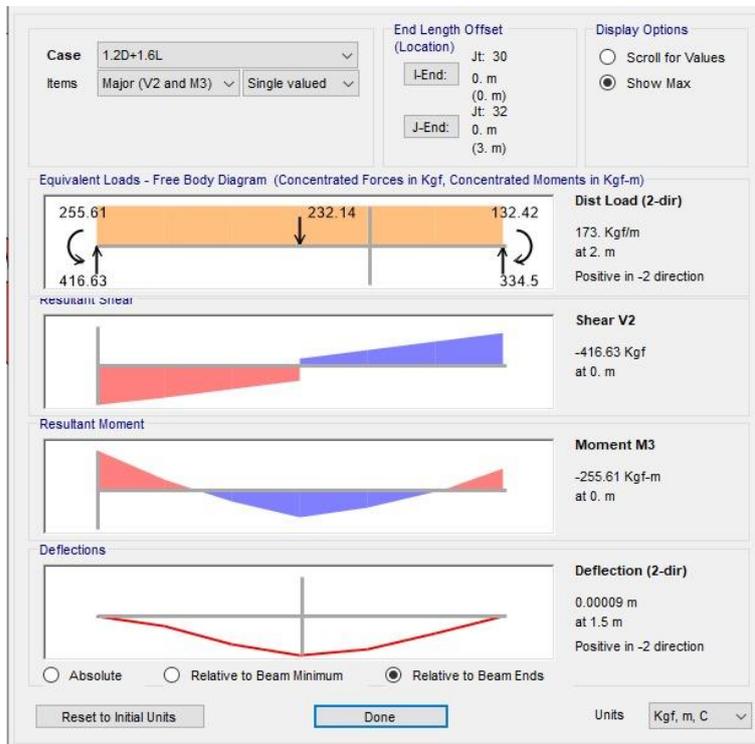
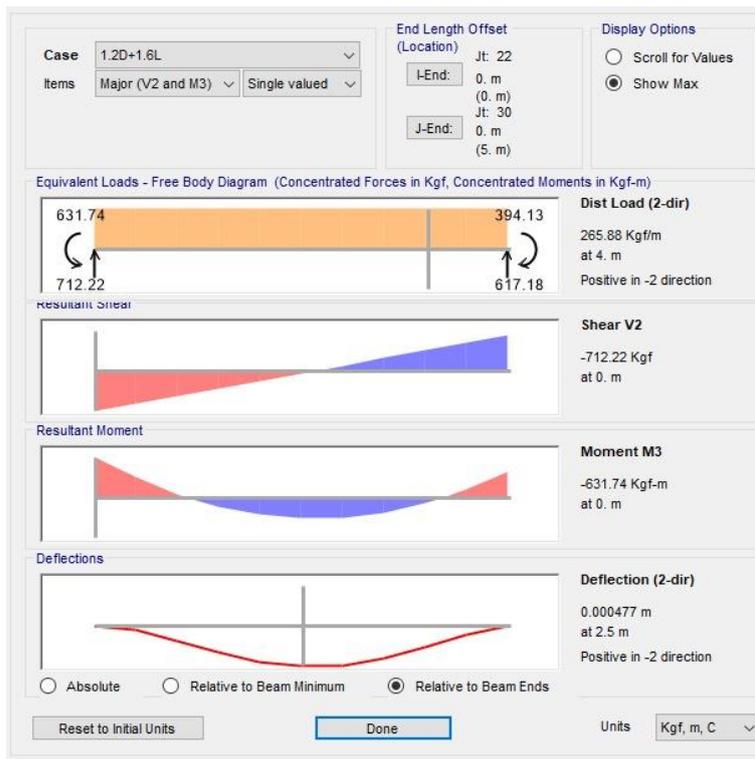
Se modelaron las estructuras para obtener:

- Momentos de diseño en vigas
- Cargas axiales para diseño de columnas
- Reacciones en los apoyos para cimentaciones

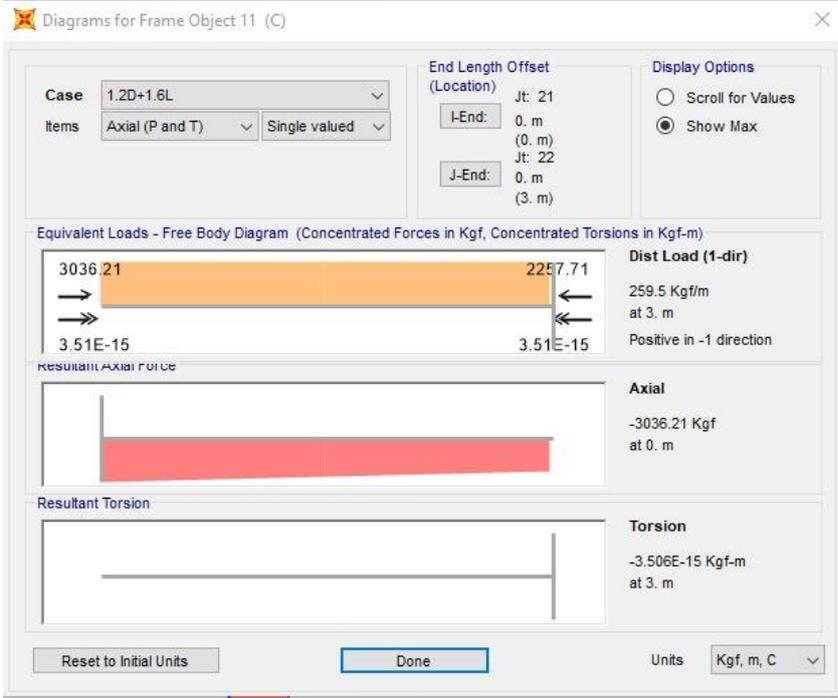
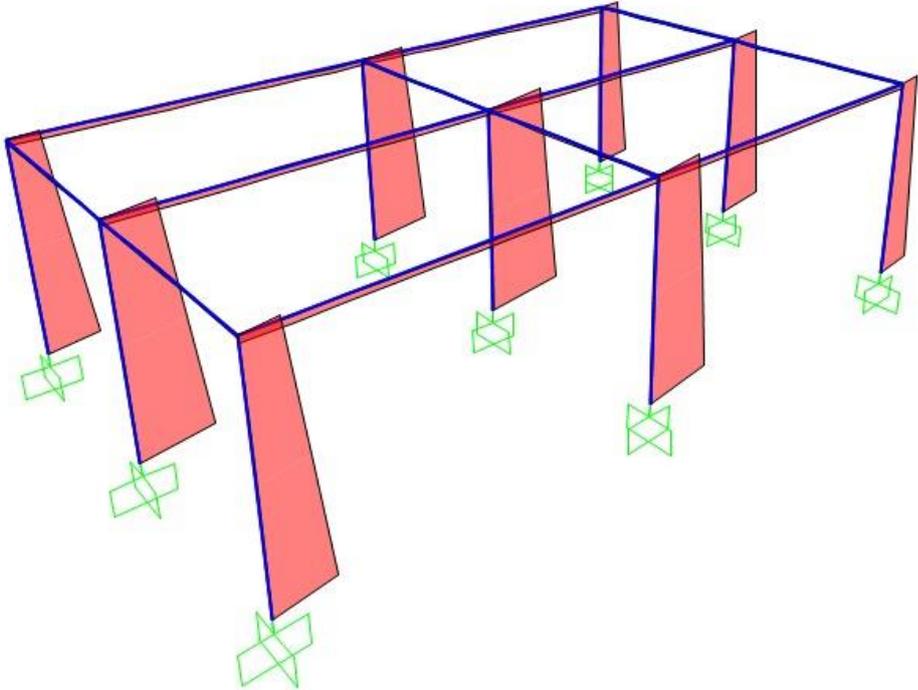
#### a) Vestidores y restaurante en el área de piscinas



Se muestran los momentos en las dos vigas señaladas, V1X y V1Y respectivamente, considerando la combinación de carga más crítica.

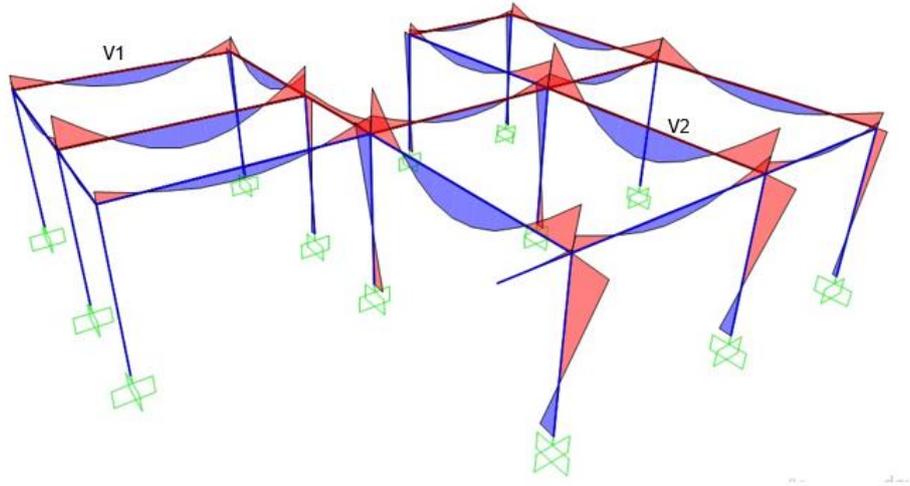


Con el análisis de cargas axiales en toda la estructura se hizo el diseño de las columnas, escogiendo la central como la más cargada. El diagrama se muestra a continuación.

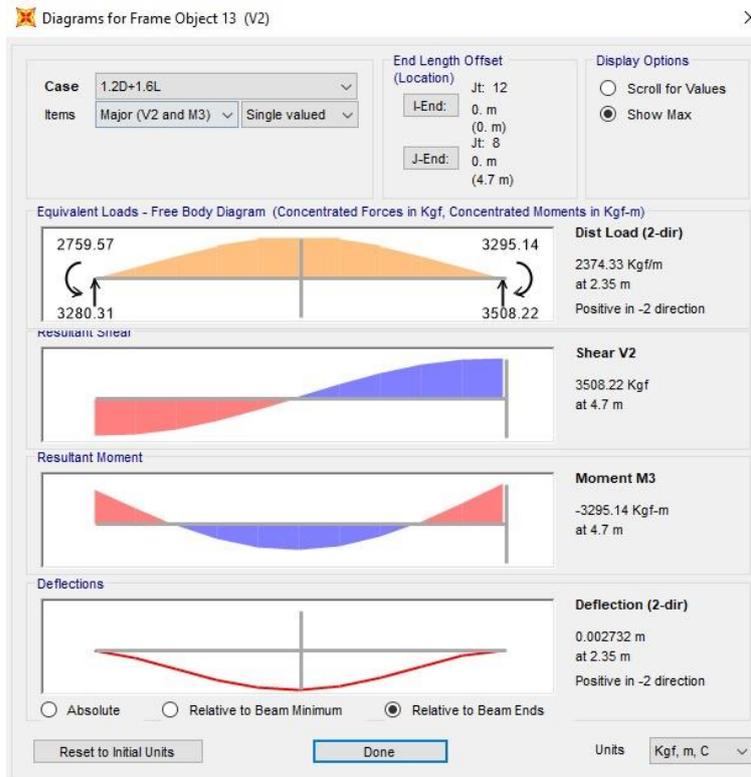
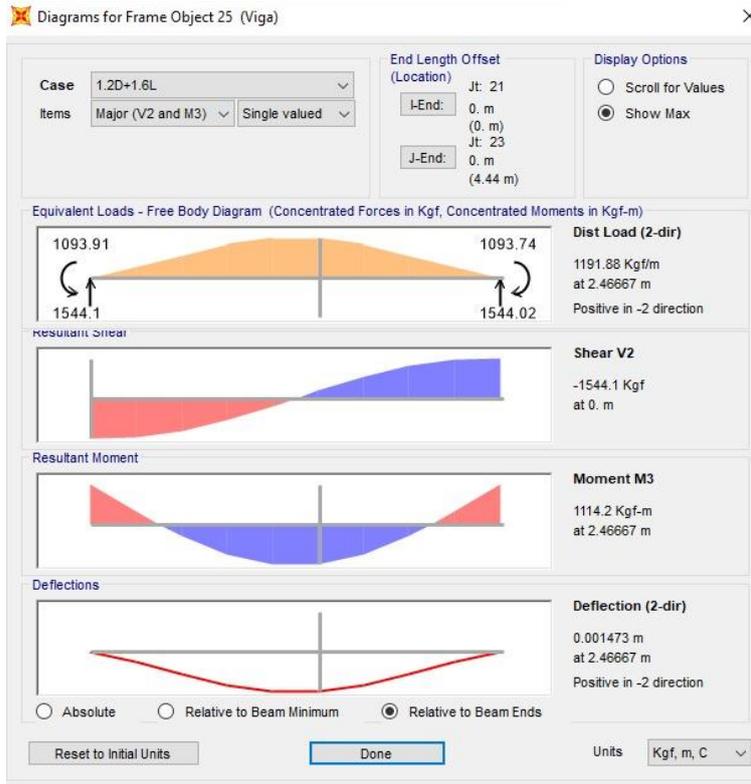


b) Estructuras complementarias de concha acústica

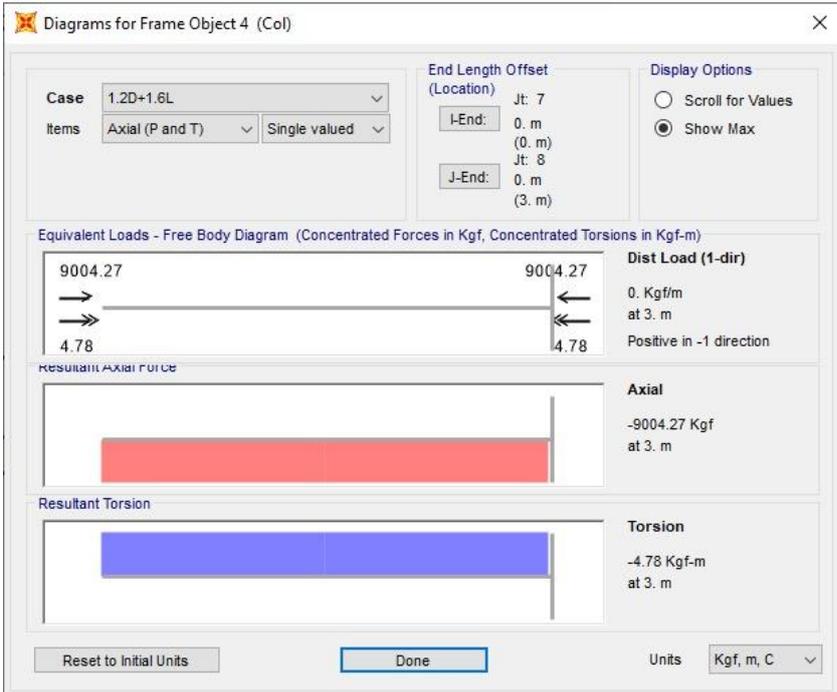
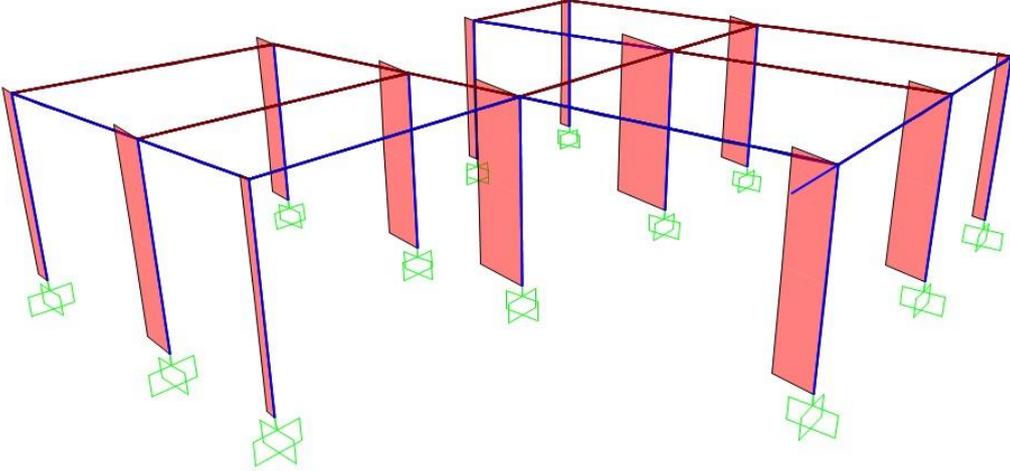
Se modeló la región correspondiente a los baños de mujeres, los vestidores y el hall, a fin de obtener las fuerzas y momentos que deben resistir los elementos estructurales.



Se tienen los momentos resultantes en los elementos de diseño, que corresponden a las vigas señaladas en el diagrama anterior como V1 y V2 respectivamente.



Con el análisis de cargas axiales en toda la estructura se hizo el diseño de las columnas, escogiendo la central como la más cargada. El diagrama se muestra a continuación.



## 2. Diseño de viga principal V1 para vestidores en el área de piscinas

### 2.1. Momentos de diseño

Momentos de diseño	
Mu	[kg.m]
Negativo	631,74
Positivo	317,94

### 2.2. Dimensionamiento de la viga secundaria

DIMENSIONES	
Altura, h [cm]	30
Ancho, b [cm]	20
Peralte, d [cm]	25

### 2.3. Cálculo de acero negativo

Mu/φbd [Kg/cm <sup>2</sup> ]	5,48
Mu/φbd [psi]	77,99
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,0010
Cuantía mínima	0,0033
Cuantía adoptada, ρ	0,0033

$$A_s = \rho b d$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

Área requerida de acero, As [cm <sup>2</sup> /m]	1,01
Diámetro de varilla, db [cm]	1,2
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,13
Número de varillas	0,89

Como el momento positivo es menor que el negativo, se opta por la cuantía mínima para el acero positivo.

Así mismo para las vigas en la otra dirección, se toma la cuantía mínima para el diseño del acero.

## 2.4. Momento nominal

$$\omega = \rho \left( \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

Donde:

$\omega$ : Cuantía geométrica de la sección

$$M_n = 0.9bd^2f'_c\omega(1 - 0.59\omega)$$

Donde:

$M_n$ : Momento nominal [kg.cm]

Número de varillas	2
As real [cm <sup>2</sup> ]	2,26
Peralte, d [cm]	25,2
Cuantía, $\rho$	0,0045

w	0,067
Mn [Kg.m]	2086,16

## 3. Diseño de columna para vestidores del área de piscinas

### 3.1. Dimensionamiento

Según la NEC 2015, las dimensiones mínimas para diseño sismo-resistente son de 30cmx30cm para columnas y la altura está en función de la arquitectura.

DIMENSIONES	
Altura, h [cm]	30
Ancho, b [cm]	30

### 3.2. Dosificación de acero

Se escogió la cuantía mínima para dosificar el acero, según lo indicado en la NEC.

$$A_s = \rho bh$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{ab}}$$

Cuantía mínima	0,01
Cuantía máxima	0,03
Cuantía adoptada	0,01
Diámetro de varilla, db [cm]	1,2
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,13
Área requerida, As [cm <sup>2</sup> ]	9
Número de varillas	7,96

### 3.3. Revisión de cuantía

Número de varillas	8
As real [cm <sup>2</sup> ]	9,05
Cuantía, ρ	0,0101

### 3.4. Confinamiento

La longitud de confinamiento indica la región en la cual se deben colocar los estribos con una separación mínima entre ellos, es decir 100 mm. Esta longitud se mide desde la base de la columna.

$$l_o = \text{mayor entre } \begin{cases} h \\ h_n/6 \\ 450 \text{ mm} \end{cases}$$

Donde:

$l_o$ : Longitud de confinamiento (mm)

$h_n$ : Altura de entrepiso (mm)

En la región central de la columna se deben colocar los estribos con la separación "S" calculada en 3.5.

### 3.5. Separación de estribos

$$S = \text{menor entre } \begin{cases} 100 \text{ mm} \\ 6db \end{cases}$$

Donde:

$S$ : Separación de estribos (mm)

#### 4. Diseño de zapata aislada para vestidores del área de piscinas

##### 4.1. Cargas

Cargas aplicadas	
Carga axial, QA [kN]	32,37
Carga por peso propio, PP [kN]	13,56

##### 4.2. Capacidad de carga del suelo

$$q = \frac{PP + QA}{A}$$

Donde:

$q$  : Esfuerzo de contacto del suelo (kPa)

$A$  : Ancho de contacto de la cimentación (m<sup>2</sup>)

Esfuerzo de contacto, q [kPa]	80,00
Área requerida de zapata, A [m <sup>2</sup> ]	0,57
Lado de zapata cuadrada [m]	0,76
Dimensiones adoptadas, b [m]	0,80

##### 4.3. Diseño de acero

$$M_u = \frac{(Q_A)l^2}{2B} + \frac{2(M_b)l}{B}$$

Donde:

$M_u$ : Momento último de diseño (kN.m)

$l$ : longitud de pie de zapata (mm) =  $\frac{B - c}{2}$

$B$ : Ancho de la cimentación (mm)

$M_b$ : Momento aplicado en la base (kN.m)

$f'_c$ [MPa]	28
$l$ [mm]	250
$M_u$ [kN.m]	2,012

$$A_s = \left( \frac{f'_c b}{1.176 f_y} \right) \left( d - \sqrt{d^2 - \frac{2.353 M_u}{\phi f'_c b}} \right)$$

Donde:

$A_s$ : Área requerida de acero ( $mm^2$ )

$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero (MPa)

Área requerida de acero, $A_s$ [ $cm^2$ ]	0,24
Diámetro de varilla, $db$ [cm]	1,2
Área de acero, $A_{db}$ [ $cm^2$ ]	1,13
Número de varillas	0,21

#### 4.4. Revisión por cuantía

$$A_s = \rho b d$$

$$\text{Número de varillas} = \frac{A_s}{A_{db}}$$

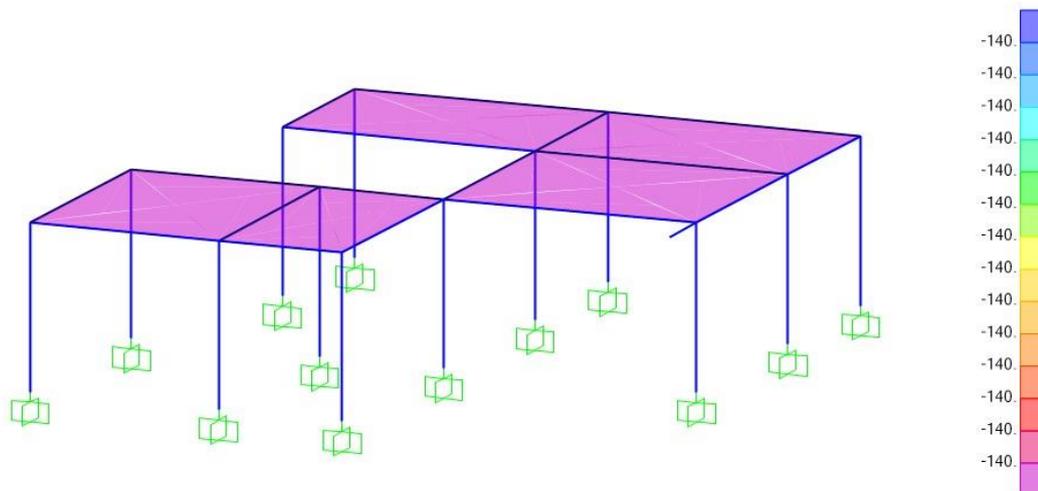
Peralte, $d$ [cm]	25
Cuantía mínima	0,0200
Área requerida, $A_s$ [ $cm^2$ ]	3,84
Número de varillas	3,4

### 5. Diseño de losa para estructuras complementarias del área de concha acústica

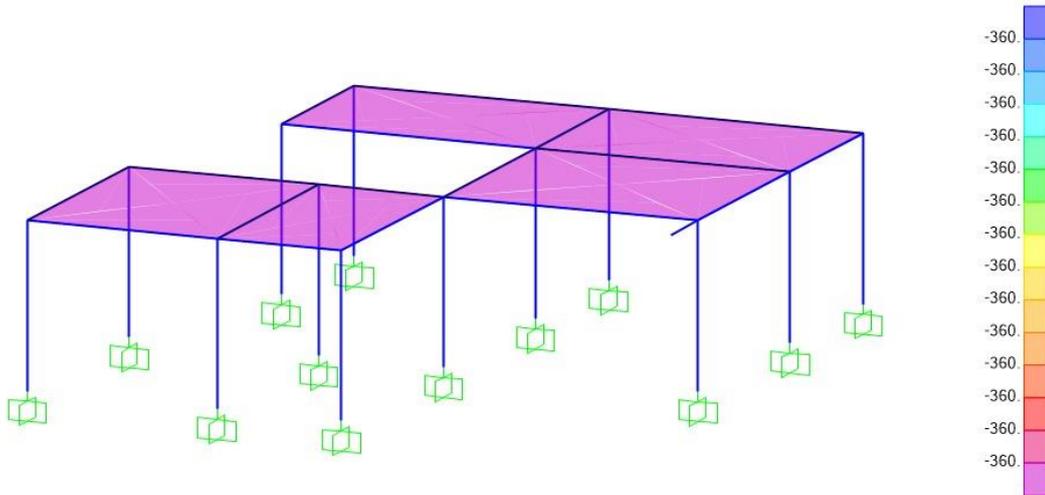
Espesor de losa = 15 cm

#### 5.1. Cargas

- Carga viva en la losa, en  $kg/m^2$ .



- Carga muerta en la losa, en kg/m<sup>2</sup>.



## 5.2. Diseño de acero

Mu [kg.m]	315
Mu/φbd [Kg/cm <sup>2</sup> ]	3,50
Mu/φbd [psi]	49,80
Cuantía requerida (del gráfico de la figura 2.6)	0,001
Cuantía mínima	0,002
Cuantía adoptada, ρ	0,002

$$A_s = \rho bd$$

$$S = \frac{A_{db}}{A_s}$$

$$S_{m\acute{a}x} = \text{menor entre } \begin{cases} 2h \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$$

Área requerida de acero, As [cm <sup>2</sup> /m]	2,00
Diámetro de varilla, db [cm]	1,2
Área de varilla, Adb [cm <sup>2</sup> ]	1,13
Espaciado entre varillas, S [cm]	56,55
Separación máxima, Smáx, [cm]	30
Separación adoptada [cm]	30

Para retracción y temperatura usar el acero mínimo igual que en Apéndice B, sección 5.

## Apéndice I: Procedimiento de diseño y resultado de la red de agua potable

### 1. Obtención de caudales, presiones y diámetros para cada pieza sanitaria

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Tabla 16.1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo (NEC 2011 NHE)

### 2. Obtención de los caudales de diseño

Consideraciones:

- Factor de amplificación para sitios de acceso público: 1.67
- Factores de simultaneidad en función del número de salidas.

### 3. Revisión de velocidad

- Debe ser mayor que 0.6 m/s y menor que 2.5 m/s.

$$V = \frac{Q}{A_i}$$

Donde:

$V$ : Velocidad  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$Q$ : Caudal de diseño  $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

$A_i$ : Área interna de tubería ( $m^2$ )

#### 4. Estimación de pérdidas

##### a. Pérdidas por velocidad

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

$h_v$ : Pérdida por velocidad (mca)

$g$ : Aceleración de gravedad =  $9.81 \frac{m}{s^2}$

##### b. Pérdidas por fricción

$$J = j * L_T$$

Donde:

$J$ : Pérdida por fricción (mca)

$j$ : Pérdida unitaria de fricción  $\left(\frac{mca}{m}\right)$

$L_T$ : Longitud de tubería (m)

$$j = 4C \left( \frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

Donde:

$D$ : diámetro interno (mm)

$C$ : Coeficiente de fricción

$$L_T: L_h + L_v + L_e$$

Donde:

$L_h$ : Longitud horizontal (m)

$L_v$ : Longitud vertical (m)

$L_e$ : Longitud equivalente (m)

$$L_e = \left( A \times \left( \frac{D}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left( \frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Donde:

$A, B$ : Factores que dependen del tipo de accesorio, según tabla 16.4.

*D*: diámetro interno (mm)

*C*: Coeficiente según material de tubería (acero: 120, plástico: 150)

**Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes**

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

5. Presión requerida al inicio del tramo

$$P_i = P_{i-1} + h_{vi} + J + L_v$$

Donde:

*P<sub>i</sub>*: Presión en el tramo de análisis (mca)

*P<sub>i-1</sub>*: Presión en el tramo anterior (mca)

6. Resultados

RESTAURANTE							
Tramo	Caudal, Q [l/s]	K	Caudal de diseño [l/s]	Diámetro nominal, Ønom [pulg]	Diámetro interno, Øint [mm]	Velocidad, V [m/s]	Pérdidas por velocidad, hv [mca]
A							
A-B	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
D							
D-B	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
B-C	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
E							
E-C	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
C-C'	0,60	0,50	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164

RESTAURANTE (cont.)								
Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
A								5,00
A-B	6,700	1,200	0,446	8,346	0,0001	0,269	2,247	8,65
D								5,00
D-B	1,230	1,200	0,556	2,986	0,0001	0,269	0,804	7,21
B-C	1,620	0,000	0,835	2,455	0,0001	0,100	0,246	9,00
E								7,00
E-C	0,660	0,600	0,446	1,706	0,0001	0,269	0,459	8,27
C-C'	20,430	0,000	0,103	20,533	0,0001	0,159	3,258	11,69

SERVICIOS HIGIÉNICOS MUJERES – ÁREA DE PISCINAS							
Tramo	Caudal, Q [l/s]	K	Caudal de diseño [l/s]	Diámetro nominal, Ønom [pulg]	Diámetro interno, Øint [mm]	Velocidad, V [m/s]	Pérdidas por velocidad, hv [mca]
A							
A-B	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
F							
F-G	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
H							

H-G	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
G-B	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
B-C	0,30	0,71	0,35	1/2	14,54	2,134	0,232
I							
I-J	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
K							
K-J	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
J-C	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
C-D	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
T							
T-U	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
Z							
Z-U	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
U-V	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
AA							
AA-V	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
V-W	0,30	0,71	0,35	1/2	14,54	2,134	0,232
AB							
AB-W	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
W-X	0,40	0,58	0,39	1/2	14,54	2,323	0,275
AC							
AC-X	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
X-Y	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
AD							
AD-Y	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
Y-O	0,60	0,45	0,45	3/4	18,87	1,602	0,131
L							
L-M	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
N							
N-M	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
M-O	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
O-P	0,80	0,38	0,50	3/4	18,87	1,806	0,166
Q							
Q-R	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
S							
S-R	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
R-P	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
P-D	1,20	0,32	0,63	3/4	18,87	2,266	0,262
D-D'	1,70	0,26	0,73	3/4	18,87	2,621	0,350

**SERVICIOS HIGIÉNICOS MUJERES – ÁREA DE PISCINAS (cont.)**

Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
A								7,00
A-B	2,620	0,600	0,753	3,973	0,0001	0,080	0,318	7,97
F								7,00
F-G	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
H								7,00
H-G	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
G-B	0,620	0,000	0,919	1,539	0,0001	0,269	0,414	8,40
B-C	2,200	0,000	0,29	2,49	0,0001	0,298	0,743	9,38
I								7,00
I-J	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
K								7,00
K-J	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
J-C	0,620	0,000	0,919	1,539	0,0001	0,269	0,414	8,40
C-D	6,740	0,000	0,567	7,307	0,0001	0,115	0,843	8,93
T								5,00
T-U	0,700	0,200	0,446	1,346	0,0001	0,080	0,108	5,36
Z								5,00
Z-U	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
U-V	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,269	0,250	5,82
AA								5,00
AA-V	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
V-W	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,298	0,277	6,32
AB								5,00
AB-W	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
W-X	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,346	0,321	6,92
AC								5,00
AC-X	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
X-Y	0,700	0,000	0,287	0,987	0,0001	0,115	0,114	7,15
AD								5,00
AD-Y	0,000	0,200	0,51	0,71	0,0001	0,080	0,057	5,59
Y-O	0,680	1,000	1,396	3,076	0,0001	0,131	0,401	8,68
L								7,00
L-M	1,110	0,600	0,446	2,156	0,0001	0,080	0,173	7,82
N								7,00

N-M	0,000	0,600	0,223	0,823	0,0001	0,080	0,066	7,72
M-O	1,030	0,000	0,534	1,564	0,0001	0,269	0,421	8,45
O-P	1,100	0,000	0,494	1,594	0,0001	0,161	0,256	8,87
Q								7,00
Q-R	0,550	0,600	0,446	1,596	0,0001	0,080	0,128	7,78
S								7,00
S-R	0,550	0,600	0,446	1,596	0,0001	0,080	0,128	7,78
R-P	0,480	0,000	0,919	1,399	0,0001	0,269	0,377	8,36
P-D	2,200	0,000	0,776	2,976	0,0001	0,239	0,712	9,85
D-D'	11,560	0,000	1,114	12,674	0,0001	0,309	3,914	14,11

SERVICIOS HIGIÉNICOS HOMBRES – ÁREA DE PISCINAS							
Tramo	Caudal, Q [l/s]	K	Caudal de diseño [l/s]	Diámetro nominal, Ønom [pulg]	Diámetro interno, Øint [mm]	Velocidad, V [m/s]	Pérdidas por velocidad, hv [mca]
1							
1-2	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
8							
8-2	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
2-3	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
9							
9-3	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
3-4	0,30	0,71	0,35	1/2	14,54	2,134	0,232
10							
10-4	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
4-5	0,40	0,58	0,39	1/2	14,54	2,323	0,275
11							
11-5	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
5-6	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
12							
12-13	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
18							
18-13	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
13-14	0,30	1,00	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164
19							
19-14	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
14-15	0,45	0,71	0,53	3/4	18,87	1,900	0,184
20							
20-15	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
15-16	0,60	0,58	0,58	3/4	18,87	2,069	0,218

21							
21-16	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
16-6	0,75	0,50	0,63	3/4	18,87	2,239	0,256
6-7	1,25	0,33	0,70	3/4	18,87	2,488	0,316
26							
26-27	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
28							
28-27	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
27-24	0,30	1,00	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164
22							
22-23	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
25							
25-23	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
23-24	0,30	1,00	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164
24-7	0,60	0,58	0,58	3/4	18,87	2,069	0,218
7-32	1,85	0,28	0,86	1	23,9	1,910	0,186
29							
29-30	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
33							
33-34	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
35							
35-34	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
34-30	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
30-31	0,30	0,71	0,35	1/2	14,54	2,134	0,232
36							
36-37	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
38							
38-37	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
37-31	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
31-32	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
32-100	2,35	0,24	0,93	1	23,9	2,062	0,217

SERVICIOS HIGIÉNICOS HOMBRES – ÁREA DE PISCINAS (cont.)								
Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
1								5,00
1-2	0,700	0,200	0,446	1,346	0,0001	0,080	0,108	5,36
8								5,00
8-2	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29

2-3	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,269	0,250	5,82
9								5,00
9-3	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
3-4	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,298	0,277	6,32
10								5,00
10-4	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
4-5	0,700	0,000	0,227	0,927	0,0001	0,346	0,321	6,92
11								5,00
11-5	0,000	0,200	0,286	0,486	0,0001	0,080	0,039	5,29
5-6	0,800	1,000	0,879	2,679	0,0001	0,115	0,309	8,34
12								7,00
12-13	0,500	0,200	0,509	1,209	0,0001	0,163	0,197	7,51
18								7,00
18-13	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
13-14	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,159	0,158	7,83
19								7,00
19-14	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
14-15	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,176	0,175	8,19
20								7,00
20-15	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
15-16	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,204	0,203	8,61
21								7,00
21-16	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
16-6	0,950	0,400	1,161	2,511	0,0001	0,234	0,589	9,86
6-7	1,000	0,000	0,367	1,367	0,0001	0,282	0,385	10,56
26								7,00
26-27	0,500	0,200	0,509	1,209	0,0001	0,163	0,197	7,51
28								7,00
28-27	0,500	0,200	0,446	1,146	0,0001	0,163	0,186	7,50
27-24	0,250	0,000	0,494	0,744	0,0001	0,159	0,118	7,78
22								7,00
22-23	0,500	0,200	0,509	1,209	0,0001	0,163	0,197	7,51
25								7,00
25-23	0,500	0,200	0,446	1,146	0,0001	0,163	0,186	7,50
23-24	0,250	0,000	0,494	0,744	0,0001	0,159	0,118	7,78
24-7	0,700	0,400	1,396	2,496	0,0001	0,204	0,509	8,91
7-32	5,320	0,000	0,706	6,026	0,0001	0,132	0,796	11,54
29								7,00
29-30	2,620	0,600	0,753	3,973	0,0001	0,080	0,318	7,97
33								7,00
33-34	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78

35								7,00
35-34	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
34-30	0,620	0,000	0,919	1,539	0,0001	0,269	0,414	8,40
30-31	2,200	0,000	0,29	2,49	0,0001	0,298	0,743	9,38
36								7,00
36-37	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
38								7,00
38-37	0,560	0,600	0,446	1,606	0,0001	0,080	0,129	7,78
37-31	0,620	0,000	0,919	1,539	0,0001	0,269	0,414	8,40
31-32	1,840	0,000	0,876	2,716	0,0001	0,115	0,313	9,80
32-100	6,280	0,000	0,476	6,756	0,0001	0,151	1,020	12,78

DUCHAS Y LAVAPIÉS							
Tramo	Caudal, Q [l/s]	K	Caudal de diseño [l/s]	Diámetro nominal, Ø <sub>nom</sub> [pulg]	Diámetro interno, Ø <sub>int</sub> [mm]	Velocidad, V [m/s]	Pérdidas por velocidad, hv [mca]
A							
A-B	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
E							
E-B	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
B-C	0,40	1,00	0,67	3/4	18,87	2,389	0,291
F							
F-G	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
P							
P-G	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
G-H	0,40	1,00	0,67	3/4	18,87	2,389	0,291
I							
I-J	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
M							
M-J	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
J-K	0,40	1,00	0,67	3/4	18,87	2,389	0,291
N							
N-K	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
K-L	0,60	0,71	0,71	1	23,9	1,579	0,127
O							
O-L	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
L-H	0,80	0,58	0,77	1	23,9	1,719	0,151
H-C	1,20	0,45	0,90	1	23,9	1,998	0,203
C-100	1,80	0,35	1,06	1	23,9	2,369	0,286
100-F'	4,15	0,19	1,33	1 1/4	32,46	1,612	0,132

DUCHAS Y LAVAPIÉS (cont.)								
Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
A								10,00
A-B	1,610	2,000	0,669	4,279	0,0001	0,269	1,152	13,36
E								10,00
E-B	0,400	2,000	0,446	2,846	0,0001	0,269	0,766	12,97
B-C	3,120	0,000	0,677	3,797	0,0001	0,262	0,997	14,65
F								10,00
F-G	1,350	2,000	0,669	4,019	0,0001	0,269	1,082	13,29
P								10,00
P-G	0,150	2,000	0,446	2,596	0,0001	0,269	0,699	12,90
G-H	0,720	0,000	0,597	1,317	0,0001	0,262	0,346	13,92
I								7,00
I-J	1,400	0,600	0,669	2,669	0,0001	0,269	0,718	8,52
M								7,00
M-J	0,200	0,600	0,446	1,246	0,0001	0,269	0,335	8,14
J-K	1,200	0,000	0,574	1,774	0,0001	0,262	0,466	9,28
N								7,00
N-K	0,200	0,600	0,564	1,364	0,0001	0,078	0,106	7,78
K-L	1,200	0,000	0,494	1,694	0,0001	0,095	0,160	9,57
O								7,00
O-L	0,200	0,600	0,564	1,364	0,0001	0,078	0,106	7,78
L-H	4,280	0,000	1,043	5,323	0,0001	0,110	0,585	10,30
H-C	0,240	0,000	0,567	0,807	0,0001	0,143	0,115	14,24
C-100	11,840	0,000	1,532	13,372	0,0001	0,193	2,575	17,51
100-F'	13,170	0,000	1,898	15,068	0,0001	0,067	1,009	18,65

BAR Y BAÑOS DE HOMBRES – ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA							
Tramo	Caudal, Q [l/s]	K	Caudal de diseño [l/s]	Diámetro nominal, Ø <sub>nom</sub> [pulg]	Diámetro interno, Ø <sub>int</sub> [mm]	Velocidad, V [m/s]	Pérdidas por velocidad, hv [mca]
A							
A-B	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
J							
J-B	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
B-C	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073

K							
K-C	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
C-D	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
L							
L-D	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
D-E	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
M							
M-E	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
E-F	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
N							
N-F	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
F-G	0,60	0,45	0,45	3/4	18,87	1,602	0,131
O							
O-P	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
U							
U-P	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
P-Q	0,30	1,00	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164
V							
V-Q	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
Q-R	0,45	0,71	0,53	3/4	18,87	1,900	0,184
W							
W-R	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
R-S	0,60	0,58	0,58	3/4	18,87	2,069	0,218
X							
X-S	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
S-T	0,75	0,50	0,63	3/4	18,87	2,239	0,256
Y							
Y-T	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
T-G	0,90	0,45	0,67	3/4	18,87	2,403	0,294
G-H	1,50	0,30	0,76	1	23,9	1,684	0,144
Z							
Z-H	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
H-I	1,70	0,29	0,82	1	23,9	1,827	0,170
1							
1-2	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
4							
4-5	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
6							
6-5	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
5-2	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206

2-3	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
7							
7-8	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
9							
9-8	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
8-3	0,20	1,00	0,33	1/2	14,54	2,012	0,206
3-I	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
I-B'	2,40	0,24	0,94	1	23,9	2,106	0,226

BAR Y BAÑOS DE HOMBRES – ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA (cont.)								
Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
A								5,00
A-B	0,700	0,200	0,526	1,426	0,0001	0,080	0,114	5,37
J								5,00
J-B	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
B-C	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,078	0,093	5,53
K								5,00
K-C	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
C-D	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,087	0,103	5,72
L								5,00
L-D	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
D-E	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,100	0,120	5,93
M								5,00
M-E	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
E-F	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,115	0,138	6,18
N								5,00
N-F	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
F-G	3,760	0,800	0,629	5,189	0,0001	0,131	0,677	7,79
O								7,00
O-P	0,500	0,200	0,526	1,226	0,0001	0,163	0,199	7,52
U								7,00
U-P	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
P-Q	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,159	0,158	7,84
V								7,00
V-Q	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38

Q-R	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,176	0,175	8,20
W								7,00
W-R	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
R-S	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,204	0,203	8,62
X								7,00
X-S	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
S-T	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,234	0,233	9,11
Y								7,00
Y-T	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
T-G	0,500	0,400	0,574	1,474	0,0001	0,265	0,391	10,19
G-H	3,450	0,000	0,352	3,802	0,0001	0,106	0,403	10,74
Z								5,00
Z-H	0,000	0,000	0,385	0,385	0,0001	0,078	0,030	5,10
H-I	0,960	0,000	0,574	1,534	0,0001	0,122	0,187	11,10
1								7,00
1-2	2,500	0,600	0,61	3,71	0,0001	0,080	0,297	7,95
4								7,00
4-5	0,550	0,000	0,223	0,773	0,0001	0,080	0,062	7,11
6								7,00
6-5	0,550	0,000	0,223	0,773	0,0001	0,080	0,062	7,11
5-2	0,300	0,600	1,365	2,265	0,0001	0,269	0,610	8,53
2-3	2,200	0,000	0,494	2,694	0,0001	0,087	0,233	8,84
7								7,00
7-8	0,550	0,000	0,223	0,773	0,0001	0,080	0,062	7,11
9								7,00
9-8	0,550	0,000	0,223	0,773	0,0001	0,080	0,062	7,11
8-3	0,300	0,600	1,365	2,265	0,0001	0,269	0,610	8,53
3-I	1,100	0,000	0,574	1,674	0,0001	0,115	0,193	9,15
I-B'	29,650	1,250	0,482	31,382	0,0001	0,157	4,917	17,49

<b>BAÑOS PÚBLICOS Y BAÑOS DE MUJERES – ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Caudal, Q [l/s]</b>	<b>K</b>	<b>Caudal de diseño [l/s]</b>	<b>Diámetro nominal, Ønom [pulg]</b>	<b>Diámetro interno, Øint [mm]</b>	<b>Velocidad, V [m/s]</b>	<b>Pérdidas por velocidad, hv [mca]</b>
1							
1-2	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
8							
8-2	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
2-3	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073

9							
9-3	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
3-4	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
10							
10-4	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
4-5	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
11							
11-5	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
5-6	0,50	0,50	0,42	3/4	18,87	1,493	0,114
12							
12-6	0,10	1,00	0,17	1/2	14,54	1,006	0,052
6-7	0,60	0,45	0,45	3/4	18,87	1,602	0,131
13							
13-14	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
16							
16-14	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
14-15	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
17							
17-15	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
15-7	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
7-19	0,90	0,35	0,53	3/4	18,87	1,900	0,184
18							
18-19	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
19-20	1,00	0,33	0,56	3/4	18,87	1,990	0,202
22							
22-20	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
20-21	1,10	0,32	0,58	3/4	18,87	2,077	0,220
23							
23-24	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
26							
26-24	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
24-25	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
27							
27-25	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
25-21	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
21-28	1,40	0,28	0,65	3/4	18,87	2,319	0,274
30							
30-31	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
32							
32-31	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
31-33	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073

34							
34-35	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
36							
36-35	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
35-33	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
33-28	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
28-29	1,80	0,24	0,73	1	23,9	1,625	0,135
37							
37-38	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
49							
49-38	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
38-39	0,30	1,00	0,50	3/4	18,87	1,791	0,164
50							
50-39	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
39-40	0,45	0,71	0,53	3/4	18,87	1,900	0,184
51							
51-40	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
40-41	0,60	0,58	0,58	3/4	18,87	2,069	0,218
52							
52-41	0,15	1,00	0,25	1/2	14,54	1,509	0,116
41-42	0,75	0,50	0,63	3/4	18,87	2,239	0,256
46							
46-47	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
48							
48-47	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
47-42	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
42-43	0,95	0,41	0,65	3/4	18,87	2,316	0,273
53							
53-43	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
43-44	1,05	0,38	0,66	3/4	18,87	2,370	0,286
54							
54-44	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
44-45	1,15	0,35	0,68	3/4	18,87	2,428	0,300
55							
55-56	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
58							
58-26	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
26-57	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
59							
59-57	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018

57-45	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
45-29	1,45	0,30	0,73	1	23,9	1,627	0,135
29-71	3,25	0,19	1,01	1	23,9	2,247	0,257
67							
67-68	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
72							
72-68	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
68-69	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
73							
73-69	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
69-70	0,30	0,71	0,35	3/4	18,87	1,267	0,082
74							
74-70	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
70-71	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
71-75	3,65	0,17	1,06	1	23,9	2,365	0,285
60							
60-61	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
63							
63-61	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
61-62	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
66							
66-65	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
64							
64-65	0,10	1,00	0,17	3/4	18,87	0,597	0,018
65-62	0,20	1,00	0,33	3/4	18,87	1,194	0,073
62-75	0,40	0,58	0,39	3/4	18,87	1,379	0,097
75-E'	4,25	0,16	1,15	1	23,9	2,566	0,336

<b>BAÑOS PÚBLICOS Y BAÑOS DE MUJERES – ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA (cont.)</b>								
Tramo	Longitudes de tubería [m]				C	Pérdida unitaria de fricción, j [m/m]	Pérdida por fricción, J [mca]	Presión [mca]
	Horizontal	Vertical	Accesorios	Total				
1								5,00
1-2	0,700	0,200	0,526	1,426	0,0001	0,080	0,114	5,37
8								5,00
8-2	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
2-3	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,078	0,093	5,53
9								5,00
9-3	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29

3-4	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,087	0,103	5,72
10								5,00
10-4	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
4-5	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,100	0,120	5,93
11								5,00
11-5	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
5-6	0,700	0,000	0,494	1,194	0,0001	0,115	0,138	6,18
12								5,00
12-6	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,080	0,034	5,29
6-7	3,760	0,800	0,629	5,189	0,0001	0,131	0,677	7,79
13								7,00
13-14	1,100	0,000	0,667	1,767	0,0001	0,023	0,041	7,06
16								7,00
16-14	0,000	0,000	0,385	0,385	0,0001	0,023	0,009	7,03
14-15	1,100	0,000	1,011	2,111	0,0001	0,078	0,165	7,30
17								7,00
17-15	0,000	0,000	0,385	0,385	0,0001	0,023	0,009	7,03
15-7	0,310	0,000	1,011	1,321	0,0001	0,087	0,114	7,49
7-19	0,800	0,000	0,287	1,087	0,0001	0,176	0,191	7,87
18								7,00
18-19	0,000	0,000	0,385	0,385	0,0001	0,023	0,009	7,03
19-20	2,820	0,000	0,287	3,107	0,0001	0,191	0,593	8,66
22								7,00
22-20	0,000	0,600	0,385	0,985	0,0001	0,023	0,023	7,64
20-21	1,370	0,000	0,287	1,657	0,0001	0,206	0,341	9,22
23								5,00
23-24	0,700	0,200	0,564	1,464	0,0001	0,023	0,034	5,25
26								5,00
26-24	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
24-25	0,700	0,000	0,287	0,987	0,0001	0,078	0,077	5,40
27								5,00
27-25	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
25-21	0,550	0,000	0,954	1,504	0,0001	0,087	0,130	5,61
21-28	2,200	0,000	0,362	2,562	0,0001	0,249	0,638	10,14
30								7,00
30-31	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
32								7,00
32-31	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
31-33	2,300	0,600	1,678	4,578	0,0001	0,078	0,357	8,07
34								7,00
34-35	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04

36								7,00
36-35	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
35-33	0,100	0,600	1,396	2,096	0,0001	0,078	0,164	7,87
33-28	4,450	0,000	0,569	5,019	0,0001	0,100	0,504	8,67
28-29	3,320	1,250	0,567	5,137	0,0001	0,100	0,511	12,03
37								7,00
37-38	0,500	0,200	0,526	1,226	0,0001	0,163	0,199	7,52
49								7,00
49-38	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
38-39	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,159	0,158	7,84
50								7,00
50-39	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
39-40	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,176	0,175	8,20
51								7,00
51-40	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
40-41	0,500	0,000	0,494	0,994	0,0001	0,204	0,203	8,62
52								7,00
52-41	0,000	0,200	0,223	0,423	0,0001	0,163	0,069	7,38
41-42	0,500	0,000	1,043	1,543	0,0001	0,234	0,362	9,23
46								7,00
46-47	1,100	0,600	0,667	2,367	0,0001	0,023	0,055	7,67
48								7,00
48-47	0,000	0,600	0,385	0,985	0,0001	0,023	0,023	7,64
47-42	0,850	0,000	1,011	1,861	0,0001	0,078	0,145	7,89
42-43	0,250	0,000	0,287	0,537	0,0001	0,249	0,134	9,64
53								7,00
53-43	0,000	0,600	0,385	0,985	0,0001	0,023	0,023	7,64
43-44	0,300	0,000	0,287	0,587	0,0001	0,259	0,152	10,08
54								7,00
54-44	0,000	0,600	0,385	0,985	0,0001	0,023	0,023	7,64
44-45	3,130	0,000	0,367	3,497	0,0001	0,270	0,945	11,32
55								5,00
55-56	0,700	0,200	0,564	1,464	0,0001	0,023	0,034	5,25
58								5,00
58-26	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
26-57	0,700	0,000	0,287	0,987	0,0001	0,078	0,077	5,40
59								5,00
59-57	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
57-45	0,550	0,800	0,954	2,304	0,0001	0,087	0,199	6,48
45-29	2,520	0,000	0,567	3,087	0,0001	0,100	0,308	11,77

29-71	4,640	0,000	0,356	4,996	0,0001	0,175	0,877	13,17
67								5,00
67-68	0,700	0,200	0,564	1,464	0,0001	0,023	0,034	5,25
72								5,00
72-68	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
68-69	0,700	0,000	0,287	0,987	0,0001	0,078	0,077	5,40
73								5,00
73-69	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
69-70	0,700	0,000	0,287	0,987	0,0001	0,087	0,085	5,57
74								5,00
74-70	0,000	0,200	0	0,2	0,0001	0,023	0,005	5,22
70-71	1,600	0,800	0,954	3,354	0,0001	0,100	0,337	6,80
71-75	0,490	0,000	0,567	1,057	0,0001	0,192	0,203	13,65
60								7,00
60-61	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
63								7,00
63-61	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
61-62	2,300	0,600	1,678	4,578	0,0001	0,078	0,357	8,07
66								7,00
66-65	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
64								7,00
64-65	0,550	0,000	0,282	0,832	0,0001	0,023	0,019	7,04
65-62	0,100	0,600	1,396	2,096	0,0001	0,078	0,164	7,87
62-75	5,250	0,000	0,287	5,537	0,0001	0,100	0,556	8,72
75-E'	29,500	0,000	0,943	30,443	0,0001	0,222	6,743	20,73

## 7. Medidores

Con los caudales obtenidos, se escoge un medidor que cumpla de acuerdo con la tabla 3.36, del texto de Instalaciones hidrosanitarias de Pérez Carmona.

Tabla 3.36

Caudal de los medidores de velocidad en función del % de su capacidad nominal y la pérdida en metros columna de agua

Diámetro en pulgada	Caudal Nominal en m <sup>3</sup> /h	Caudal Nominal en l/s	%	20	25	30	35	40	43	44	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
				J e n m	0,4	0,6	0,9	1,2	1,6	1,8	1,9	2	2,5	3	3,6	4,3	4,9	5,6	6,4	7,1	8,1	9,7
1/2	3,00	0,84	Qd Vs	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,36	0,37	0,38	0,42	0,46	0,50	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,76	0,80	0,84
1/2	3,30	0,92		0,18	0,23	0,28	0,32	0,37	0,39	0,40	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,74	0,78	0,83	0,87	0,92
3/4	5,00	1,40		0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,60	0,62	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,40
3/4	5,70	1,58		0,32	0,40	0,47	0,55	0,63	0,68	0,69	0,71	0,79	0,87	0,95	1,03	1,11	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,58
1	7,00	1,96		0,39	0,49	0,59	0,69	0,78	0,84	0,86	0,88	0,98	1,08	1,18	1,27	1,37	1,47	1,57	1,67	1,76	1,86	1,96
1	9,60	2,70		0,54	0,68	0,81	0,95	1,08	1,16	1,19	1,22	1,35	1,49	1,62	1,76	1,89	2,03	2,16	2,30	2,43	2,57	2,70
1	10,00	2,80		0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,20	1,23	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,52	2,66	2,80
1 1/2	20,00	5,60		1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,41	2,46	2,52	2,80	3,08	3,36	3,64	3,92	4,20	4,48	4,76	5,04	5,32	5,60
2	30,00	8,40		1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,61	3,70	3,78	4,20	4,62	5,04	5,46	5,88	6,30	6,72	7,14	7,56	7,98	8,40

Estructura	Tramo	Q diseño [L/s]	Q nominal [L/s]	Diámetro de acometida [pulg]	% capacidad	Pérdida de carga [mca]	Presión en la acometida [mca]
Restaurante (Área de piscinas)	C-C'	0,5	1,4	3/4	40%	1,6	13,29
Servicios higiénicos mujeres (Área de piscinas)	D-D'	0,73	1,58	3/4	43%	1,8	15,91
Servicios higiénicos hombres + Duchas y lavapiés (Área de piscinas)	100-F'	1,33	5,6	1 1/4	25%	0,6	19,25
Bar y baños de hombres (Área de concha acústica)	I-B'	0,94	2,7	1	35%	1,2	18,69
Baños públicos y baños de mujeres (Área de concha acústica)	75-E'	1,15	2,7	1	43%	1,8	22,53

## Apéndice J: Procedimiento de diseño y resultado de la red de aguas servidas

### 1. Determinación de Unidades de Equivalencia Hidráulica y diámetros mínimos

	Clase	D.M.D.	U.E.H.
Water Closet (W.C.)	1	100	3
Water Closet (W.C.)	2	100	5
Water Closet (W.C.)	3	100	6
Lavatorio	1	38	1
Lavatorio	2 y 3	38	2
Baño tina	1	50	3
Baño tina	2 y 3	50	4
Baño Lluvia	1	40	2
Baño Lluvia multiple/ m	2 y 3	50	6
Bidet	1	50	1
Bidet	2 y 4	50	2
Urinario	2 y 3	38	1
Urinario pedestal	2 y 3	75	3
Urinario con tubería perforada / m	2 y 3	75	5
Lavaplatos con y sin lavavajillas	1 y 2	50	3
Lavaplatos restaurante	3	75	8
Lavacopas	1	50	3
Lavacopas	1 y 2	75	8
Lavaderos con o sin lavadoras	1	50	3
Lavaderos con máquinas lavadoras	1 y 2	75	6
Pileta con botagua	1 - 2 y 3	50	3

### 2. Revisión de U.E.H.

Diámetro de la descarga (mm)	Máximo de U.E.H. en toda la descarga
50	18
75	48
100	240
125	540
150	960
200	2240
250	3000
300	4200

### 3. Determinación de pendiente mínima

Diámetro de Tuberías (mm)	Máximo de U.E.H. instaladas			
	I = 1%	I = 2%	I = 3%	I = 4%
<b>Tubería Princial</b>				
75	90	125	150	180
100	450	630	780	900
125	850	1200	1430	1700
150	1350	1900	2300	2700
175	2100	2900	3500	4150
200	2800	3900	4750	5600
250	4900	6800	8300	9800
300	8000	11200	13600	16800
<b>Tubería Secundaria</b>				
32	1	2	3	3
38	3	5	6	7
50	6	21	23	26
75	36	42	47	50
100	180	216	230	250
125	400	480	520	560
150	600	790	870	940
175	1130	1350	1470	1580
200	1600	1920	2080	2240
250	2700	3240	3520	3780
300	4200	5000	5500	6000

#### 4. Resultados

RESTAURANTE							
Tramo	Observación		Artefacto que descarga	Longitud tramo	Descarga	Pendiente	Diámetro
				m	UEHs	%	mm
1	1	2	Lavaplatos restaurante	4,04	8	1	75
2	6	2	Rejilla de piso	0,66	2	1	75
3	2	3		1,57	10	1	75
4	7	3	Lavaplatos restaurante	2,08	8	1	75
5	3	4		3,09	18	1	75
6	8	4	Rejilla de piso	5,85	2	1	75
7	4	5		1,86	20	1	75

SERVICIOS HIGIÉNICOS MUJERES (ÁREA DE PISCINAS)							
Tramo	Observación		Artefacto que descarga	Longitud tramo	Descarga	Pendiente	Diámetro
				m	UEHs	%	mm
1	1	2	Rejilla de piso	4,31	2	1	50

2	10	2	Water closet Clase 3	1,84	6	1	110
3	2	3		1,10	8	1	110
4	11	3	Water closet Clase 3	1,84	6	1	110
5	3	4		1,10	14	1	110
6	12	4	Water closet Clase 3	1,84	6	1	110
7	4	5		0,53	20	1	110
8	9	5	Rejilla de piso	0,44	2	1	50
9	5	6		0,57	22	1	110
10	13	6	Water closet Clase 3	1,84	6	1	110
11	6	7		1,15	28	1	110
12	30	7		4,44	30	1	110
13	7	8		5,05	58	1	110
14	26	27	Water closet Clase 3	3,23	6	1	110
15	31	27	Water closet Clase 3	1,80	6	1	110
16	27	28		1,10	12	1	110
17	32	28	Water closet Clase 3	1,80	6	1	110
18	28	29		1,40	18	1	110
19	33	29	Water closet Clase 3	1,80	6	1	110
20	29	30		1,10	24	1	110
21	34	30	Water closet Clase 3	1,80	6	1	110
22	14	15	Lavatorio Clase 3	1,25	1	1	50
23	21	15	Lavatorio Clase 3	0,55	1	1	50
24	15	16		0,70	2	2	50
25	22	16	Lavatorio Clase 3	0,55	1	1	50
26	16	17		0,70	3	2	50
27	23	17	Lavatorio Clase 3	0,55	1	1	50
28	31	17	Rejilla de piso	0,95	2	1	50
29	17	18		0,70	6	2	50
30	24	18	Lavatorio Clase 3	0,55	1	1	50
31	18	19		0,70	7	2	50
32	25	19	Lavatorio Clase 3	0,55	1	1	50
33	19	20		4,13	8	2	50

SERVICIOS HIGIÉNICOS HOMBRES (ÁREA DE PISCINAS)							
Tramo	Observación		Artefacto que descarga	Longitud tramo	Descarga	Pendiente	Diámetro
				m	UEHs	%	mm
1	1	2	Rejilla de piso	3,87	2	1	50
2	22	2	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
3	2	3		0,50	3	2	50
4	23	3	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
5	3	4		0,50	4	2	50
6	24	4	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
7	4	5		0,50	5	2	50
8	25	5	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
9	5	6		0,50	6	2	50
10	26	6	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
11	41	6	Rejilla de piso	0,56	2	1	50
12	6	7		0,50	9	2	50
13	27	7	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
14	7	8		0,50	10	2	50
15	28	8	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
16	8	9		0,50	11	2	50
17	29	9	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
18	9	10		0,50	12	2	50
19	30	10	Urinario Clase 3	1,38	1	1	50
20	10	11		0,55	13	2	50
21	31	32	Lavatorio Clase 3	1,62	1	1	50
22	36	32	Lavatorio Clase 3	0,92	1	1	50
23	32	33		0,70	2	1	50
24	37	33	Lavatorio Clase 3	0,92	1	1	50
25	40	33	Rejilla de piso	1,05	2	1	50
26	33	34		0,70	5	1	50
27	38	34	Lavatorio Clase 3	0,92	1	1	50
28	34	35		0,70	6	1	50
29	39	35	Lavatorio Clase 3	0,92	1	1	50
30	35	11		4,55	7	2	50
31	11	12		4,07	20	1	110
32	21	12	Water closet Clase 3	1,90	6	1	110
33	12	13		0,69	26	1	110
34	20	42	Water closet Clase 3	1,52	6	1	110
35	14	15	Water closet Clase 4	3,20	6	1	110
36	18	15	Water closet Clase 5	1,75	6	1	110

<b>37</b>	15	16		1,11	12	1	110
<b>38</b>	19	16	Water closet Clase 3	1,75	6	1	110
<b>39</b>	16	17		0,19	18	1	110

<b>DUCHAS Y LAVAPIÉS</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Observación</b>		<b>Artefacto que descarga</b>	<b>Longitud tramo</b>	<b>Descarga</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Diámetro</b>
				<b>m</b>	<b>UEHs</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>
<b>1</b>	1	2	Baño múltiple Clase 3	1,40	6	1	50
<b>2</b>	11	2	Baño múltiple Clase 3	0,92	6	1	50
<b>3</b>	2	3		1,20	12	2	75
<b>4</b>	12	3	Baño múltiple Clase 3	0,92	6	1	50
<b>5</b>	8	3	Baño múltiple Clase 3	1,40	6	1	50
<b>6</b>	3	4		0,90	24	2	75
<b>7</b>	15	4	Rejilla de piso	0,70	2	1	50
<b>8</b>	4	5		0,30	26	2	75
<b>9</b>	13	5	Baño múltiple Clase 3	0,92	6	1	50
<b>10</b>	9	5	Baño múltiple Clase 3	1,40	6	1	50
<b>11</b>	5	6		1,20	38	2	75
<b>12</b>	14	6	Baño múltiple Clase 3	0,92	6	1	50
<b>13</b>	10	6	Baño múltiple Clase 3	1,40	6	1	50
<b>14</b>	6	7		0,93	50	4	75

<b>BAR Y BAÑOS DE HOMBRES (ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA)</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Observación</b>		<b>Artefacto que descarga</b>	<b>Longitud tramo</b>	<b>Descarga</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Diámetro</b>
				<b>m</b>	<b>UEHs</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>
<b>1</b>	1	2	Water closet Clase 3	5,00	6	1	110
<b>2</b>	8	2	Water closet Clase 3	3,03	6	1	110
<b>3</b>	2	3		1,10	12	1	110
<b>4</b>	9	3	Water closet Clase 3	3,03	6	1	110
<b>5</b>	3	4		1,10	18	1	110
<b>6</b>	10	4	Water closet Clase 3	3,03	6	1	110
<b>7</b>	4	5		1,10	24	1	110
<b>8</b>	11	5	Water closet Clase 3	3,03	6	1	110
<b>9</b>	5	6		1,65	30	1	110
<b>10</b>	12	13	Lavaplatos restaurante	1,20	8	1	75
<b>11</b>	14	13	Rejilla de piso	1,01	2	1	75

12	13	6		3,79	10	1	75
13	6	7		8,78	40	1	100
14	15	16	Rejilla de piso	2,32	2	1	50
15	24	16	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
16	16	17		0,50	3	1	50
17	25	17	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
18	17	18		0,50	4	1	50
19	26	18	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
20	18	19		0,50	5	1	50
21	27	19	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
22	19	20		0,50	6	1	50
23	28	20	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
24	20	21		0,50	7	1	50
25	29	21	Urinario Clase 3	0,82	1	1	50
26	21	22		1,65	8	1	50
27	30	31	Lavatorio Clase 3	2,00	1	1	50
28	36	31	Lavatorio Clase 3	1,30	1	1	50
29	31	32		0,70	2	1	50
30	37	32	Lavatorio Clase 3	1,30	1	1	50
31	32	33		0,70	3	1	50
32	38	33	Lavatorio Clase 3	1,30	1	1	50
33	33	34		0,70	4	1	50
34	39	34	Lavatorio Clase 3	1,30	1	1	50
35	34	35		0,70	5	1	50
36	40	35	Lavatorio Clase 3	1,30	1	1	50
37	35	22		4,52	6	1	50
38	22	23		15,33	14	1	50

<b>BAÑOS PÚBLICOS Y BAÑOS DE MUJERES (ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA)</b>							
Tramo	Observación		Artefacto que descarga	Longitud tramo	Descarga	Pendiente	Diámetro
				m	UEHs	%	mm
1	1	2	Water closet Clase 3	2,82	6	1	110
2	12	2	Water closet Clase 3	1,72	6	1	110
3	2	3		1,10	12	1	110
4	13	3	Water closet Clase 3	1,72	6	1	110
5	3	4		1,10	18	1	110
6	14	4	Water closet Clase 3	1,72	6	1	110
7	4	5		3,78	24	1	110
8	15	16	Urinario Clase 3	1,82	1	1	50

9	22	16	Urinario Clase 3	1,12	1	1	50
10	16	17		0,70	2	1	50
11	23	17	Urinario Clase 3	1,12	1	1	50
12	17	18		0,70	3	1	50
13	24	18	Urinario Clase 3	1,12	1	1	50
14	18	19		0,70	4	1	50
15	25	19	Urinario Clase 3	1,12	1	1	50
16	19	20		6,42	5	1	50
17	26	20	Rejilla de piso	2,48	2	1	50
18	20	21		2,01	7	2	50
19	27	21	Water closet Clase 3	2,17	6	1	110
20	21	5		1,75	13	1	110
21	28	29	Lavatorio Clase 3	1,81	1	1	50
22	32	29	Lavatorio Clase 3	1,11	1	1	50
23	35	29	Rejilla de piso	1,33	2	1	50
24	29	30		0,70	4	1	50
25	33	30	Lavatorio Clase 3	1,11	1	1	50
26	30	31		0,70	5	1	50
27	34	31	Lavatorio Clase 3	1,11	1	1	50
28	31	5		0,93	6	1	50
29	5	6		4,64	43	1	110
30	36	40	Lavatorio Clase 3	2,28	1	1	50
31	37	40	Lavatorio Clase 3	1,58	1	1	50
32	40	41		0,70	2	1	50
33	38	41	Lavatorio Clase 3	1,58	1	1	50
34	39	41	Rejilla de piso	0,98	2	1	50
35	41	6		2,14	5	1	50
36	6	7		5,27	48	1	110
37	42	7	Lavatorio Clase 3	1,71	1	1	50
38	7	8		0,70	49	1	110
39	43	8	Lavatorio Clase 3	1,71	1	1	50
40	8	9		0,70	50	1	110
41	44	9	Lavatorio Clase 3	1,71	1	1	50
42	9	10		0,70	51	1	110
43	45	10	Lavatorio Clase 3	1,71	1	1	50
44	10	11		0,68	52	1	110
1	1	2	Water closet Clase 3	3,11	6	1	110
2	10	2	Water closet Clase 3	2,14	6	1	110
3	7	2	Water closet Clase 3	2,01	6	1	110
4	2	3		1,10	18	1	110

<b>5</b>	8	3	Water closet Clase 3	2,01	6	1	110
<b>6</b>	3	4		1,10	24	1	110
<b>7</b>	9	4	Water closet Clase 3	2,01	6	1	110
<b>8</b>	4	5		2,98	30	1	110
<b>9</b>	11	12	Urinario Clase 3	1,67	1	1	50
<b>10</b>	16	12	Urinario Clase 3	1,17	1	1	50
<b>11</b>	12	13		0,50	2	1	50
<b>12</b>	17	13	Urinario Clase 3	1,17	1	1	50
<b>13</b>	13	14		0,50	3	1	50
<b>14</b>	18	14	Urinario Clase 3	1,17	1	1	50
<b>15</b>	14	15		0,50	4	1	50
<b>16</b>	19	15	Urinario Clase 3	1,17	1	1	50
<b>17</b>	15	5		2,01	5	1	50
<b>18</b>	5	6		3,37	35	1	110
<b>19</b>	20	21	Water closet Clase 3	2,05	6	1	110
<b>20</b>	27	21	Water closet Clase 3	3,35	6	1	110
<b>21</b>	28	21	Water closet Clase 3	2,25	6	1	110
<b>22</b>	21	22		1,10	18	1	110
<b>23</b>	25	22	Water closet Clase 3	2,05	6	1	110
<b>24</b>	29	22	Water closet Clase 3	2,25	6	1	110
<b>25</b>	22	23		1,10	30	1	110
<b>26</b>	26	23	Water closet Clase 3	2,05	6	1	110
<b>27</b>	30	23	Water closet Clase 3	2,25	6	1	110
<b>28</b>	23	24		1,74	42	1	110

## Apéndice K: Procedimiento de diseño y resultado de la red de aguas lluvias

### 1. Caudal de diseño

- Intensidad de lluvia o caudal unitario,  $I: 100 \text{ mm/h/m}^2 = 0.0278 \text{ L/s/m}^2$

$$Q = 1000 \times I \times A$$

Donde:

$Q$ : Caudal de diseño  $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)$

$I$ : Intensidad de lluvia  $\left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)$   
 $\left(\frac{\text{m}^2}{\text{m}^2}\right)$

$A$ : Área protegida por la cubierta ( $\text{m}^2$ )

### 2. Capacidad de bajantes

**Tabla 5.48.** Proyección horizontal en  $\text{m}^2$  de área servida  
Cálculo de bajantes de aguas lluvias

$\varnothing''$	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
3	400	270	200	160	135	100
4	850	570	425	340	285	210
5	1.570	1.050	800	640	535	400
6	2.450	1.650	1.200	980	835	625
8	5.300	3.500	2.600	2.120	1.760	1.300
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556

### 3. Capacidad de colectores

**Tabla 5.49.** Proyección horizontal en m<sup>2</sup> de área servida.  
Cálculo de colectores de aguas lluvias

$\phi$	Intensidad de la lluvia en mm/h									
	S = 1.0%					S = 2.0%				
pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195	160
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	990	660	495	395	330	1.400	935	700	560	465
8	2.100	1.425	1.065	855	705	3.025	2.015	1.510	1.210	1.005
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417

#### 4. Revisión de velocidad mínima

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$V$ : Velocidad de flujo ( $\frac{m}{s}$ )

$n$ : Coeficiente de rugosidad de Manning

$R_h$ : Radio hidráulico (m)

$S$ : Pendiente ( $\frac{m}{m}$ )

$$R_h = \left(\frac{D}{4}\right) \left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)$$

Donde:

$D$ : Diámetro interno de la tubería (m)

$\theta$ : Ángulo  $\pi$  (rad)

#### 5. Resultados

Estructura	Área protegida [m <sup>2</sup> ]	Pendiente horizontal [%]	Caudal, Q [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad de flujo [m/s]	Diámetro bajante [mm]	Diámetro colector horizontal [mm]
A: Restaurante	117	1	0,0033	2,056	75	110

B: Servicios higiénicos mujeres	77	2	0,0021	2,400	75	75
C: Servicios higiénicos hombres	77	2	0,0021	2,400	75	75
E: Cuarto de bombas	35	1	0,0010	1,697	50	75
F: Cuarto de transformadores	35	1	0,0010	1,697	50	75
G: Baños H y bar	177	2	0,0049	2,907	75	110
H: Baños M y baños públicos	188	2	0,0052	2,907	75	110

## Apéndice L: Ficha ambiental

### FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

<b>TRAMITE(suia)</b>	CERTIFICADO AMBIENTAL
<b>FECHA</b>	11/02/2020
<b>PROPONENTE</b>	
<b>ENTE RESPONSABLE</b>	

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>1. INFORMACION DEL PROYECTO</b>		
	<b>1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Fases y nombre proyecto)		
	Diseño de estructuras principales para el Complejo turístico, recreacional y de integración familiar "Santa Rosa de Colimes"		
	<b>1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	Construcción y/u operación de parques, centros de deportes, lugares de recreación y esparcimiento	

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. finalización	<b>2. DATOS GENERALES</b>		
	<b>SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)</b>		
	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>	<b>ALTITUD (msnm)</b>
	610 685	9 828 319	15 - 20
	610 968	9 828 216	
	611 026	9 828 375	
	610 748	9 828 465	
	<b>ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (FASE)		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación		
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento		
<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono		
<b>DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>			
Sector "La Etelvina" – Vía de acceso al puente de Colimes			
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>PARROQUIA</b>	

	Guayas	Colimes	Santa Rosa de Colimes
<b>TIPO DE ZONA</b>			
	Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Rural	<input type="checkbox"/>	

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>DATOS DEL PROMOTOR</b>					
	<b>NOMBRE</b>					
	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Colimes					
	<b>CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR</b>		<b>TELEFONO/CELULAR</b>			
	alcaldia@gadcolimes.gob.ec		042 956107/360			
	<b>DOMICILIO DEL PROMOTOR</b>					
	Av. Honorio Santistevan (Malecón) y Vicente Sánchez					
	<b>CARACTERISTICAS DE LA ZONA</b>					
	<b>Infraestructura:</b>					
	<input type="checkbox"/>	Industrial				
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Recreación y turismo				
	<b>DESCRIPCION DE LA ZONA</b>					
	Sector periférico ubicado a 500 m de la cabecera cantonal, rodeado de áreas agrícolas, y junto a la vía de acceso principal al cantón.					
	<b>ESPACIO FISICO DEL PROYECTO</b>					
	Área del proyecto (m <sup>2</sup> )		24 785	Área de implantación (m <sup>2</sup> )	21 109	
Agua potable	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Consumo de agua por mes (m <sup>3</sup> )	---
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)	---
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Tipo de vías:	Vías Principales
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		Vías Secundarias
<b>SITUACION DEL PREDIO</b>						
<input type="checkbox"/>	Alquiler					
<input type="checkbox"/>	Concesionadas					
<input checked="" type="checkbox"/>	Propia					
<input type="checkbox"/>	Otros					

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>3. MARCO LEGAL REFERENCIAL</b>			
	Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal			
	<b>NORMATIVAS</b>			
	<b>Constitución de la República del Ecuador</b>			
	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural			
	<b>Ley de Gestión Ambiental</b>			
Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.				

	Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo
	<b>Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario</b>
	<b>Art. ...-</b> Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación
	<b>Acuerdo Ministerial 134</b>
	Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental
	<b>Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas</b>
	Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente. Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente
	<b>Acuerdo Ministerial No. 061</b>
	Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento.- Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente. Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación. <b>Art. 263 De la periodicidad y revisión.-</b> Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.
	<b>Reglamento para Funcionamiento de Aeropuertos en Ecuador</b>
	<b>Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil</b>
	He leído y comprendo las Normativas <input checked="" type="checkbox"/>

4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES		
MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES

<p><b>Registro Ambiental</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información del proyecto</li> <li>2. Datos generales</li> <li>3. Marco legal referencial</li> <li>4. <u>Descripción del proceso</u></li> <li>5. Descripción del área de implantación</li> <li>6. Principales impactos ambientales</li> <li>7. Plan de manejo ambiental (PMA)</li> <li>8. Inventario forestal</li> <li>9. Finalización</li> </ol>	<p>Maquinaria: tractor, retroexcavadora.</p>	<p>Adecuación de campamento.</p> <p>Limpieza y desbroce.</p> <p>Retiro de árboles.</p>	<p>Alteración del paisaje.</p> <p>Afectación a la fauna.</p> <p>Pérdida de vegetación.</p> <p>Riesgo de accidentes por picadura de culebras.</p>
	<p>Maquinaria: retroexcavadora, pala cargadora, volqueta, bobcat, herramientas menores.</p> <p>Insumos: combustible (se abastece en gasolineras), agua.</p>	<p>Excavación masiva con maquinaria.</p> <p>Relleno y Compactación.</p> <p>Instalación de tuberías para agua potables, aguas residuales y drenaje pluvial.</p> <p>Construcción de sumideros, cámaras y pozos de inspección.</p> <p>Construcción de cisterna y tanque séptico.</p>	<p>Alteración del suelo.</p> <p>Contaminación del aire por material particulado y gases de combustión de vehículo pesado.</p> <p>Contaminación acústica.</p> <p>Alteración del Paisaje.</p> <p>Riesgos de accidentes por falta de EPPs del personal.</p> <p>Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>
	<p>Maquinaria: Concretera, bomba, tanquero de agua, vibrador, herramientas menores.</p> <p>Insumos: Agregados finos y gruesos, cemento, agua, aditivos, adoquines y bloques, acero de refuerzo. Hormigón premezclado.</p>	<p>Construcción de concha acústica e infraestructura complementaria.</p> <p>Construcción de piscinas e infraestructura complementaria.</p>	<p>Contaminación del aire por material particulado suspendido.</p> <p>Contaminación acústica.</p> <p>Contaminación del aire por emisiones de gases de</p>

		<p>Construcción de sumideros, cámaras y pozos de inspección.</p> <p>Construcción de cisterna y tanque séptico.</p>	<p>combustión, debido a transporte de materiales.</p> <p>Contaminación del suelo por desechos sólidos (restos de encofrado, fundas de cemento).</p> <p>Contaminación del suelo por material de desalojo.</p>
	--	--	--

<p><b>Registro Ambiental</b></p> <p>10. Información del proyecto  11. Datos generales  12. Marco legal referencial  13. Descripción del proceso  14. Descripción del área de implantación  15. Principales impactos ambientales  16. Plan de manejo ambiental (PMA)  17. Inventario forestal  18. Finalización</p>	<b>5. DESCRIPCION DEL AREA DE IMPLANTACION</b>		
	<b>CLIMA</b>		
	Clima	<input checked="" type="checkbox"/> Cálido - húmedo	<input type="checkbox"/> Cálido - seco
	<b>Tipo de Suelo</b>		
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso	<input type="checkbox"/> Arenosos
		<input checked="" type="checkbox"/> Francos	<input type="checkbox"/> Rocosos
		<input type="checkbox"/> Saturados	<input type="checkbox"/> Otros
	<b>Pendiente del Suelo</b>		
Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)	
	<input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)		
<b>Demografía (población mas cercana)</b>			
Demografía	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.	
	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.	
<b>Abastecimiento de agua población</b>			

<b>Registro Ambiental</b> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. <u>Descripción del área de implantación</u> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>Abastecimiento de agua población</b>	
	<input type="checkbox"/> Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable
	<input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria	<input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales
	<input type="checkbox"/> Grifo publico	<input type="checkbox"/> Pozo profundo
	<input type="checkbox"/> Tanquero	
	<b>Evacuación de aguas servidas población</b>	
	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales
	<input type="checkbox"/> Fosa séptica	<input type="checkbox"/> Letrina
	<input type="checkbox"/> Ninguno	
	<b>Electrificación</b>	
<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica	
<input type="checkbox"/> Otra		
<b>Vialidad y acceso a la población</b>		
<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input type="checkbox"/> Vías principales	
<input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras	
<b>Organización social</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)	
<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)		
<b>Componente fauna</b>		
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)	
	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)	
<b>Grupos faunísticos</b>		
<input type="checkbox"/> Anfibios	<input type="checkbox"/> Aves	
<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos	
<input type="checkbox"/> Peces	<input checked="" type="checkbox"/> Reptiles	

E  
Ninguna

<b>Registro Ambiental</b>	<b>6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES</b>		
	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>		
	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FACTOR</b>	<b>IMPACTO</b>
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. <u>Principales impactos ambientales</u> 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Adecuación de campamento	HUMANO	Quejas de la comunidad.
	Limpieza y desbroce	FLORA	Pérdida de vegetación.
	Retiro de árboles	FAUNA	Alteración de hábitat de especies silvestres.
		SUELO	Cambio de uso del suelo.
		HUMANO	Riesgos laborales.
			Generación de empleo.
	Excavación masiva con maquinarias	AIRE	Disminución de la calidad del aire por emisión de gases de combustión.
	Relleno y compactación	SUELO	Emisión de material particulado.
			Generación de ruido.
			Cambio de uso del suelo.
	Construcción de obras civiles (concha acústica, piscinas, infraestructura complementaria, redes hidrosanitarias)	AIRE	Generación de ruido.
		SUELO	Emisión de gases de combustión.
		PAISAJE	Incremento de superficies impermeables.
		HUMANO	Alteración del paisaje.
		SOCIAL	Riesgos laborales.
			Generación de empleo.
			Mejoramiento de la calidad de vida de la población.

### ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

<b>7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)
<b>Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)</b>

Registro Ambiental	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. <u>Plan de manejo ambiental (PMA)</u> 8. Inventario forestal 9. Finalización	<b>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo</b>  Realizar mantenimiento preventivo a maquinaria de movimiento de tierra de acuerdo con las especificaciones del fabricante.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 8	\$ 200 (Indirectos)
	<b>Transporte de materiales de construcción</b>  Todo vehículo para transporte de materiales debe contar con lona debidamente ajustada y en buen estado	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 100 (Indirectos)
	<b>Riesgos a la salud y seguridad de la población</b>  Colocar cerramiento con lona, y utilizar la señalética necesaria para evitar incidentes con personas ajenas a la construcción.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 3 856 \$ 1 344 \$ 314
<b>Plan de manejo de desechos (PMD)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Manejo de residuos líquidos y sólidos no peligrosos (no incluye material de construcción)</b>  Mantener contenedores en un área previamente establecida, que se encuentre limpia y despejada.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 624
<b>Plan de relaciones comunitarias (PRC)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Información y socialización</b>  Organizar al menos tres reuniones de socialización del proyecto con los habitantes del cantón para explicar los beneficios sociales de la obra. Colocar un letrero informativo del proyecto.	Proponente Constructor Fiscalizador	30 días antes de iniciar la construcción	Día 83	\$ 1 620  \$ 733
	<b>Participación ciudadana</b>  Favorecer la contratación de mano de obra local a través de entidades competentes.	Proponente Constructor Fiscalizador	30 días antes de iniciar la construcción	Día 1	\$ 0
<b>Plan de contingencias (PC)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Plan de Contingencias</b>	Proponente	Día 1	Día 82	\$ 5 000

	Requerir un fondo de contingencias por parte de la empresa constructora del proyecto.	Constructor Fiscalizador			(Indirectos)
	<b>Riesgos de trabajo</b>  Mantener abastecido un kit de primeros auxilios en el campamento de la obra.  Solicitar antídoto para mordedura de reptiles para el subcentro de salud del cantón.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 312
<b>Plan de comunicación y capacitación (PCC)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Capacitación y entrenamiento ambiental</b>  Realizar inducción al personal sobre sus funciones y responsabilidades.  Dar a conocer la guía de buenas prácticas ambientales al personal.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 8	\$ 600 (Indirectos)
<b>Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Seguridad y Salud ocupacional – Control de riesgos</b>  Dotar de equipos de protección personal EPPs a los trabajadores y renovarlos cuando ocurra pérdida o daño de estos.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 5 000
	<b>Salud de los trabajadores</b>  Propiciar un servicio de alimentación apropiado a los trabajadores, así como mantener dotación de agua fresca para su consumo.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 8 000 (Indirectos)
<b>Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Seguimiento al Plan de Manejo Ambiental</b>  Contratar a un especialista ambiental que vigile el cumplimiento de los planes de manejo ambiental.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 1	Día 82	\$ 2 000 (Indirectos)
<b>Plan de rehabilitación (PR)</b>					
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>
	<b>Rehabilitación de áreas afectadas</b>	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 76	30 días después de la	\$ 1 920

	Se deberá dotar de árboles y vegetación un área pública de al menos la mitad del área del proyecto, dentro del cantón.			entrega de la obra										
<b>Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)</b>														
	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>	<b>Presupuesto</b>									
	<b>Plan de abandono</b>  Se deberá desmontar las instalaciones temporales y dejar el área limpia para su uso.  Se deberá desalojar todo tipo de desechos sólidos y escombros remanentes en el área del proyecto.	Proponente Constructor Fiscalizador	Día 76	Día 88	\$ 3 120									
<b>Cronograma del Plan de Manejo Ambiental</b>														
	<b>PMA</b>	<b>meses</b>											<b>Costo \$</b>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>													5 814
	<i>Plan de Manejo de Desechos.</i>													624
	<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>													2 353
	<i>Plan de Contingencias.</i>													5 312
	<i>Plan de Comunicación y Capacitación</i>													600
	<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>													13 000
	<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>													2 000
	<i>Plan de Rehabilitación</i>													1 920
	<i>Plan de Cierre, abandono y entrega del área.</i>													3 120
														34 743

<b>Registro Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. <u>Inventario forestal</u> 9. Finalización	<b>8. INVENTARIO FORESTAL</b>  <b>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</b>  <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
---	--

## Apéndice M: Determinación de costos indirectos.

CONCEPTO	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			
	OFICINAS CENTRALES		EN SITIO (Duración de los trabajos)	
	PORCENTAJE	MONTO	PORCENTAJE	MONTO
<b>HONORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES</b>				
PERSONAL DIRECTIVO	1,17%	10.000,00	6,37%	13.600,00
PERSONAL TÉCNICO	0,59%	5.000,00	3,00%	6.400,00
PERSONAL ADMINISTRATIVO	0,59%	5.000,00	1,87%	4.000,00
PERSONAL DE SERVICIO	0,23%	2.000,00	3,00%	6.400,00
CUOTAS PATRONAL (SEGURO SOCIAL)	0,28%	2.420	0,00%	
PRESTACIONES	0,28%	2.400,00	0,00%	
PASAJES Y VIÁTICOS	0,12%	1.000,00	0,00%	
<b>DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS</b>				
EDIFICIOS Y LOCALES				
LOCALES DE MANTENIMIENTO O ESTACIONAMIENTOS	0,03%	250,00	0,00%	
BODEGAS	0,00%	-	0,00%	
INSTALACIONES GENERALES	0,01%	100,00	0,00%	
MOBILIARIO	0,01%	50,00	0,00%	
DEPRECIACIÓN, RENTA Y OPERACIÓN DE VEHÍCULOS	0,01%	100,00	0,00%	
<b>UTILIDAD E IMPREVISTOS</b>				
UTILIDAD	4,69%	40.000,00	0,00%	
CONTINGENCIA	0,59%	5.000,00	0,00%	
<b>GASTOS OFICINA</b>				
PAPELERÍA	0,00%	20,00	0,00%	
TELÉFONO E INTERNET	0,00%	40,00	0,00%	
COPIAS Y ESCANEADO	0,00%	10,00	0,00%	
LUZ Y GAS	0,00%	35,00	0,00%	
AGUA	0,00%	10,00	0,00%	
IMPRESIONES DE PLANOS	0,00%	20,00	0,00%	
			0,00%	
<b>SEGUROS Y FIANZAS</b>				
PRIMAS DE SEGURO	0,12%	1.000,00	0,00%	
PRIMAS DE FIANZAS	0,23%	2.000,00	0,00%	
<b>CAPACITACIÓN</b>				
CONSULTORES Y ASESORES	0,23%	2.000,00	0,00%	

ESTUDIOS E INVESTIGACIONES	0,29%	2.500,00	0,00%	
CAPACITACIÓN	0,07%	600,00	0,00%	
<b>TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES</b>				
CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO	0,00%	20,00	0,00%	
MONTAJE Y DESMONTAJE DE EQUIPO	0,02%	130,00	0,00%	
<b>TOTAL</b>	9,57%	\$81.705,00	14,25%	\$30.400,00
<b>INDIRECTO TOTAL %</b>			23,82%	

**Apéndice N: Presupuesto total del proyecto.**

<b>ÁREA DE PISCINAS</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>RUBRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.01	Letrero de obra	u	1,00	261,34	261,34
1.02	Campamento provisional	u	1,00	4.337,29	4.337,29
1.03	Cerramiento del área con malla plástica	m	762,00	3,80	2.895,60
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.494,23</b>
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA DE PISCINAS</b>				
2.01	Trazos de Niveles y Replanteo	ha	0,25	319,29	79,82
2.02	Excavaciones masivas con maquinaria	m3	3.280,60	1,11	3.641,47
2.03	Compactación con rodillo liso	m2	3.194,00	0,51	1.628,94
2.04	Replanteo f'c=180 kg/cm2	m3	102,88	246,79	25.389,76
2.05	Losa de cimentación f'c=280 Kg/cm2.	m3	385,80	226,61	87.426,14
2.06	Muros de sostenimiento de 20 cm de espesor de f'c=280 Kg/cm2.	m3	89,70	235,29	21.105,51
2.07	Encofrado y desencofrado de muros de sostenimiento 2 caras	m2	448,44	10,49	4.704,14
2.08	Escaleras f'c=280 Kg/cm2	m3	4,30	162,66	699,44
2.09	Encofrado y desencofrado de escaleras	m2	28,54	20,96	598,20
2.10	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm2	kg	41.190,57	3,00	123.571,71
2.11	Revestimiento cerámico gresite	m2	3.020,44	22,79	68.835,83
2.12	Impermeabilización	m2	3.020,44	11,36	34.312,20
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>371.993,14</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS (VESTIDORES, RESTAURANT, CUARTO DE BOMBAS Y TRANSFORMADORES)</b>				
2.01	Trazos de Niveles y Replanteo	ha	0,18	319,29	57,47
3.01	Excavación con máquina para Zapatas	m3	419,76	0,95	398,77
3.02	Relleno con material de sitio para cimientos	m3	387,84	5,15	1.997,38
3.03	Nivelación y apisonado para falso piso o piso, con pison de mano.	m2	264,00	0,83	219,12
3.04	Hormigón mezclado en obra f'c=280 Kg/cm2.	m3	47,87	138,24	6.617,55
3.05	Encofrado y desencofrado de elementos de columnas	m	174,50	16,47	2.874,02
3.06	Encofrado y desencofrado de elementos de vigas	m2	42,40	16,51	700,02

3.07	Encofrado y desencofrado de elementos de zapatas	m2	26,88	19,71	529,80
3.08	Encofrado y desencofrado de elementos de riostras	m2	42,40	17,19	728,86
2.10	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm2	kg	6.380,50	3,00	19.141,50
3.09	Mamposteria de bloque pesado, 9*20*40 cm	m2	472,20	9,83	4.641,73
3.10	Enlucido de paredes interior y exterior	m2	944,40	6,64	6.270,82
3.11	Mesones incluye armadura y encofrado	m	20,80	26,07	542,26
3.12	Pintura de caucho interior satinada y exterior	m3	944,40	1,70	1.605,48
3.13	Piso ceramico de 30x30 cm	m2	240,00	11,51	2.762,40
3.14	Contrapisos 100 mm	m2	264,00	33,14	8.748,96
3.15	Cubierta de Steel-Panel	m2	353,03	25,33	8.942,25
3.16	Estructura metálica para cubiertas	kg	878,32	4,08	3.583,55
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>70.361,92</b>
<b>4</b>	<b>EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS</b>				
4.01	Ventanas de Aluminio y Vidrio 6 mm	m2	22,72	64,14	1.457,26
4.02	Divisiones de Acero Inoxidable en Baños	m2	64,50	57,69	3.721,01
4.03	Puertas de acero inoxidable para Baños	u	22,00	241,03	5.302,66
4.04	Puerta tol c/marco incluye cerradura	m2	18,90	203,17	3.839,91
4.05	Toboganes de resina poliester UV	u	1,00	36.243,25	36.243,25
4.06	Hongos de resina poliester	u	3,00	3.147,65	9.442,95
4.08	Escalera metálica de tubo galvanizado	m	10,80	88,09	951,37
4.10	Lavamanos empotrable blanco	u	11,00	106,61	1.172,71
4.11	Inodoro blanco con depósito	u	14,00	131,37	1.839,18
4.12	Urinario blanco	u	9,00	109,30	983,70
4.13	Llave de control presmatic para lavamanos	u	11,00	23,62	259,82
4.14	Llave de Control Presmatic de urinario	u	9,00	69,62	626,58
4.15	Llave de duchas	u	4,00	69,62	278,48
4.16	Ducha sencilla	u	4,00	22,96	91,84
4.17	Sistema de filtración	u	1,00	19.056,14	19.056,14
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>85.266,86</b>
<b>5</b>	<b>JARDINERÍA Y EXTERIORES</b>				
5.01	Piso de Adoquín Peatonal multicolor	m2	2.205,00	27,83	61.365,15
5.02	Caminera de hormigón simple f'c =210 kg/cm2 inc. Malla	m2	182,62	18,13	3.310,90
5.03	Bordillos de Hormigón Simple	m	462,00	25,62	11.836,44
5.04	Césped san agustin	m2	2.871,55	3,95	11.342,62
5.05	Palma bismark	u	26,00	38,28	995,28

					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>88.850,39</b>
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUA POTABLE</b>				
6.01	Puntos de agua potable PVC de 20 mm	u	47,00	29,96	1.408,12
6.02	Tubería PVC presión Ø20 mm incluye accesorios	m	63,25	3,29	208,09
6.03	Tubería PVC presión Ø25 mm incluye accesorios	m	62,34	4,56	284,27
6.04	Tubería PVC presión Ø32 mm incluye accesorios	m	21,08	4,74	99,92
6.05	Medidor de agua potable	u	4,00	70,27	281,08
6.06	Llave de manguera Ø20mm	u	3,00	13,22	39,66
6.07	Acometida para Agua Potable D= 25 mm	m	32,00	8,00	256,00
6.08	Acometida para Agua Potable D= 50 mm	m	13,17	10,60	139,60
6.09	Llave de paso cromada	u	19,00	12,51	237,69
6.10	Caja de registro de Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2 para AAPP	u	3,00	126,72	380,16
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.334,59</b>
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUAS SERVIDAS</b>				
7.01	Puntos de aguas servidas 50 mm.	u	20,00	22,83	456,60
7.02	Puntos de aguas servidas 75 mm.	u	3,00	23,07	69,21
7.03	Puntos de aguas servidas 110 mm.	u	14,00	29,41	411,74
7.04	Punto de ventilación	u	23,00	33,77	776,71
7.05	Rejilla cromada para piso	u	16,00	13,59	217,44
7.06	Tubería de aguas servidas de 50 mm.	m	95,00	7,25	688,75
7.07	Tubería de aguas servidas de 75 mm.	m	26,00	13,09	340,34
7.08	Tubería de aguas servidas de 110 mm.	m	52,00	15,66	814,32
7.09	Red de aguas servidas a cámara de red pública 160mm	m	63,00	18,70	1.178,10
7.10	Caja de registro	u	10,00	106,96	1.069,60
7.11	Caja de registro interior (0,4 x 0,4m) sin tapa	u	8,00	26,97	215,76
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.238,57</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUAS LLUVIAS</b>				
8.01	Canalon de aguas lluvias PVC	m	84,00	16,78	1.409,52
8.02	Bajantes de PVC 75 mm.	m	20,80	9,31	193,65
8.03	Bajantes de PVC 50 mm.	m	5,60	6,36	35,62
8.04	Sumidero prefabricado 0,4 x 0,75m	u	4,00	140,46	561,84
8.05	Cajas de registro de 0,4 m. x 0,40 m.	u	8,00	93,80	750,40
8.06	Red de evacuación de aguas lluvias 75 mm.	m	19,31	10,43	201,40
8.07	Red de evacuación de aguas lluvias 110 mm.	m	10,24	13,90	142,34

					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.294,76</b>
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				
9.01	Punto de iluminación 120 V	u	24,00	6,58	157,92
9.02	Punto de Tomacorriente 120 V	u	13,00	7,36	95,68
9.03	Punto de Tomacorriente 240V	u	6,00	13,03	78,18
9.04	Luminaria LED ODB 15W 5000K	u	20,00	69,83	1.396,60
9.05	Luminaria LED Tipo Campana 20W 5000K	u	4,00	154,24	616,96
9.06	Interruptor Simple	u	4,00	7,36	29,44
9.07	Interruptor Doble	u	10,00	9,21	92,10
9.08	Luces de emergencia	u	1,00	72,81	72,81
9.09	Tomacorriente 120 V	u	13,00	8,80	114,40
9.10	Tomacorriente 240 V	u	6,00	15,00	90,00
9.11	Tablero de distribución de 12 a 24 Espacios	u	5,00	640,32	3.201,60
9.12	Alimentador Iluminación 120 V (Cable 1#12+N#14 - Tubo PVC D=1/2")	m	225,00	4,16	936,00
9.13	Alimentador Tomacorriente 120 V(Cable 1#12 + N#14 - Tubo PVC D=1/2")	m	125,00	4,33	541,25
9.14	Alimentador Tomacorriente 240 V (Cable 2#8 + N#10 - Tubo PVC D=1")	m	35,00	7,43	260,05
9.15	Suministro de postes metálicos H=3.50 m	u	6,00	788,00	4.728,00
9.16	Instalación de postes metálicos H=3.50 m	u	6,00	65,22	391,32
9.17	Suministro e instalación de base para poste metálico H=3.50 m	u	6,00	217,09	1.302,54
9.18	Luminaria reflector tipo vapor de sodio 250 W 24 V	u	6,00	562,51	3.375,06
9.19	Tubería PVC 2" tipo pesada	m	100,00	8,15	815,00
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>18.294,91</b>
<b>10</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>				
10.01	Letreros de señalización	u	4,00	78,59	314,36
10.02	Cinta de peligro	m	800,00	1,76	1.408,00
10.03	Equipos de protección personal	u	50,00	101,53	5.076,50
10.04	Kit de primeros auxilios	u	1,00	321,93	321,93
10.05	Charlas de socialización a la comunidad	u	3,00	445,75	1.337,25
10.06	Rehabilitación de áreas verdes	u	0,40	4.952,80	1.981,12
10.07	Contenedores de desechos no peligrosos	u	1,00	643,86	643,86
10.08	Retiro de construcciones provisionales	global	1,00	3.225,53	3.225,53
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>14.308,55</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>669.437,94</b>

<b>ÁREA DE CONCHA ACÚSTICA</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>RUBRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>11</b>	<b>ESTRUCTURA DE CONCHA ACÚSTICA</b>				
2.01	Trazos de Niveles y Replanteo	ha	0,15	319,29	47,89
2.02	Excavaciones masivas con maquinaria	m3	111,57	1,11	123,84
2.03	Compactación con rodillo liso	m2	1.500,00	0,51	765,00
2.04	Replanteo f'c=180 kg/cm2	m3	7,51	246,79	1.853,39
2.06	Muros de sostenimiento de 20 cm de espesor de f'c=280 Kg/cm2.	m3	45,90	235,29	10.799,81
2.07	Encofrado y desencofrado de muros de sostenimiento 2 caras	m2	136,00	10,49	1.426,64
2.08	Escaleras f'c=280 Kg/cm2	m3	3,79	162,66	616,48
2.09	Encofrado y desencofrado de escaleras	m2	14,04	20,96	294,28
2.10	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm2	kg	17.290,46	3,00	51.871,38
3.14	Contrapisos 100 mm	m2	203,00	33,14	6.727,42
2.13	Cerámica exterior arcilla natural	m2	203,00	20,30	4.120,90
2.14	Hormigón premezclado para cimentaciones f'c=280 Kg/cm2	m3	31,85	224,04	7.135,67
2.15	Hormigón premezclado para losa cascarón f'c=280 kg/cm2	m3	26,51	231,70	6.142,37
2.16	Encofrado y desencofrado para cascarón	m2	176,70	14,05	2.482,64
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>94.407,72</b>
<b>12</b>	<b>ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS (VESTIDORES, HALL, BAÑOS Y BAR)</b>				
2.01	Trazos de Niveles y Replanteo	ha	0,03	319,29	9,58
3.01	Excavación con máquina para Zapatas	m3	4.470,11	0,95	4.246,60
3.02	Relleno con material de sitio para cimientos	m3	448,66	5,15	2.310,60
3.03	Nivelación y apisonado para falso piso o piso, con pison de mano.	m2	230,00	0,83	190,90
2.04	Replanteo f'c=180 kg/cm2	m3	2,88	246,79	710,76
3.04	Hormigón mezclado en obra f'c=280 Kg/cm2.	m3	101,50	138,24	14.031,36
3.05	Encofrado y desencofrado de elementos de columnas	m	175,50	16,47	2.890,49
3.06	Encofrado y desencofrado de elementos de vigas	m2	47,45	16,51	783,40
3.07	Encofrado y desencofrado de elementos de zapatas	m2	28,80	19,71	567,65
3.08	Encofrado y desencofrado de elementos de riostras	m2	47,45	17,19	815,67
2.10	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm2	kg	10.348,46	3,00	31.045,38

3.09	Mamposteria de bloque pesado, 9*20*40 cm	m2	582,10	9,83	5.722,04
3.10	Enlucido de paredes interior y exterior	m2	1.164,20	6,64	7.730,29
3.11	Mesones incluye armadura y encofrado	m	24,38	26,07	635,59
3.12	Pintura de caucho interior satinada y exterior	m3	1.164,20	1,70	1.979,14
3.13	Piso ceramico de 30x30 cm	m2	230,00	11,51	2.647,30
3.14	Contrapisos 100 mm	m2	230,00	33,14	7.622,20
3.18	Encofrado y desencofrado de losa	m2	230,00	15,82	3.638,60
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>87.577,53</b>
<b>13</b>	<b>EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS</b>				
4.01	Ventanas de Aluminio y Vidrio 6 mm	m2	15,10	64,14	968,51
4.02	Divisiones de Acero Inoxidable en Baños	m2	109,20	57,69	6.299,75
4.03	Puertas de acero inoxidable para Baños	u	33,00	241,03	7.953,99
4.04	Puerta tol c/marco incluye cerradura	m2	27,51	203,17	5.589,21
4.07	Barandilla de tubo galvanizado de 2"	m	22,44	88,09	1.976,74
4.10	Lavamanos empotrable blanco	u	22,00	106,61	2.345,42
4.11	Inodoro blanco con depósito	u	22,00	131,37	2.890,14
4.12	Urinario blanco	u	11,00	109,30	1.202,30
4.13	Llave de control presmatic para lavamanos	u	22,00	23,62	519,64
4.14	Llave de Control Presmatic de urinario	u	11,00	69,62	765,82
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>30.511,52</b>
<b>14</b>	<b>GRADERÍOS, JARDINES Y EXTERIORES</b>				
5.01	Piso de Adoquín Peatonal multicolor	m2	1.860,00	27,83	51.763,80
5.03	Bordillos de Hormigón Simple	m	183,53	25,62	4.702,04
5.04	Cesped san agustin	m2	1.163,00	3,95	4.593,85
5.05	Palma bismark	u	14,00	38,28	535,92
5.06	Piso de Adoquín Ecológico	m2	460,00	32,03	14.733,80
5.07	Asientos de hormigón, incluye armadura y encofrado	m	475,20	123,00	58.449,60
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>134.779,0</b>
<b>15</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUA POTABLE</b>				
6.01	Puntos de agua potable PVC de 20 mm	u	58,00	29,96	1.737,68
6.02	Tubería PVC presión Ø20 mm incluye accesorios	m	16,71	3,29	54,98
6.03	Tubería PVC presión Ø25 mm incluye accesorios	m	76,72	4,56	349,84
6.04	Tubería PVC presión Ø32 mm incluye accesorios	m	18,39	4,74	87,17

6.05	Medidor de agua potable	u	2,00	70,27	140,54
6.06	Llave de manguera Ø20mm	u	2,00	13,22	26,44
6.09	Llave de paso cromada	u	22,00	12,51	275,22
6.10	Caja de registro de Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2 para AAPP	u	2,00	126,72	253,44
6.11	Acometida para Agua Potable D=32 mm	m	9,12	9,23	84,18
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.009,49</b>
<b>16</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUAS SERVIDAS</b>				
7.01	Puntos de aguas servidas 50 mm.	u	37,00	22,83	844,71
7.02	Puntos de aguas servidas 75 mm.	u	2,00	23,07	46,14
7.03	Puntos de aguas servidas 110 mm.	u	22,00	29,41	647,02
7.04	Punto de ventilación	u	54,00	33,77	1.823,58
7.05	Rejilla cromada para piso	u	5,00	13,59	67,95
7.06	Tubería de aguas servidas de 50 mm.	m	76,88	7,25	557,38
7.07	Tubería de aguas servidas de 75 mm.	m	6,41	13,09	83,91
7.08	Tubería de aguas servidas de 110 mm.	m	112,83	15,66	1.766,92
7.09	Red de aguas servidas a cámara de red pública 160mm	m	26,50	18,70	495,55
7.10	Caja de registro	u	10,00	106,96	1.069,60
7.11	Caja de registro interior (0,4 x 0,4m) sin tapa	u	15,00	26,97	404,55
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.807,30</b>
<b>17</b>	<b>INSTALACIONES PARA AGUAS LLUVIAS</b>				
8.02	Bajantes de PVC 75 mm.	m	18,00	9,31	167,58
8.04	Sumidero prefabricado 0,4 x 0,5m	u	4,00	140,46	561,84
8.05	Cajas de registro de 0,4 m. x 0,40 m.	u	2,00	93,80	187,60
8.07	Red de evacuación de aguas lluvias 110 mm.	m	91,20	13,90	1.267,68
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.184,70</b>
<b>18</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				
9.01	Punto de iluminación 120 V	u	40,00	6,58	263,20
9.02	Punto de Tomacorriente 120 V	u	38,00	7,36	279,68
9.03	Punto de Tomacorriente 240V	u	6,00	13,03	78,18
9.04	Luminaria LED ODB 15W 5000K	u	32,00	69,83	2.234,56
9.05	Luminaria LED Tipo Campana 20W 5000K	u	8,00	154,24	1.233,92
9.06	Interruptor Simple	u	4,00	7,36	29,44
9.07	Interruptor Doble	u	18,00	9,21	165,78
9.08	Luces de emergencia	u	2,00	72,81	145,62
9.09	Tomacorriente 120 V	u	38,00	8,80	334,40

9.10	Tomacorriente 240 V	u	6,00	15,00	90,00
9.11	Tablero de distribución de 12 a 24 Espacios	u	7,00	640,32	4.482,24
9.12	Alimentador Iluminación 120 V (Cable 1#12+N#14 - Tubo PVC D=1/2")	m	303,26	4,16	1.261,56
9.13	Alimentador Tomacorriente 120 V(Cable 1#12 + N#14 - Tubo PVC D=1/2")	m	359,16	4,33	1.555,16
9.14	Alimentador Tomacorriente 240 V (Cable 2#8 + N#10 - Tubo PVC D=1")	m	27,47	7,43	204,10
9.15	Suministro de postes metálicos H=3.50 m	u	8,00	788,00	6.304,00
9.16	Instalación de postes metálicos H=3.50 m	u	8,00	65,22	521,76
9.17	Suministro e instalación de base para poste metálico H=3.50 m	u	8,00	217,09	1.736,72
9.18	Luminaria reflector tipo vapor de sodio 250 W 24 V	u	8,00	562,51	4.500,08
9.19	Tubería PVC 2" tipo pesada	m	200,00	8,15	1.630,00
					-
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>27.050,41</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>387.327,6</b>

