



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Kevin Stuardo Raymundo Flores**

Asesorado por el Ing. José Félix de León Girón

Guatemala, marzo de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KEVIN STUARDO RAYMUNDO FLORES**  
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ FÉLIX DE LEÓN GIRÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA MARZO DE 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera      |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez   |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran         |
| VOCAL IV   | Br. Christian Moisés de la Cruz Leal  |
| VOCAL V    | Br. Kevin Armando Cruz Lorente        |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Huberto Rivera Pérez        |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco    |
| EXAMINADOR | Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria   |
| EXAMINADOR | Ing. Juan Ramón Ordoñez Hernández     |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 30 de octubre de 2018.

**Kevin Stuardo Raymundo Flores**





Guatemala, 21 de agosto del 2020

Ingeniero  
**Juan Carlos Linares Cruz**  
Jefe del Departamento de Planeamiento  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

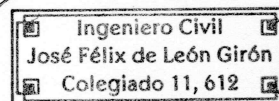
Ingeniero Linares:

Reciba un cordial saludo.

Por este medio me dirijo a usted para informarle que he asesorado al estudiante **KEVIN STUARDO RAYMUNDO FLORES**, con carné **201313648** en el trabajo de graduación **"PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, y habiendo determinado que se alcanzan los objetivos trazados, considero que el mismo satisface los requisitos necesarios para ser aprobado.

Sin otro particular, y agradeciendo su atención a la presente, me suscribo.

  
Ing. José Félix de León Girón  
Asesor







Guatemala, 01 de septiembre de 2020  
EIC-JP-009-2020/jcl

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

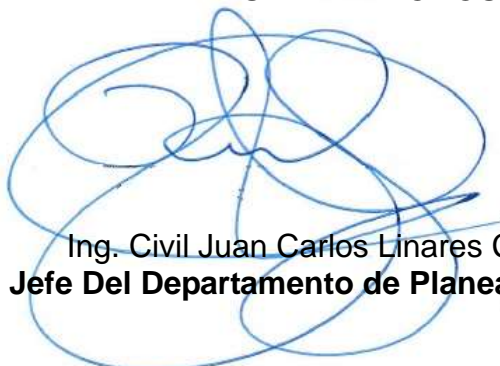
Ingeniero Aguilar:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Kevin Stuardo Raymundo Flores, quien contó con la asesoría del Ingeniero José Félix de León Girón.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la Ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Civil Juan Carlos Linares Cruz  
**Jefe Del Departamento de Planeamiento**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

Cc: Estudiante Kevin Stuardo Raymundo Flores  
Archivo







El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. José Félix De León Girón y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Juan Carlos Linares Cruz al trabajo de graduación del estudiante Kevin Stuardo Raymundo Flores **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Armando Fuentes Roca  
Director Escuela Ingeniería Civil

Guatemala, febrero 2021  
/mrrm.





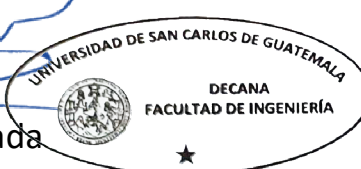
DTG. 083.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ, EN EL ÁREA DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS, LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**, presentado por el estudiante universitario: **Kevin Stuardo Raymundo Flores**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Anabela Cordova Estrada  
Decana



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, marzo de 2021.

AACE/asga





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser mi todo en todo, el centro de mi vida, y el dador de la sabiduría. Gracias a Él, hoy culmino esta etapa.

### **Mis padres**

Pedro Raymundo e Hilda Flores de Raymundo, por ser mi inspiración y mi apoyo en todo momento. Por trabajar arduamente para que yo pudiera tener la oportunidad de estudiar.

### **Mi novia**

Karen Roca, por inspirarme a terminar lo que empecé, por motivarme alcanzar mis sueños.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |   |
|---|---|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por ser mi casa de estudios, en donde reí, luché y logré terminar lo que un día me propuse.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                 | Por ser una Facultad que siempre busca que sus alumnos aprendan de la mejor manera posible.   |
| <b>Mis amigos de la Facultad</b>              | José Roche, Jorge Maldonado, Andrés Castro, por ser mis compañeros a lo largo del camino.   |
| <b>Ing. Juan Marcos Chacón Aguilar</b>        | Por ser un excelente amigo y mentor, porque nunca olvidaré la Escuela de Vacaciones en la que no tenía recursos para estudiar y él decidió cubrir los gastos. |
| <b>Ing. José Félix de León Girón</b>          | Por decidir invertir tiempo en asesorarme en este trabajo de graduación, para concluir mi carrera.  |



## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....   | V    |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....   | IX   |
| GLOSARIO .....  | XI   |
| RESUMEN.....  | XIII |
| OBJETIVOS.....  | XV   |
| INTRODUCCIÓN .....  | XVII |
| <br>  |      |
| 1. DISCAPACIDAD .....   | 1    |
| 1.1. Discapacidad en Guatemala.....   | 1    |
| 1.2. Tipos de discapacidad .....  | 2    |
| 1.2.1. Discapacidad motriz .....  | 2    |
| 1.2.2. Discapacidad sensorial .....   | 3    |
| 1.2.3. Discapacidad psiquiátrica .....  | 4    |
| 1.3. Discapacidad en la población universitaria.....  | 4    |
| 1.3.1. Antecedentes.....  | 4    |
| 1.3.2. Políticas de atención a la población con<br>discapacidad en la Universidad de San Carlos de<br>Guatemala ..... | 6    |
| 1.3.3. Discapacidad en la Facultad de Ingeniería.....   | 7    |
| <br>  |      |
| 2. ÁREA DE TRABAJO .....  | 9    |
| 2.1. Unidades por trabajar .....  | 9    |
| 2.1.1. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y<br>Recursos Hidráulicos (ERIS) .....                                | 10   |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.1.2. | Mecánica de suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería..... | 12 |
| 2.1.3. | Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.....                    | 14 |
| 2.2.   | Estudio topográfico del terreno .....                               | 15 |
| 2.2.1. | Localización.....   | 15 |
| 2.2.2. | Metodología de medición .....                                       | 15 |
| 2.2.3. | Datos obtenidos de la medición .....                                | 16 |
| 3.     | INFRAESTRUCTURA.....  | 17 |
| 3.1.   | Espacios interiores.....  | 17 |
| 3.1.1. | Puertas.....  | 17 |
| 3.1.2. | Pasamanos .....   | 20 |
| 3.1.3. | Escaleras.....  | 21 |
| 3.1.4. | Dispositivos tecnológicos para escaleras.....                       | 25 |
| 3.1.5. | Sanitarios .....  | 28 |
| 3.2.   | Espacios exteriores.....  | 36 |
| 3.2.1. | Banquetas .....   | 36 |
| 3.2.2. | Rampas.....   | 38 |
| 3.2.3. | Parqueos.....   | 41 |
| 4.     | COSTOS.....   | 43 |
| 4.1.   | Costos para espacios interiores .....                               | 43 |
| 4.1.1. | Puertas.....  | 43 |
| 4.1.2. | Pasamanos .....   | 43 |
| 4.1.3. | Dispositivos tecnológicos para escaleras.....                       | 45 |
| 4.1.4. | Sanitario .....   | 46 |
| 4.1.5. | Costo total para espacios interiores .....                          | 55 |
| 4.2.   | Costos para espacios exteriores .....                               | 56 |
| 4.2.1. | Banquetas .....   | 56 |

|                       |   |    |
|-----------------------|---|----|
| 4.2.2.                | Rampa .....                               | 57 |
| 4.2.3.                | Parqueos .....                            | 59 |
| 4.2.4.                | Costo total para espacios exteriores..... | 60 |
| 4.3.                  | Costo total de implementación .....       | 60 |
| CONCLUSIONES .....    |   | 63 |
| RECOMENDACIONES ..... |   | 65 |
| BIBLIOGRAFÍA.....     |   | 67 |
| APÉNDICES .....       |   | 69 |





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Imagen satelital de Universidad de San Carlos de Guatemala ubicada en zona 12, ciudad de Guatemala .....               | 10 |
| 2.  | Imagen satelital de área de Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.....                       | 11 |
| 3.  | Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.....   | 12 |
| 4.  | Edificio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería .....                                       | 13 |
| 5.  | Edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).....  | 14 |
| 6.  | Planta de módulo de escaleras del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.....  | 22 |
| 7.  | Perfil del módulo de escaleras del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos..... | 23 |
| 8.  | Planta de módulo de escaleras del edificio de Mecánica de Suelos .....   | 24 |
| 9.  | Perfil de módulo de escaleras del edificio de Mecánica de Suelos .....   | 24 |
| 10. | Silla sube escaleras .....   | 26 |
| 11. | Radio de giro de una persona en silla de ruedas .....  | 29 |
| 12. | Planta de artefacto sanitario.....   | 30 |
| 13. | Perfil de artefacto sanitario.....   | 31 |
| 14. | Primera ubicación propuesta.....   | 33 |
| 15. | Segunda ubicación propuesta.....   | 34 |
| 16. | Planta del diseño propuesto de baños .....   | 35 |
| 17. | Perfil de barras laterales en inodoro .....  | 36 |
| 18. | Banquetas actuales de los edificios de ERIS y Mecánica de Suelos .....   | 37 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 19. | Banquetas actuales en el edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado..... | 38 |
| 20. | Vista isométrica de rampa propuesta.....   | 40 |
| 21. | Planta de rampa y nuevo módulo de gradas .....   | 41 |
| 22. | Parqueos para personas con discapacidad motriz .....                                     | 42 |

## TABLAS

|        |   |    |
|--------|---|----|
| I.     | Puertas en el edificio de ERIS, clasificadas según medidas.....                 | 18 |
| II.    | Puertas en el edificio de mecánica de suelos, clasificadas según medidas .....  | 19 |
| III.   | Puertas en el edificio de EPS, clasificadas según medidas.....                  | 19 |
| IV.    | Precios unitarios por metro lineal de baranda.....                              | 44 |
| V.     | Precio total por barandas para un módulo de gradas .....                        | 44 |
| VI.    | Precio total para ambos módulos .....   | 45 |
| VII.   | Precio de plataforma sube escaleras, modelo Stratos.....                        | 46 |
| VIII.  | Precio total por dos plataformas sube escaleras .....                           | 46 |
| IX.    | Precios unitarios de columna 15 cm x 15 cm.....                                 | 47 |
| X.     | Precios unitarios cimentación 40 cm x 40 cm .....                               | 48 |
| XI.    | Precios unitarios de muro .....   | 49 |
| XII.   | Precios unitarios de solera 15 cm x 15 cm .....                                 | 49 |
| XIII.  | Precios unitarios de losa.....  | 50 |
| XIV.   | Precios unitarios de piso.....  | 51 |
| XV.    | Precios unitarios de artefactos sanitarios .....                                | 52 |
| XVI.   | Instalaciones eléctricas.....   | 53 |
| XVII.  | Costo por módulo de sanitarios .....  | 54 |
| XVIII. | Costo total por dos módulos de sanitarios .....                                 | 54 |
| XIX.   | Costo total para espacios interiores, incluyendo el módulo sube escaleras ..... | 55 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| XX.     | Costo total para espacios interiores, no incluyendo el módulo sube escaleras..... | 55 |
| XXI.    | Precios unitarios para banquetas.....   | 56 |
| XXII.   | Precio por el total de metros cuadrados de banquetas.....                         | 57 |
| XXIII.  | Precios unitarios de rampa.....   | 58 |
| XXIV.   | Precio total de rampa.....  | 59 |
| XXV.    | Precio de señalización para ubicación de parqueos especiales.....                 | 59 |
| XXVI.   | Costo total para espacios exteriores.....   | 60 |
| XXVII.  | Precio total de implementación, con módulo sube escaleras.....                    | 60 |
| XXVIII. | Costo total de implementación, sin módulo sube escaleras.....                     | 61 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b> |
|----------------------|--------------------|
| <b>cm</b>            | Centímetro         |
| <b>\$</b>            | Dólar americano    |
| <b>kg</b>            | Kilogramo          |
| <b>Lb</b>            | Libra              |
| <b>m</b>             | Metro              |
| <b>ml</b>            | Metro lineal       |
| <b>m<sup>2</sup></b> | Metro cuadrado     |
| <b>m<sup>3</sup></b> | Metro cúbico       |
| <b>“</b>             | Pulgada            |



## GLOSARIO

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>CONADI</b>   | Consejo Nacional para la Atención de Personas con Discapacidad.   |
| <b>Diámetro</b> | Dimensión que describe la doble longitud del radio.   |
| <b>DIGA</b>     | Dirección General de Administración.  |
| <b>ERIS</b>     | Escuela Regional de Ingeniería.   |
| <b>EPS</b>      | Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.  |
| <b>INE</b>      | Instituto Nacional de Estadística.  |
| <b>Planta</b>   | Vista ortogonal superior de una figura, la cual se plasma en un plano.  |
| <b>Radio</b>    | Dimensión de un círculo que describe la longitud desde el punto central hacia cualquier punto en su circunferencia. |





## **RESUMEN**

En el presente trabajo de graduación se investigaron los conceptos que abarca la discapacidad motriz y se recopilaron datos de la población estudiantil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el uso de la estadística se obtuvo la muestra del número de personas que poseen dicha condición dentro de la Facultad de Ingeniería.

El análisis también involucra otros edificios de la Facultad, el área que comprende la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Mecánica de Suelos y la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. Parte del trabajo implicó analizarlas para la colocación de módulos de infraestructura que sean de utilidad para personas con discapacidad motriz a fin de que se puedan integrar a la infraestructura actual.

Se realizó un diagnóstico, analizando el terreno, los edificios existentes y sus características, se determinó las ubicaciones ideales para la implementación de obras civiles que faciliten la movilización de personas con discapacidad motriz y se hizo la integración de precios unitarios para determinar el costo para interiores y exteriores y, de esa manera, obtener un costo total.

Se concluyó y recomendó con base en los resultados de la investigación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Propuesta de la implementación de una infraestructura para personas con discapacidad motriz, en el área de Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Unidad de Ejercicio de Práctica Supervisada y Mecánica de Suelos.

### **Específicos**

1. Estimar el costo de la propuesta de la implementación de una infraestructura para personas con discapacidad motriz, en el área analizada.
2. Determinar la viabilidad técnica de la propuesta de la implementación de Sillas Sube Escaleras en los edificios de Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Mecánica de Suelos.
3. Definir las ubicaciones óptimas para la colocación de rampas para silla de ruedas en el área analizada.
4. Establecer la mejor ubicación para la colocación del servicio sanitario para personas con discapacidad motriz.



## INTRODUCCIÓN

La educación superior en Guatemala ha sido cuestionada a lo largo de los años por la falta de políticas que beneficien a sectores marginados en el país. En materia de academia, muchas partes de la población se han visto afectadas, pues no se proveen condiciones que favorezcan a la igualdad de los habitantes para desarrollarse integralmente.

Un grupo que se ha visto rezagado respecto de la población en general, es el de las personas que presentan alguna discapacidad. Dado que las universidades del país no cuentan con infraestructuras que favorezcan la inclusión de esta parte de la población, se ha hecho difícil que puedan tener acceso a la educación superior. Tan solo el 14,00 % de personas que presentan alguna discapacidad, recibe educación, según datos del Ministerio de Educación.

Como parte del apoyo a la inclusión a las personas con discapacidad motriz, se plantea la construcción de módulos de obra civil dentro de los edificios de Mecánica de Suelos, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, así como en sus alrededores. Estos facilitarán la movilización de personas con dificultad para caminar o subir gradas, dentro del área mencionada.

Lo anterior, coadyuvará a que personas con dichas dificultades puedan tener acceso a una mejor educación superior.



# 1. DISCAPACIDAD

Se define discapacidad como “la restricción, o falta de capacidad, para realizar actividades humanas, dentro de los parámetros que son normales para un individuo en el campo físico, mental, sensorial o intelectual.”<sup>1</sup>

Estas restricciones se clasifican según el tipo de impedimento que representan. Las hay visual, auditiva, motriz, sensorial, psiquiátrica, entre otras.

Las principales causas de discapacidad son:

- Enfermedades congénitas
- Enfermedades somáticas no congénitas
- Lesiones traumáticas
- Trastorno psiquiátrico

Ejemplos de discapacidad pueden ser: la dificultad para ver, escuchar y hablar con normalidad, para caminar o mover los brazos, etcétera.

## 1.1. Discapacidad en Guatemala

Datos de la Encuesta de Discapacidad, realizada en 2016 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en conjunto con el Consejo Nacional Para la Atención de Personas con Discapacidad (CONADI), muestran que un 10,20 % de la población total del país, presenta algún tipo de discapacidad.

---

<sup>1</sup> Creararquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala*. p. 10.

Si se toma en cuenta que la proyección de población por parte del INE para 2019 es de aproximadamente 17,50 millones de personas, se estaría hablando de cerca 1,80 millones de habitantes con discapacidad.

## **1.2. Tipos de discapacidad**

Existen varias clasificaciones de discapacidad, entre las que se puede mencionar la discapacidad motriz, discapacidad sensorial y discapacidad psiquiátrica.

### **1.2.1. Discapacidad motriz**

Se define como discapacidad motriz a aquella que: “se refiere al estado de restricción en el que las facultades de locomoción de una persona se ven mermadas parcial o totalmente”<sup>2</sup>. Esta se puede clasificar en ambulatoria y no ambulatoria.”

#### **1.2.1.1. Discapacidad motriz ambulatoria**

La restricción de actividades se da en forma parcial. En este tipo de discapacidad, las personas se ayudan por elementos externos para desplazarse (muletas de codo o axila, bastones, trípodes).

#### **1.2.1.2. Discapacidad motriz no ambulatoria**

Se refiere a aquella condición en la que una persona tiene sus facultades de locomoción tan dañadas, que le resulta imposible desplazarse, levantarse; o

---

<sup>2</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala*. p. 12.



apenas puede moverse con ayuda de terceros. En esta condición, se precisa el uso de silla de ruedas.

## **1.2.2. Discapacidad sensorial**

Se define la discapacidad sensorial como “la discapacidad de uno o varios de los sentidos que básicamente se utiliza para referirse a la discapacidad auditiva o visual.”<sup>3</sup> La pérdida parcial de la vista o incluso la ceguera, son ejemplos de esta, como la sordera parcial o total.

Lo anterior no significa que no pueda haber impedimentos en otros sentidos, como lo pueden ser el olfativo y el gustativo, así como discapacidades somato-sensoriales, como la falta de tacto o la falta de sensibilidad al frío o calor.

### **1.2.2.1. Discapacidad visual**

Es el término utilizado para referirse a todas las formas de deficiencia visual severas. Las causas de la discapacidad visual, pueden ser patologías congénitas, virus de diferentes orígenes que puedan afectar directamente el sentido de la vista.

### **1.2.2.2. Discapacidad auditiva**

Es el término usado para referirse al déficit parcial o total de la audición en uno o ambos oídos. Este se clasifica por el grado de pérdida.

---

<sup>3</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala*. p. 12.

### **1.2.3. Discapacidad psiquiátrica**

La discapacidad psiquiátrica se refiere al conjunto de condiciones mentales y emocionales que afectan al desenvolvimiento de una persona dentro de actividades normales del ser humano. Esta discapacidad puede influir también en el aprendizaje, el desenvolvimiento social, entre otros.

### **1.3. Discapacidad en la población universitaria**

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con un total de 188 798 estudiantes matriculados para el ciclo escolar 2018, según datos del departamento de registro y estadística.

Datos del Informe Estadístico Estudiantil 2019, realizado en el lapso comprendido entre diciembre de 2018 y julio de 2019, muestran que el 2,30 % de los estudiantes de la universidad presenta dificultad permanente para caminar o subir escalones. De estos, ciento doce personas manifestaron no poder caminar ni subir escalones.

#### **1.3.1. Antecedentes**

Datos de la encuesta realizada por el CONADI en 2005, mostraron que un total del 98,00 % de personas con discapacidad, no recibía ninguna formación laboral, y que solo un porcentaje cercano al 1,00 % recibía educación de nivel medio o superior. La institución indicó que los ámbitos de incidencia y desenvolvimiento de las personas con discapacidad, carecen de las condiciones necesarias para que puedan desempeñarse con normalidad, provocando que sean marginados, impidiendo que puedan ser independientes y autosuficientes en el ámbito económico.

La Constitución Política de la República dice en su artículo 82 que a la Universidad de San Carlos, como única universidad estatal le corresponde con exclusividad, dirigir, organizar y desarrollarla educación superior del Estado y la educación profesional universitaria estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Lo anterior describe un proceso de educación incluyente.

Alrededor del tema de discapacidad se han realizado algunas acciones aisladas desde distintos escenarios. Los esfuerzos en esta materia, a lo interno de sus diferentes unidades, centros universitarios y áreas administrativas se expresa en acciones específicas y puntuales, como elaboración de tesis de graduación, proyectos, investigaciones, remodelación de ciertas áreas, y otros. Sin embargo, la atención a la población con discapacidad en la Universidad demanda una propuesta integral, que sea pensada desde la administración central, las unidades académicas y otras instancias que abarquen a toda la población.

Cuando se observa el pasado de la Universidad y las facilidades implementadas para personas con discapacidad, pareciera, que son pocas las acciones que se han tomado. En el campus central, en 2012, se construyeron más de cuarenta rampas en espacios de articulación y más de diez rampas de acceso a edificios. En 2013, se adicionaron seis rampas y desde 2014, hasta la fecha, se han construido cinco rampas. También existen muchos otros proyectos que pretenden el beneficio de la comunidad.

Debido al poco interés que había existido por parte de la casa de estudios en el trato a personas con discapacidad, se crearon en 2014 las políticas de atención a la población con discapacidad en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **1.3.2. Políticas de atención a la población con discapacidad en la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Las políticas de atención a la población con discapacidad son un conjunto de ajustes y procedimientos, creados a partir de la necesidad de coadyuvar a la inclusión de personas con discapacidad.

La creación de estas políticas se basó en dos predicamentos básicos, listados a continuación:

- El artículo 53 de la Constitución Política de la República, el cual declara de interés nacional que el Estado garantice la protección de los minusválidos y personas que adolecen de limitaciones físicas, psíquicas o sensoriales, así como su atención médico-social, y la promoción de políticas servicios que permitan su rehabilitación y su reincorporación integral a la sociedad.
- El artículo 4 de la ley orgánica de la Universidad de San Carlos, dice que esta colaborará en el estudio de problemas nacionales, sin perder su carácter de centro autónomo.

Estas políticas fueron elaboradas en seis ejes funcionales operativos, los cuales se detallan a continuación.

- Docencia, la cual consiste en ajustes en los procesos de aprendizaje para las necesidades educativas especiales, contenidas en adecuaciones curriculares.
- Investigación, la cual se concentra en entender cómo y por qué la discapacidad es multicasual, afectando al individuo de diversas maneras.

- Extensión, eje que basa su importancia en cooperar con el desarrollo humano inclusivo, tanto en la administración central como en las distintas sedes y unidades académicas.
- Administración, eje que se concentra en buscar la accesibilidad de los procesos administrativos, ajustados a las necesidades de personas con discapacidad.
- Territorial y de infraestructura, buscando que los espacios físicos se adecúen a las necesidades de personas con discapacidad, según el concepto de diseño universal. Este es un factor importante dentro de la adecuación del sistema universitario.
- Planificación y seguimiento, eje que se enfoca en dar seguimiento a otras políticas ya creadas, con el fin de unificar esfuerzo y trabajo, generando así un conjunto de soluciones que faciliten el desempeño de personas con discapacidad.

### **1.3.3. Discapacidad en la Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala es la cuarta unidad académica con mayor número de estudiantes, con un total de 13 208 estudiantes, según datos del Avance Estadístico No. 01-2018 de la Universidad.

Como muestran los datos mencionados en el inciso 1.3 de este documento, el 2,30 % de la población estudiantil, tiene alguna discapacidad motriz. Tomando como referencia este dato global, se determina el número de estudiantes de la Facultad de Ingeniería con alguna discapacidad motriz, el cual se calcula como

el 2,30 % de los 10 847 estudiantes que actualmente se encuentran inscritos en dicha facultad.

Se obtuvo que 250 estudiantes de la Facultad de Ingeniería, poseen algún tipo de dificultad para caminar o subir escaleras. Por ello se hace necesaria la implementación de módulos de obra civil que puedan facilitar la movilización a las personas discapacitadas.

## **2. ÁREA DE TRABAJO**

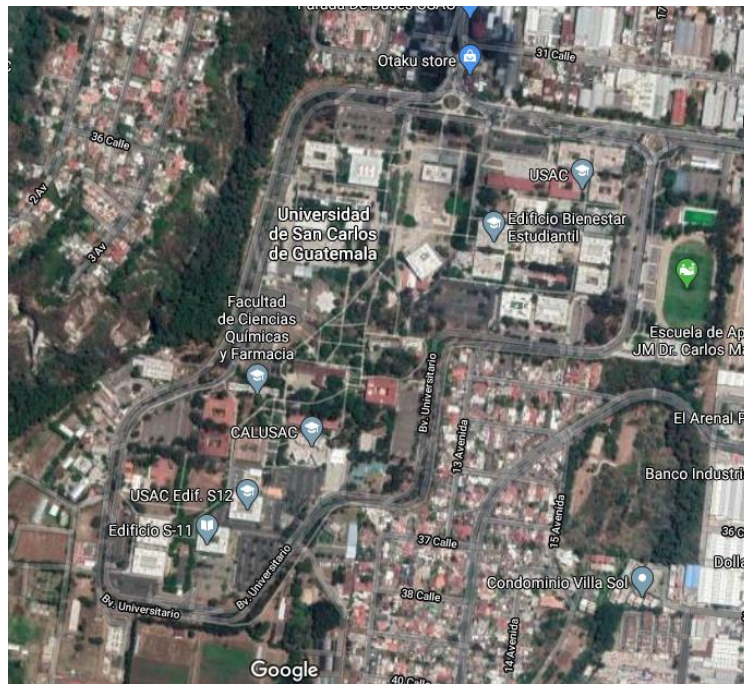
### **2.1. Unidades por trabajar**

Entre las unidades académicas que aún carecen de una infraestructura adecuada para cubrir necesidades de movilización de personas con discapacidad, se encuentra el área asignada a la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería y a la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El área mencionada se encuentra ubicada en la periferia del campus central de la Universidad de San Carlos, frente al edificio M6, perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Estos espacios son utilizados para fines académicos, por estudiantes, en su mayoría, de Ingeniería Civil e Ingeniería Química.

Figura 1. **Imagen satelital de Universidad de San Carlos de Guatemala ubicada en zona 12, ciudad de Guatemala**



Fuente: Google Maps. *Ubicación.*

A continuación se lista y describe cada una de las unidades pertenecientes al área que se trabajará.

### **2.1.1. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS)**

La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos ERIS, es una escuela de posgrado que brinda sus maestrías en Ingeniería Sanitaria, Ambiental y de Recursos Hidráulicos. La Escuela pertenece a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se encuentra en el campus. El área está relacionada a la escuela de Ingeniería Civil.



Figura 2. **Imagen satelital de área de Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos**



Fuente: Google Maps. *Ubicación.*

#### **2.1.1.1. Análisis del edificio**

El edificio de la ERIS consta de dos niveles, unas medidas aproximadas de 9,00 metros de fondo por 24,00 metros de fachada. A simple vista, se observa que no existen condiciones que faciliten la movilización. Tiene al edificio de Mecánica de Suelos como aledaño; sin embargo, este último se encuentra en un nivel de 1,50 metros por encima del primero.

La tipología estructural del edificio es de marcos estructurales y muros de mampostería.

Figura 3. **Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos**



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

Mecánica de Suelos es un área dirigida al estudio, experimentación e investigación de distintas clases de suelo. El área corresponde a la escuela de Ingeniería Civil y en ella se realizan actividades de distintos tipos.

En el edificio se imparten clases magistrales, de laboratorio de Mecánica de suelo y cimentaciones, como también la realización de ensayos. Los ensayos pueden ser con fines didácticos y/o con fines profesionales.

Figura 4. **Edificio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.2.1. Análisis del edificio**

El edificio cuenta con unas dimensiones de aproximadamente 16,00 metros de fachada por 9,00 metros de fondo, y una altura de 6,00 metros. El área de ingreso al edificio se encuentra al nivel del área de parqueos, algo sumamente útil pues no se requiere la implementación de módulo de gradas o desniveles, para su utilización.

Interiormente, cuenta con un módulo de gradas de acceso al segundo nivel, con un ancho de 1,45 metros. La tipología estructural del edificio es de marcos estructurales y muros de mampostería.

### **2.1.3. Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Es la unidad oficial que administra y da seguimiento a los programas de Ejercicio Profesional Supervisado de Graduación de la Facultad de Ingeniería, en coordinación con diferentes escuelas.

Este programa incluye actividades académicas técnico-profesionales de investigación y de aprendizaje; están orientados a estudiantes con cierre de pensum, para que, en el medio real del país, puedan resolver problemas relativos a su profesión.

**Figura 5. Edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)**



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3.1. Análisis del edificio**

El edificio de esta unidad, cuenta con un solo nivel, en el que se pueden encontrar algunas oficinas y un aula para inducción. El techo es a dos aguas. Las medidas aproximadas del edificio son 15,00 de ancho y 25,00 de largo.

## **2.2. Estudio topográfico del terreno**

Para determinar el tipo de prestaciones exteriores necesarias, así como su ubicación, es necesario estudiar la morfología del terreno que posee el área de trabajo.

### **2.2.1. Localización**

El área mencionada se ubica en la periferia del campus central de la Universidad de San Carlos. Frente al ingreso del terreno, se encuentra el parqueo del edificio M6, asignado a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Las coordenadas GTM que identifican aproximadamente el punto, son: latitud, longitud.

### **2.2.2. Metodología de medición**

Los datos referentes a la morfología del terreno fueron facilitados por la Dirección General de Administración (DIGA), debido a que dicha Unidad posee un registro de datos de las áreas del campus central de la Universidad de San Carlos, los cuales han sido recolectados mediante uso de ortofotografías.

La ortofotografía fue proporcionada en formato TIFF, que es un formato inteligente de imagen que puede almacenar datos.

### **2.2.3. Datos obtenidos de la medición**

A partir de la ortofotografía proporcionada por (DIGA), se pudo determinar mediante la ayuda de un software aplicado, el área aproximada de la superficie evaluada, la cual es de 12 165,00 metros cuadrados, tomando en cuenta el muro perimetral y el área de parqueos.

Se obtuvo, además, las distintas cotas de elevación del terreno analizado, lo cual servirá después para analizar la colocación de rampas en dicha infraestructura.

### **3. INFRAESTRUCTURA**

Es necesario evaluar cada prestación por proponer, con base en el *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad*; el cual es el utilizado por el Consejo Nacional para la Atención de las Personas con Discapacidad. Se considera importante, para un mejor orden, clasificar dichas prestaciones por el lugar de ubicación. Es decir; en interiores o exteriores.

#### **3.1. Espacios interiores**

Se considerarán varios elementos en el análisis de los espacios interiores de los tres edificios.

##### **3.1.1. Puertas**

El manual técnico indica que una puerta que cumple con los requisitos de movilidad y espacio debería tener un ancho mínimo de 0,90 metros, respetando una luz mínima de 0,85 metros a rostros de la parte interior del marco de la misma.

También se indica que las puertas en área de baños y vestidores, deben poseer una barra vertical de 0,40 metros, cuyo punto central se ubique justamente a 0,95 metros del suelo.

A continuación, se analizarán las puertas existentes en cada uno de los edificios estudiados:

- Edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, ERIS.

Tabla I. **Puertas en el edificio de ERIS, clasificadas según medidas**

| <b>Cantidad</b> | <b>Ancho</b> | <b>Alto</b> | <b>Área en donde se ubica</b>               |
|-----------------|--------------|-------------|---|
| 4               | 1,50 m       | 2,10 m      | Ingreso principal y aulas del segundo nivel |
| 1               | 2.00 m       | 2,10 m      | Ingreso a biblioteca                        |
| 2               | 0,85 m       | 2,10 m      | Ingreso a baños                             |
| 4               | 0,90 m       | 2,10 m      | Oficinas                                    |
| 2               | 1,00 m       | 2,10 m      | Oficina del director                        |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el valor mínimo considerado por el manual técnico, el ancho de las puertas de este edificio cumple con los requerimientos mínimos.

Es útil también analizar la morfología de los herrajes y picaportes. El manual sugiere la utilización de manijas tipo palanca, las cuales permiten una presión global de la mano, lo que hace más sencilla la tarea de abrir una puerta. A su vez, se recomienda no utilizar chapas o perillas redondas, por la dificultad que puede llegar a implicar el abrirlas.



- Edificio de Mecánica de Suelos.

Tabla II. **Puertas en el edificio de Mecánica de Suelos, clasificadas según medidas**

| <b>Cantidad</b> | <b>Ancho</b> | <b>Alto</b> | <b>Área en donde se ubica</b> |
|-----------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| 2               | 0,74 m       | 2,10 m      | Baños                         |
| 1               | 1,50 m       | 2,10 m      | Cubículos e ingreso principal |
| 2               | 0,80 m       | 2,10 m      | Baños                         |

Fuente: elaboración propia.

Las puertas que no cumplen con las medidas mínimas del manual son las que corresponden a los baños. El ancho de la puerta es menor en 11,00 centímetros, la cual es una diferencia amplia. Se sugiere la implementación de un módulo de sanitarios que pueda solventar la problemática de espacio.

- Edificio de la Unidad de Ejercicio de Práctica Supervisada, EPS.

Tabla III. **Puertas en el edificio de EPS, clasificadas según medidas**

| <b>Cantidad</b> | <b>Ancho</b> | <b>Alto</b> | <b>Área en donde se ubica</b> |
|-----------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| 4               | 1,00 m       | 2,10 m      | Oficinas                      |
| 2               | 1,80 m       | 2,05 m      | Cubículos e ingreso principal |
| 2               | 0,80 m       | 2,10 m      | Baños                         |

Fuente: elaboración propia.

En referencia a la medida mínima proporcionada por el manual, se puede notar que las puertas de 0,80 metros de ancho no cumplen con lo recomendado, por lo que se sugiere la implementación de un módulo de sanitarios, debido a la falta de espacio para su remodelación.

### **3.1.2. Pasamanos**

Según el manual técnico, toda escalera y rampa debe contar con pasamanos a ambos costados de escaleras y rampas. Como recomendación especial, se sugiere que dichos pasamanos superen en al menos 0,30 metros los puntos de entrada y salida, así como también, que exista una separación de al menos 0,05 metros en caso de existir un muro.

Se sugiere también, por parte del manual, la colocación de tres pasamanos horizontales tanto en rampas como escaleras. El primero de 0,95 a 1,00 metros de altura, el segundo de 0,70 a 0,80 metros, y el último, a 0,25 metros.

- Edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

El edificio no cuenta con rampas, pero sí con un módulo de gradas que une el primer y el segundo nivel del mismo. La diferencia de altura entre la cota del primer y el segundo nivel es de 3,00 metros de altura, que se desarrollan en aproximadamente 6,00 metros.

Dicho módulo de gradas cuenta con pasamanos solamente de un lado de las escaleras, por lo que habrá que analizar la colocación de un segundo pasamanos, así como la modificación del existente para cumplir con las condiciones del manual técnico.

- Edificio de Mecánica de Suelos

Edificio que tampoco cuenta con rampas pero que, al igual que el anterior, sí posee un módulo de gradas que conecta el primer nivel con el segundo. La diferencia de altura entre cotas del primer y segundo nivel es de 3,00 metros, los cuales se desarrollan en una longitud de aproximadamente 5,02 metros.

Posee solo una baranda, la cual se encuentra en el costado de las escaleras contrario al muro. También deberá ser analizada la colocación de un pasamanos del lado del muro, así como la modificación del pasamanos existente.

- Edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado

El edificio no posee rampas ni escaleras, por lo que no resulta necesaria la implementación de pasamanos que colaboren a subir o bajar niveles.

### **3.1.3. Escaleras**

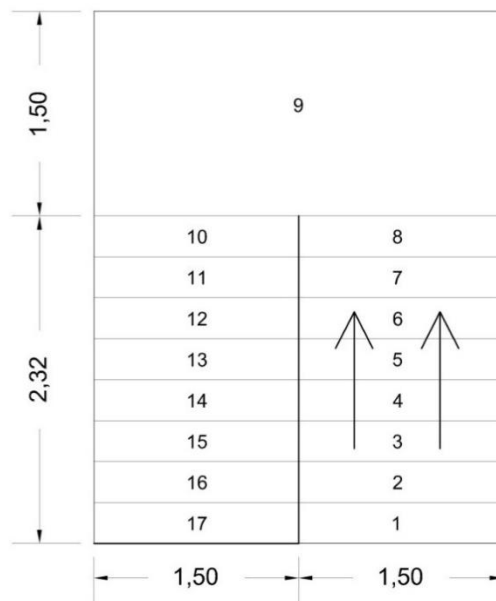
Se debe evaluar que los módulos de escaleras cumplan con los requisitos establecidos en el manual. Este dice que, si no se puede evitar el uso de escaleras, estas deberían tener unos parámetros recomendados, los cuales son: huella mínima 0,30 metros, contrahuella de 0,08 a 0,15 metros. Así también, el ancho variará entre 0,90 metros como mínimo en interiores, a 1,20 metros en exteriores. Se recomienda también el evitar uso de escaleras helicoidales, y en su lugar se debe utilizar escaleras lineales.

- Edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS)

Este edificio cuenta con un módulo de escaleras, del lado oeste del edificio. La distancia vertical cubierta es de 3,04 m, y se desarrolla en una distancia horizontal aproximada de 7,40 m, con un descanso a mitad del recorrido. En total son 17 escalones para acceder al segundo nivel.

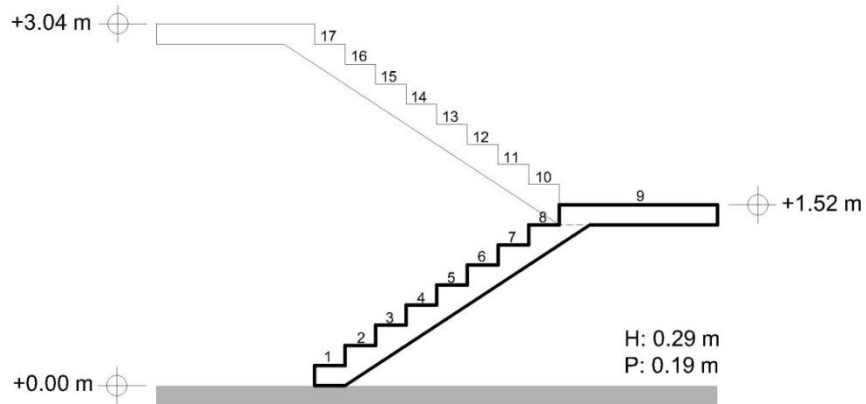
La huella de cada escalón es de 0,29 metros, mientras que el peralte o contrahuella es de 0,19 metros. Comparando las medidas existentes contra las planteadas por el manual, se puede apreciar que ninguna de las dos cumple con los requerimientos mínimos de huella y peralte. Por el contrario, sí cumple con el ancho mínimo.

Figura 6. **Planta de módulo de escaleras del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Perfil del módulo de escaleras del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos**



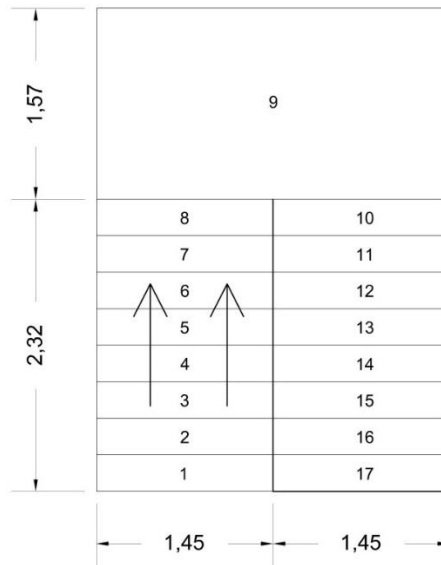
Fuente: elaboración propia.

- Edificio de Mecánica de Suelos

Posee un módulo de gradas cuya distancia vertical cubierta es de 3,00 m, en una distancia horizontal aproximada de 7,75 metros. Posee un total de 17 escalones para acceder al segundo nivel, con un descanso a mitad del recorrido vertical.

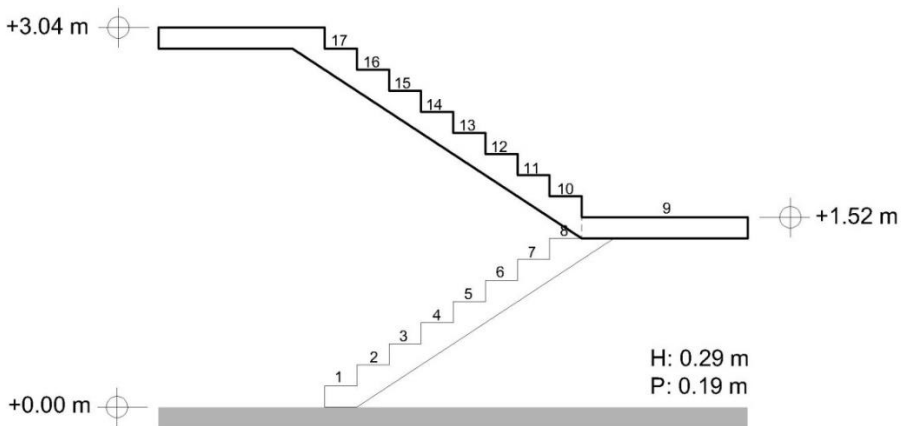
La huella es de 0,29 metros, mientras que la contrahuella será de 0,19 metros. Al igual que en el edificio de la ERIS, las escaleras no cumplen con los requisitos de huella y contrahuella; sin embargo, sí cumplen con el ancho mínimo.

Figura 8. **Planta de módulo de escaleras del edificio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Perfil de módulo de escaleras del edificio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia.

- Edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado

Este edificio no posee módulo de escaleras alguno, ya que solo cuenta con un nivel.

#### **3.1.4. Dispositivos tecnológicos para escaleras**

Según Alevo Equipos, empresa dedicada a la implementación de equipos para personas con discapacidad motriz, se han creado dispositivos que ayudan a la ascensión e incluso evitan el subir escalones con la finalidad de facilitar el acceso de personas con discapacidad motriz a niveles superiores en un edificio.

Las dos opciones que se contemplarán en este apartado, específicamente para uso en los módulos analizados en el apartado anterior, serán: La silla sube escaleras y la plataforma sube escaleras, dos equipos ofrecidos por dicha empresa.

##### **3.1.4.1. Silla sube escaleras**

Alevo Equipos menciona que este dispositivo se compone de una silla ubicada sobre una baranda lateral, la cual se mueve a través de barras longitudinales en el desarrollo de las escaleras, impulsada por un motor eléctrico. El peso soportado dependerá de los distintos modelos del mercado.

La silla sube escaleras está diseñada para ser utilizada por personas con discapacidades motrices parciales, es decir que, apoyados por algún instrumento como un bastón, aun puedan movilizarse sobre sus extremidades inferiores. No está diseñada para personas cuya movilidad dependa directamente de una silla de ruedas.

Algunas características y requerimientos importantes por tomar en cuenta al momento de pensar en la silla sube escaleras como un recurso, son:

- Capacidades de carga entre 110 Kg y 150 Kg
- Pendientes máximas soportadas entre 50° y 60°
- Generalmente con asientos, soporte de brazos y pies, retráctil

Figura 10. **Silla sube escaleras**



Fuente: elaboración propia, fotografía contenida en catálogo proporcionado por Alevo.



### **3.1.4.2. Plataforma sube escaleras**

Alevo Equipos también menciona que este equipo se compone básicamente de una base o plataforma que se mueve en sentido del desarrollo de la pendiente, a través de barras longitudinales, impulsada por un motor eléctrico. A su vez, posee barras de seguridad que permiten al usuario sujetarse mientras se encuentra en movimiento.

Está diseñada para adaptarse al uso de personas que se desplazan en silla de ruedas, ya que la silla de ruedas se ingresa por completo en la plataforma, trasladando a la persona y a su equipo de movilización.

Algunos requerimientos y características importantes por tomar en cuenta al momento de pensar en la implementación de una plataforma sube escaleras, son:

- El tamaño de una plataforma sube escaleras es considerablemente más grande que el de una silla sube escaleras. Aproximadamente 1,25 metros de longitud por 0,90 metros de ancho.
- Pendientes máximas soportadas, entre 40° y 47°.
- Capacidad de carga máxima soportada, entre 225 Kg y 300 Kg.

Figura 11. **Plataforma sube escaleras**



Fuente: elaboración propia, fotografía contenida en catálogo digital proporcionado por Alevo.

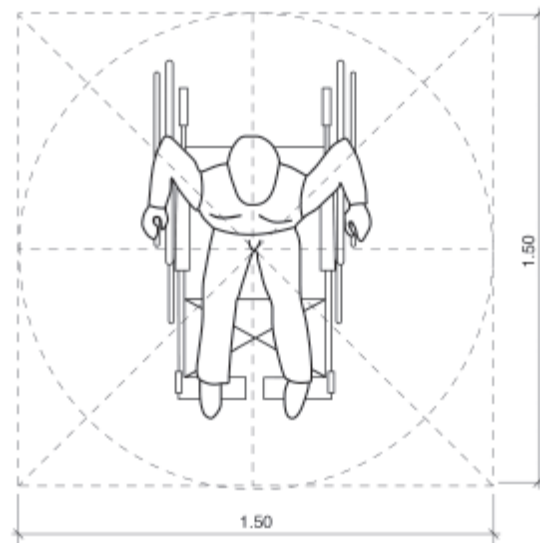
Debido a la naturaleza y al objetivo de ambos dispositivos, se propone la implementación de plataformas sube escaleras para los dos módulos analizados en el inciso anterior. Ambos cumplen con el ancho requerido para la instalación del dispositivo, el ancho es 1,45 metros y 1,50 metros, respectivamente.

### **3.1.5. Sanitarios**

Los sanitarios deben poseer características específicas que cumplan con los requerimientos del *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad*. Según dicho manual, los aspectos fundamentales por tomar en consideración son: distribución y dimensiones de las áreas de acceso y utilización, así como las condiciones de los artefactos sanitarios, en cuanto a materiales y disposición.

Para la propuesta del módulo de sanitarios, se debe tomar en cuenta que el radio mínimo de giro para una persona en silla de ruedas es de 0,75 metros, según,<sup>4</sup> lo que indica que el diámetro que describe el giro de la silla de ruedas sea de 1,50 metros. Las dimensiones de giro deben agregarse a las dimensiones consideradas de los artefactos y accesorios.

Figura 12. **Radio de giro de una persona en silla de ruedas**



Fuente: Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad*. p. 65.

### 3.1.5.1. Inodoros

La principal característica por tomar en cuenta es que la altura a la que debe encontrarse su superficie superior sea de 0,50 metros.<sup>5</sup> Si la altura del inodoro es menor, deberá colocarse sobre una base lo más ceñida posible a la forma de

<sup>4</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala*. p. 65.

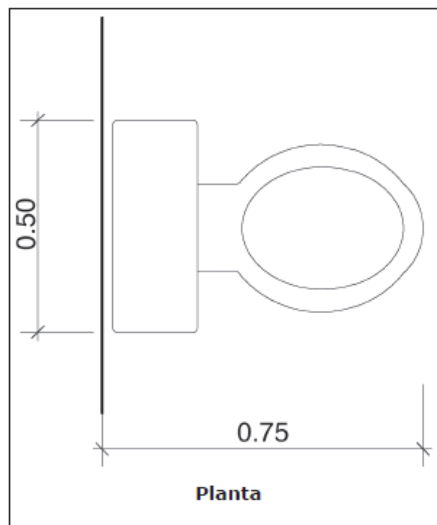
<sup>5</sup> *Ibíd.*

la base del inodoro; esto para evitar que la base sobre la que se coloque, interfiera con el movimiento de la silla de ruedas.

Otra consideración respecto del inodoro es que se encuentre lo más alejado posible de la pared trasera, ya que esto facilitará la movilización desde la silla de ruedas. El espacio mínimo por considerar para el fácil movimiento hacia el inodoro es de 1,20 metros de fondo.

El papel higiénico debe encontrarse a una altura no menor a 0,70 metros y no mayor a 0,90 metros, y encontrarse en un radio de movilidad horizontal no mayor de 0,45 metros.<sup>6</sup>

Figura 13. **Planta de artefacto sanitario**



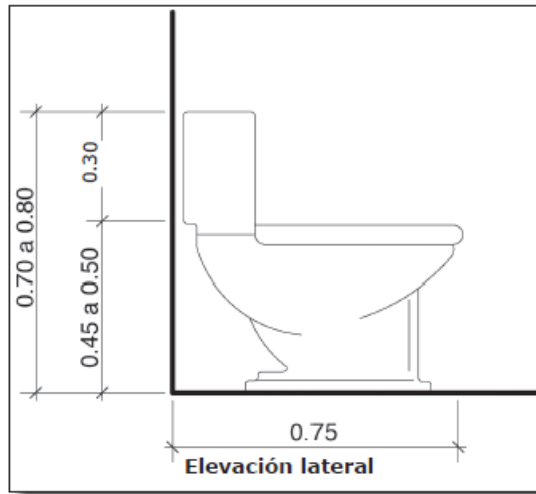
Fuente: Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad.*

p. 105.

---

<sup>6</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala.* p.104.

Figura 14. **Perfil de artefacto sanitario**



Fuente: Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad.*  
p. 105.

Adicionalmente, se puede realizar la instalación de barras de apoyo, para aquellas personas a las que se les pueda dificultar el movimiento entre la silla de ruedas y el inodoro. Estas barras pueden estar empotradas en la pared, en el piso, o una combinación de ambos casos. Deben ser diseñados de tal manera que puedan resistir el peso de una persona.

### 3.1.5.2. **Lavamanos**

Según Crearquitectura<sup>7</sup>, el trayecto de aproximación al lavamanos es frontal. A su vez, este deberá estar empotrado en la pared para que no exista base alguna que pueda interferir con la aproximación en silla de ruedas para su uso.

<sup>7</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala.* p.108.

La altura de colocación del lavamanos deberá ser de 0,80 metros.

### **3.1.5.3. Grifería y accesorios**

Se sugiere que los artefactos de grifería que se utilicen sean del tipo palanca o del tipo presión. Lo anterior para evitar utilizar un mecanismo que obligatoriamente requiera el giro de la muñeca, que podría llegar a dificultarse para algunas personas.

Tanto los toalleros como los secadores de manos serán colocados a una altura máxima de 1,10 metros. Las jaboneras se deben colocar al alcance del usuario.

Si se desea utilizar un espejo, se sugiere sea colocado a una altura de 1,00 metro, con una ligera inclinación de 10° hacia el frente.

### **3.1.5.4. Determinación de ubicación**

Debido a que ninguno de los tres edificios cuenta con un módulo apropiado de sanitarios para personas con discapacidad motriz, se sugiere la creación de dos módulos sanitarios dedicados. La ubicación se determinará tomando como factores de análisis, tanto las dimensiones como la pendiente del terreno seleccionado.

Figura 15. **Primera ubicación propuesta**



Fuente: DIGA.

El primer punto propuesto para ubicar el módulo de sanitarios, será el espacio comprendido en el costado derecho del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitara y el costado izquierdo del edificio de Mecánica de Suelos. Actualmente, existe un jardín ubicado en todo el sector observado en la fotografía, del cual se utilizaría un espacio de 2,00 metros de ancho por 2,50 metros de fondo. Para observar la ubicación del primero módulo de sanitarios, consultar el plano general del apéndice 2.

Figura 16. **Segunda ubicación propuesta**



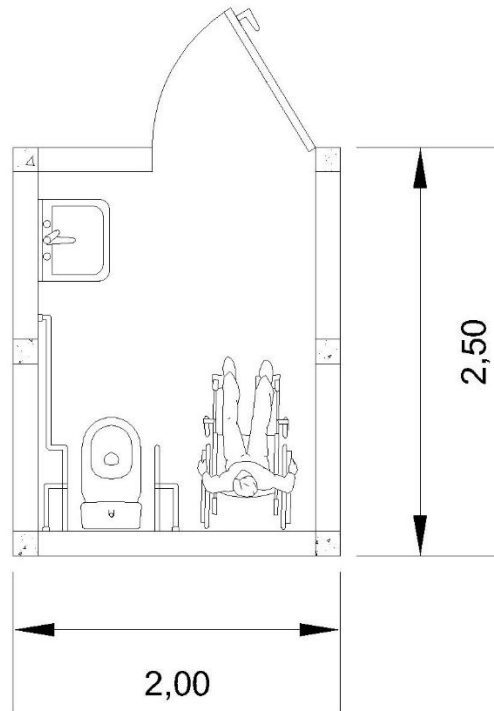
Fuente: DIGA.

El segundo punto propuesto como espacio para la colocación de módulo de sanitarios, se encuentra detrás del edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

Los espacios elegidos cumplen con los requisitos de dimensiones, ya que el manual técnico sugiere ciertas dimensiones para el espacio del inodoro y los lavamanos, las cuales se detallan en la imagen a continuación. Para observar la ubicación del segundo módulo de sanitarios, consultar plano general del apéndice 2.



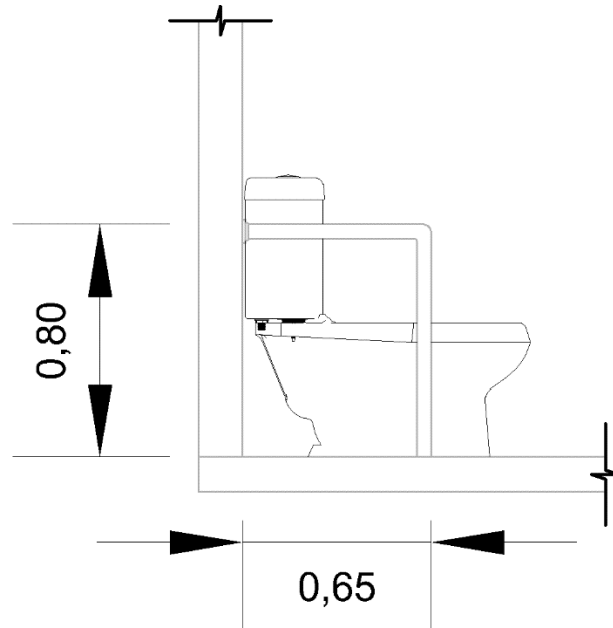
Figura 17. **Planta del diseño propuesto de baños**



Fuente: elaboración propia.

Se incluye en la propuesta de diseño, barras de apoyo a cada lado del inodoro, para facilitar el traslado desde la silla de ruedas hacia el mismo. El diámetro propuesto para las barras de apoyo es de 0,05 metros (5,00 centímetros), con tubo hueco, ubicado a 0,80 metros del suelo, separadas por 0,65 metros y ubicadas a cada lado del inodoro.

Figura 18. **Perfil de barras laterales en inodoro**



Fuente: elaboración propia.

Para observar plano del diseño de sanitarios, ver plano contenido en apéndice 3.

### **3.2. Espacios exteriores**

Se evaluarán las distintas prestaciones necesarias para los espacios exteriores del área por trabajar.

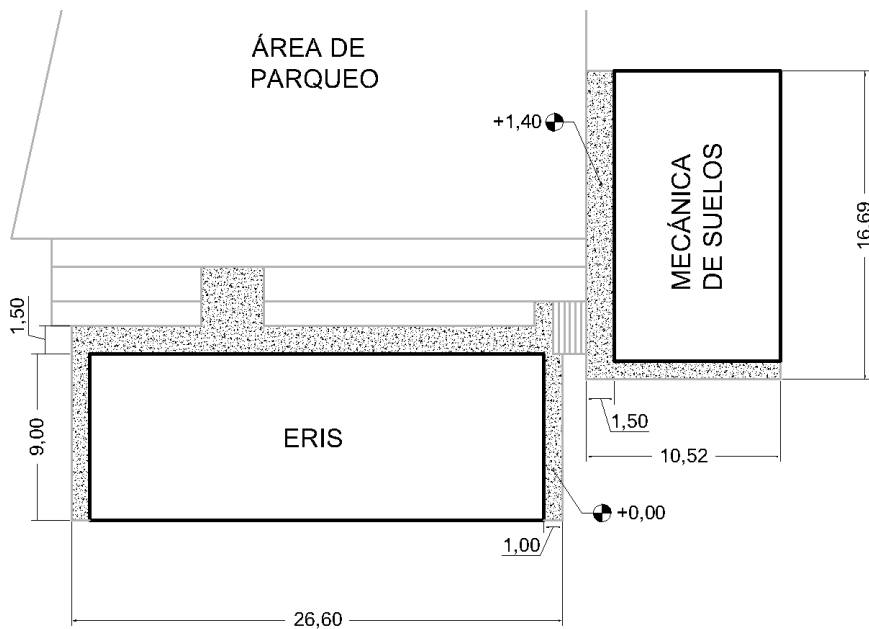
#### **3.2.1. Banquetas**

Las dimensiones mínimas sugeridas para el ancho de banquetas son 1,50 metros, lo cual contempla el paso de dos personas al mismo tiempo en caso de que una de ellas se movilice en silla de ruedas. Como alternativa se establece

que la dimensión mínima del ancho sea de 0,90 metros, lo cual garantiza el paso de una persona en silla de ruedas. Se analizará las banquetas de los tres edificios por trabajar.

La banqueta frontal del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, tiene un ancho de 1,50 metros, cumpliendo con lo sugerido por el manual. Sin embargo, la banqueta ubicada al costado derecho del edificio, mismo costado en que se ubicará el módulo de sanitarios, es de 1,05 metros, lo cual no cumple con lo sugerido para el paso de dos personas, pero que sí cumple con la medida mínima requerida. Debido a la colocación de dicho módulo de sanitarios, se sugiere extender a 1,50 metros el ancho de la banqueta en mención.

Figura 19. **Banquetas actuales de los edificios de ERIS y Mecánica de Suelos**

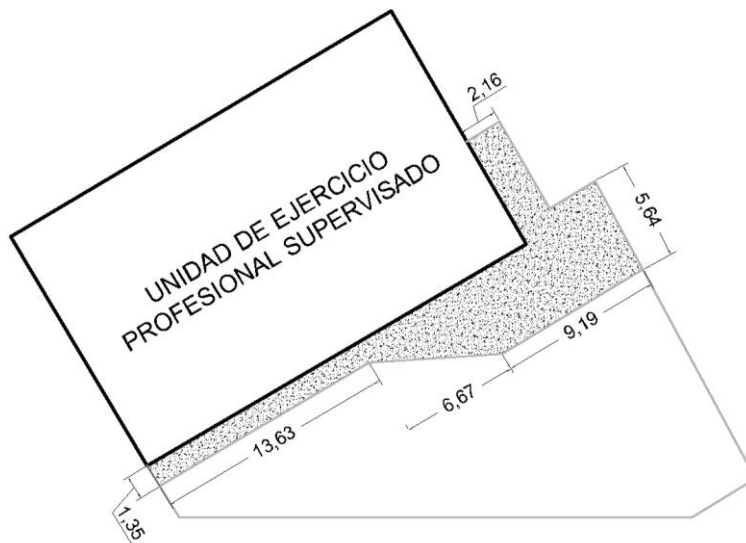


Fuente: elaboración propia.

La banqueta frontal del edificio de Mecánica de Suelos posee un ancho de 1,50 metros, ancho sugerido. Es la banqueta de ingreso al edificio, la cual se extiende hacia el costado izquierdo del edificio.

El edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado cuenta con una banqueta ubicada al frente y costado izquierdo, de un ancho de aproximadamente 1,35 en el frente y de 2,15 metros en el costado.

Figura 20. **Banquetas actuales en el edificio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Rampas

Las rampas son soluciones para personas con discapacidad motriz, en específico, resultan útiles para personas que se movilizan en silla de ruedas. Estas son encontradas comúnmente en espacios exteriores, pero no se limitan únicamente a ellos.

Según Crearquitectura el ancho mínimo considerado para una rampa es de 1,00 metros.<sup>8</sup> De existir algún cambio de dirección en la rampa, este deberá ser desarrollado en una superficie plana y horizontal.

Debe considerarse que el máximo porcentaje de pendiente permitido es del 8,00 %, es decir 0,08 metros (8,00 centímetros) verticales por cada 1,00 metros horizontales; lo anterior únicamente si la longitud de la rampa es de hasta 2,00 metros. Debe ser mayor a 2,00 metros pero menor a 8,00 metros, se reducirá la pendiente hasta el 6,00 %. Si la longitud fuese mayor, se seccionará el largo a cada 8,00 metros, con descansos horizontales de 1,50 metros.

Dado que la utilidad de la rampa es conectar dos puntos ubicados a una elevación distinta, se ha determinado que resulta necesario colocar una en el área que comprende el paso entre el edificio de Mecánica de Suelos y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria que, a su vez, conectaría esta última con el área de parqueos.

Debido a la disposición del área, se elabora la siguiente propuesta de rampa, la cual está dividida en tres tramos, los cuales tienen una longitud aproximada de 7,80 metros y una pendiente del 6,00 %, es decir, 6,00 centímetros verticales por cada 100,00 centímetros horizontales. Al inicio y al final de cada tramo, se propone un tramo auxiliar de 1,50 metros de largo.

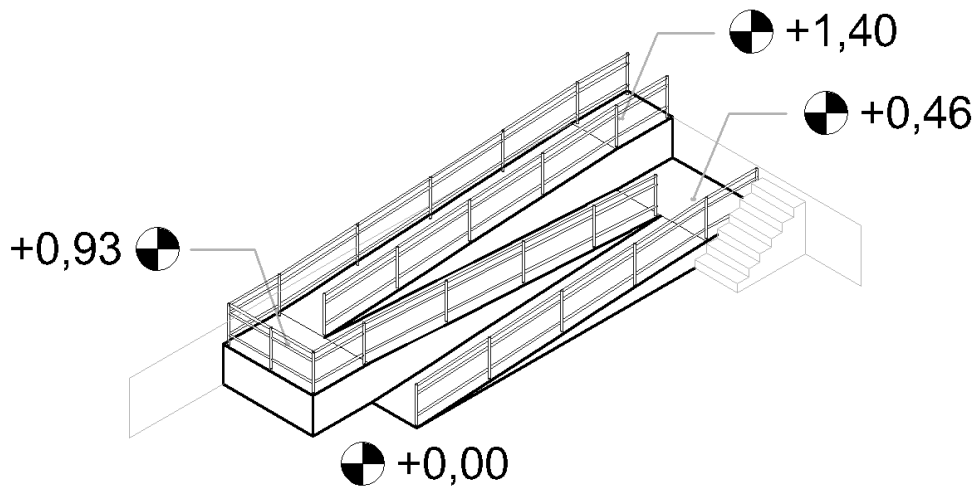
El ancho de la rampa en todo su desarrollo será de 1,20 metros. Se propone también pasamanos ubicados a tres alturas distintas: la primera a 0,25 metros, para evitar la caída de las ruedas delanteras de una silla de ruedas; la segunda,

---

<sup>8</sup> Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala.* p. 81.

a 0,70 metros, la cual es adecuada para la altura de un niño; la tercera, a 0,95 metros, que resulta apropiada para la altura de un adulto.

Figura 21. **Vista isométrica de rampa propuesta**



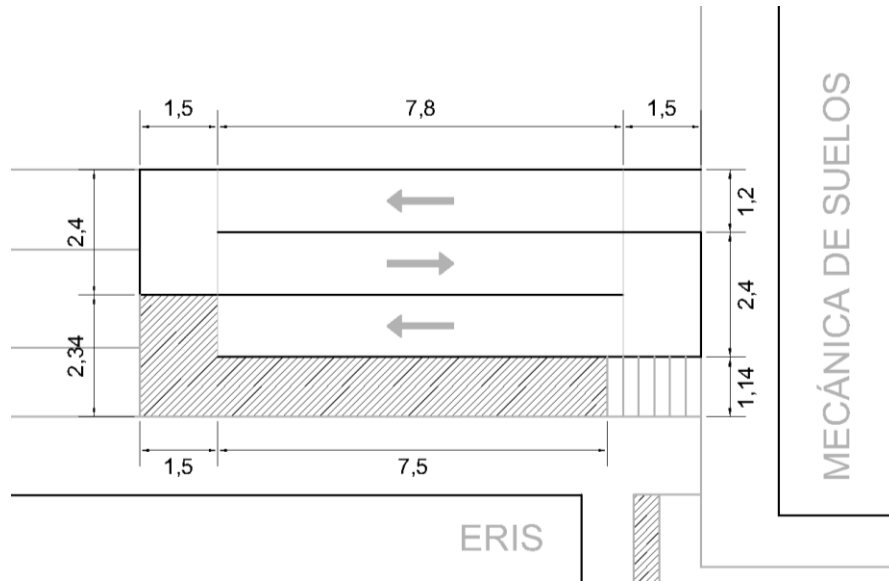
Fuente: elaboración propia.

La longitud total de la rampa, incluyendo los descansos a cada 8,00 metros, será de 30,60 metros, para cubrir los 1,40 metros de altura.

Adicionalmente, se hará necesario demoler las gradas actualmente existentes entre el edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y el edificio de Mecánica de Suelos; esto para reacomodar el espacio de manera que pueda ubicarse la rampa, y construir un módulo de gradas con menos ancho que el anterior.

El nuevo módulo de gradas tendrá un ancho de 1,20 metros. La huella será de 0,30 metros y la contrahuella de 0,20 metros, justo como el módulo que actualmente existe. El único cambio, por tanto, será el ancho.

Figura 22. **Planta de rampa y nuevo módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la figura 22, un área resaltada después del final del descenso de la rampa, en la cual se propone una banqueta de concreto, en forma de "L", con aproximadamente 10,00 metros de largo y 1,14 de ancho. En total 12,06 metros cuadrados. Esta banqueta complementará la existente en el lugar. Se observa mejor la ubicación del módulo de rampa en el apéndice 2.

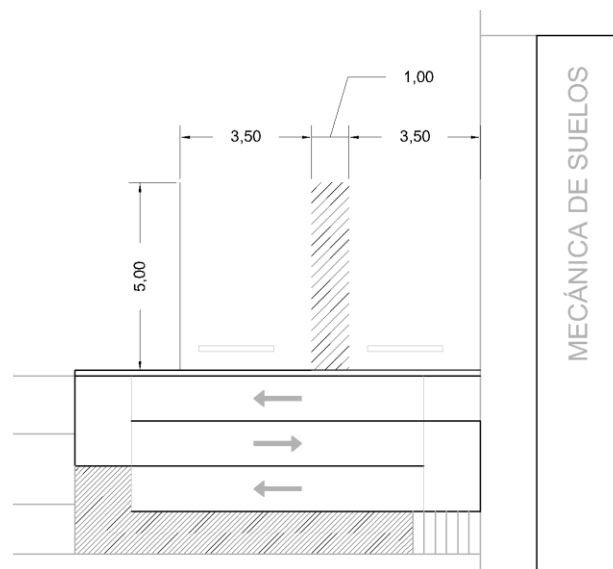
### 3.2.3. **Parqueos**

Deben existir parqueos dedicados a personas con discapacidad motriz, debido a que estas necesitan un espacio más amplio para descender de un vehículo. El manual sugiere que el 2,00 % de los parqueos deberá destinarse para ello, o en su defecto, 2 estacionamientos como mínimo.

Las medidas sugeridas para un estacionamiento para personas con discapacidad motriz, son 3,50 metros de ancho por 5,00 metros de largo. Si se ubican dos estacionamientos juntos, deberá existir una franja central de 1,00 de ancho como mínimo, para maniobras y movilización.

Se muestra a continuación, la distribución y ubicación propuesta para ambos parqueos.

Figura 23. **Parqueos para personas con discapacidad motriz**



Fuente: elaboración propia.

Se construirá un muro de 0,75 metros de altura por 10,80 metros de largo, como protección para la rampa, que se ubica frente a ambos parqueos. A su vez, se hará necesaria la colocación de señalización, para identificar que son parqueos para personas con discapacidad.



## **4. COSTOS**

Para determinar el costo total de la obra, es necesario realizar la cuantificación y posterior integración de precios unitarios.

### **4.1. Costos para espacios interiores**

Se calcularán los costos para los espacios interiores analizados.

#### **4.1.1. Puertas**

Tomando como referencia los datos del capítulo 3, se observa que las puertas del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, cumplen con las disposiciones de ancho, mas no así las puertas del edificio de Mecánica de Suelos y el de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

En este renglón, no se tomarán en cuenta precios, debido a que no se realizarán remodelaciones por carencia de espacio suficiente, por lo que se desarrollará dos módulos de sanitarios.

#### **4.1.2. Pasamanos**

Se analiza a continuación el costo de colocación de pasamanos, de los cuales se estableció que iban a ser colocados en los módulos de escaleras de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Mecánica de Suelos.

Tabla IV. **Precios unitarios por metro lineal de baranda**

| <b>a) Materiales</b>                   |        |          |               |                 |
|--|--------|----------|---------------|-----------------|
| Nombre                                 | Unidad | Cantidad | Precio/unidad | Precio total    |
| Tubo de 2,00"<br>(5,00 cm)             | m      | 4,90     | Q 31,50       | Q 154,35        |
| Platina tubo<br>2,00" (5,00 cm)        | unidad | 1,00     | Q 7,00        | Q 7,00          |
| Tornillo<br>hexagonal<br>diámetro 1/2" | unidad | 2,00     | Q 5,40        | Q 10,80         |
| Electrodo                              | unidad | 2,50     | Q 8,00        | Q 20,00         |
| <b>b) Mano de obra</b>                 |        |          |               |                 |
| Nombre                                 | Unidad | Cantidad | Precio/unidad | Precio Total    |
| Soldadura                              | unidad | 6,00     | Q 5,00        | Q 30,00         |
| Colocación de<br>platina y<br>montaje  | unidad | 1,00     | Q 22,00       | Q 22,00         |
| Ayudante                               | unidad | 1,00     | Q 15,00       | Q 15,00         |
| <b>c) Total</b>                        |        |          |               | <b>Q 259,15</b> |

Fuente: elaboración propia.

Realizando el conteo de metros de baranda requeridos para completar un módulo de gradas completo, se establece que el número total de metros es de 20,65.

Tabla V. **Precio total por barandas para un módulo de gradas**

| Renglón                      | Precio unitario | Cantidad | Precio total |
|------------------------------|-----------------|----------|--------------|
| Barandas de módulo de gradas | Q 259,15        | 20,65    | Q 5 351,45   |

Fuente: elaboración propia.

Teniendo el precio total por la colocación de barandas en un módulo de gradas, se realiza el cálculo para determinar el precio por ambos módulos. El precio no varía mucho, debido a que los módulos de gradas son similares.

Tabla VI. **Precio total para ambos módulos**

| <b>Precio total por módulo</b> | <b>Cantidad de módulos</b> | <b>Precio total</b> |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Q 5 351,45                     | 2,00                       | Q 10 702,90         |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.3. Dispositivos tecnológicos para escaleras**

El dispositivo tecnológico que se eligió fue la plataforma sube escaleras, la cual fue cotizada por aparte con Alevo, una empresa dedicada a la instalación de dispositivos de ayuda para personas con discapacidad parcial o total. Se detalla a continuación el precio, el cual fue proporcionado en dólares estadounidenses.

Se planteó que tanto el módulo de gradas del edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, como el del edificio de Mecánica de Suelos, utilicen este dispositivo, por lo que se requieren dos unidades.

Tabla VII. **Precio de plataforma sube escaleras, modelo Stratos**

| <b>Nombre</b>                             | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
|---|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Plataforma sube escaleras, modelo Stratos | unidad        | 2,00            | \$ 24 900,00         | \$ 49 800,00        |

Fuente: elaboración propia con datos proporcionados en cotización de Alevo.

Se presenta el precio total por los dispositivos necesarios para las escaleras, en quetzales.

Tabla VIII. **Precio total por dos plataformas sube escaleras**

| <b>Precio total en dólares</b> | <b>Precio total en quetzales</b> |
|--------------------------------|----------------------------------|
| \$ 49 800,00                   | Q 383 460,00                     |

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados en cotización de Alevo.

#### **4.1.4. Sanitario**

Se realiza a continuación la integración de precios unitarios para un módulo de sanitarios.

Primero se realiza la integración de los precios unitarios para una columna de 15,00 cm de ancho y 15,00 cm de largo.

Este tipo de columna es ampliamente utilizada en la construcción debido a que tanto el ancho como el largo poseen la misma medida que el ancho de un block estándar, razón por la cual se ajusta perfectamente.

Se utiliza para la integración un refuerzo longitudinal con acero con un diámetro de tres octavos de pulgada, grado 40, legítimo.

Para el refuerzo transversal se plantea la utilización de una varilla con un diámetro de un cuarto de pulgada, grado 40, legítimo.

Tabla IX. Precios unitarios de columna 15,00 cm x 15,00 cm

| <b>Columna 15,00 cm x 15,00 cm (unidad)</b> |               |                 |                      |                     |
|---|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>                        |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                               | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio Total</b> |
| Acero 3/8" grado 40                         | varilla       | 1,60            | Q 22,00              | Q 35,20             |
| Acero 1/4" grado 40                         | varilla       | 2,30            | Q 10,50              | Q 24,15             |
| Cemento 3000 PSI                            | saco          | 0,51            | Q 72,50              | Q 36,98             |
| Arena de río                                | m3            | 0,03            | Q 260,00             | Q 7,80              |
| Piedrín 1/4"                                | m3            | 0,04            | Q 300,00             | Q 12,00             |
| Alambre de amarre                           | Lb            | 0,99            | Q 7,00               | Q 6,93              |
| Clavos 3"                                   | Lb            | 0,09            | Q 12,00              | Q 1,06              |
| Formaleta                                   | Pie-tabla     | 4,00            | Q 7,00               | Q 28,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>                      |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                               | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Armado lineal                               | m             | 2,40            | Q 20,00              | Q 48,00             |
| Fundición                                   | m3            | 0,05            | Q 200,00             | Q 10,80             |
| Formaleteo                                  | unidad        | 1,00            | Q 10,00              | Q 10,00             |
| <b>c) Total</b>                             |               |                 |                      | <b>Q 220,91</b>     |

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la cimentación utilizada, se propone una zapata de 40,00 de ancho y 40,00 cm de largo.

Se utiliza para la integración una cama de acero conformada por varillas con diámetro de tres octavos de pulgada, grado 40, legítimo. El armado de esta cama de acero tendrá cinco segmentos de varilla en un sentido y cinco segmentos hacia el sentido perpendicular al anterior.

Tabla X. Precios unitarios cimentación 40,00 cm x 40,00 cm

| <b>Cimentación 40,00 cm x 40,00 cm (unidad)</b> |               |                 |                      |                     |
|---|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>                            |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Acero 3/8" grado 40                             | varilla       | 0,95            | Q 22,00              | Q 20,90             |
| Acero 1/4" grado 40                             | varilla       | 0,36            | Q 10,00              | Q 3,60              |
| Cemento 300 PSI                                 | saco          | 0,30            | Q 72,50              | Q 21,75             |
| Arena de río                                    | m3            | 0,02            | Q 260,00             | Q 5,20              |
| Piedrín 1/4"                                    | m3            | 0,03            | Q 300,00             | Q 9,00              |
| Alambre de amarre                               | Lb            | 0,30            | Q 7,00               | Q 2,10              |
| Clavos 3"                                       | Lb            | 0,22            | Q 12,00              | Q 2,64              |
| Formaleta                                       | Pie-tabla     | 4,00            | Q 7,00               | Q 28,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>                          |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Armado lineal                                   | m             | 0,30            | Q 20,00              | Q 6,00              |
| Armado de zapata                                | m2            | 0,20            | Q 50,00              | Q 10,00             |
| Fundición                                       | m             | 0,04            | Q 200,00             | Q 8,00              |
| Formaleteo                                      | unidad        | 1,00            | Q 10,00              | Q 10,00             |
| <b>c) Total</b>                                 |               |                 |                      | <b>Q 127,19</b>     |

Fuente: elaboración propia.

Para el muro se utiliza block clase A, con dimensiones de 14,00 cm de ancho, 19,00 cm de alto y 19,00 cm de largo.

La sisa planteada es de 1,00 cm de espesor, y el acabado del muro tendrá también 1,00 cm de espesor.

Tabla XI. Precios unitarios de muro

| <b>Muro (m2)</b>       |               |                 |                      |                     |
|------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>   |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Block 39x19x14         | unidad        | 12,50           | Q 3,00               | Q 37,50             |
| Hilo de pescar         | metros        | 18,00           | Q 0,19               | Q 3,42              |
| Nivel de mano          | unidad        | 1,00            | Q 2,56               | Q 2,56              |
| Plomada                | unidad        | 0,12            | Q 10,00              | Q 1,20              |
| Arena de río           | m3            | 0,05            | Q 260,00             | Q 13,00             |
| Cemento 300 PSI        | saco          | 0,05            | Q 72,50              | Q 3,63              |
| <b>b) Mano de obra</b> |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Levantado              | m2            | 1,00            | Q 20,00              | Q 20,00             |
| Acabado                | m2            | 1,00            | Q 15,00              | Q 15,00             |
| <b>c) Total</b>        |               |                 |                      | <b>Q 96,31</b>      |

Fuente: elaboración propia.

Para las soleras, se utiliza un refuerzo longitudinal de acero con diámetro de tres octavos, grado 40, legítimo.

El refuerzo transversal se trabaja con varillas de acero con diámetro de un cuarto de pulgada, grado 40, legítimo.

Tabla XII. Precios unitarios de solera 15,00 cm x 15,00 cm

| <b>Solera (m)</b>    |               |                 |                      |                     |
|----------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b> |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Acero 3/8" grado 40  | varillas      | 0,33            | Q 22,50              | Q 7,43              |

Continuación de la tabla XVII.

|                        |               |                 |                      |                     |
|------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Acero 1/4" grado 40    | varillas      | 0,64            | Q 9,80               | Q 6,27              |
| Cemento 3000 PSI       | unidad        | 0,22            | Q 72,50              | Q 15,95             |
| Arena de río           | unidad        | 0,02            | Q 260,00             | Q 5,20              |
| Piedrín 1/4            | m3            | 0,02            | Q 300,00             | Q 6,00              |
| Alambre de amarre      | Lb            | 0,11            | Q 7,00               | Q 0,79              |
| Clavos 3"              | Lb            | 0,11            | Q 12,00              | Q 1,32              |
| Formaleta              | Pie-tabla     | 2,00            | Q 7,00               | Q 14,00             |
| <b>b) Mano de obra</b> |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Armado lineal          | m             | 1,00            | Q 20,00              | Q 20,00             |
| Fundición              | m3            | 0,02            | Q 200,00             | Q 4,50              |
| Formaleteo             | unidad        | 1,00            | Q 10,00              | Q 10,00             |
| <b>c) Total</b>        |               |                 |                      | <b>Q 91,45</b>      |

Fuente: elaboración propia.

La losa se trabaja con refuerzo de tensión, riel y bastón, el cual es el método comúnmente utilizado en construcciones de marcos estructurales y mampostería. El refuerzo se realiza con varillas de acero con diámetro de tres octavos de pulgada, grado 40, legítimo.

Tabla XIII. **Precios unitarios de losa**

| <b>Losa (m2)</b>     |               |                 |                      |                     |
|----------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b> |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Acero 3/8" grado 40  | varillas      | 4,30            | Q 22,00              | Q 94,60             |
| Cemento 3000 PSI     | unidad        | 0,21            | Q 45,00              | Q 9,53              |
| Arena de río         | unidad        | 0,01            | Q 260,00             | Q 3,23              |
| Piedrín 1/4          | m3            | 0,02            | Q 300,00             | Q 5,06              |
| Alambre de amarre    | Lb            | 1,46            | Q 7,00               | Q 10,23             |



Continuación de la tabla XIII.

|                        |               |                 |                      |                     |
|------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Clavos 3"              | Lb            | 0,22            | Q 12,00              | Q 2,64              |
| Formaleta              | Pie-tabla     | 4,00            | Q 7,00               | Q 28,00             |
| <b>b) Mano de obra</b> |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Armado                 | m2            | 1,00            | Q 40,00              | Q 40,00             |
| Fundición              | m3            | 0,12            | Q 200,00             | Q 24,00             |
| Formaleteo y andamiado | m2            | 1,00            | Q 20,00              | Q 20,00             |
| <b>c) Total</b>        |               |                 |                      | <b>Q 237,29</b>     |

Fuente: elaboración propia.

El piso por utilizar debe ser antideslizante, debido a que es altamente probable que sobre su superficie exista agua, regularmente.

Tabla XIV. **Precios unitarios de piso**

|                                   |               |                 |                      |                     |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>Piso (m2)</b>                  |               |                 |                      |                     |
| <b>a) Materiales</b>              |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Piso antideslizante 50 cm x 50 cm | m2            | 1,00            | Q 60,00              | Q 60,00             |
| Pegamix                           | saco          | 0,35            | Q 27,00              | Q 9,45              |
| Selecto                           | m3            | 0,02            | Q 260,00             | Q 5,20              |
| Divisores de piso                 | unidad        | 6,00            | Q 0,10               | Q 0,60              |
| <b>b) Mano de obra</b>            |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Relleno y nivelado                | m2            | 1,00            | Q 40,00              | Q 40,00             |
| Colocación                        | m3            | 0,12            | Q 300,00             | Q 36,00             |
| <b>c) Total</b>                   |               |                 |                      | <b>Q 151,25</b>     |

Fuente: elaboración propia.

También se contempla la instalación de los artefactos sanitarios. El inodoro y el lavamanos deben ser fabricados de cerámica. Para la distribución de agua, se utilizará tubo PVC para de dos pulgadas de diámetro interno, tanto para el sanitario como para el lavamanos. La baranda necesaria en los sanitarios se realizará de tubo de acero inoxidable de dos pulgadas y media de diámetro.

Tabla XV. **Precios unitarios de artefactos sanitarios**

| <b>Artefactos Sanitarios</b>    |               |                 |                      |                     |
|---------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>            |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Inodoro cerámico                | unidad        | 1,00            | Q 600,00             | Q 600,00            |
| Lavamanos cerámico              | unidad        | 1,00            | Q 250,00             | Q 250,00            |
| Dispensador de papel higiénico  | unidad        | 1,00            | Q 200,00             | Q 200,00            |
| Tubo PVC 2"                     | unidad        | 4,00            | Q 32,00              | Q 128,00            |
| Pegamento epóxico PVC           | unidad        | 2,00            | Q 70,00              | Q 140,00            |
| Unión de 2"                     | Unidad        | 4,00            | Q 6,00               | Q 2400,00           |
| Tubo de acero inoxidable 2 1/2" | unidad        | 1,10            | Q 31,50              | Q 34,65             |
| Sifón                           | unidad        | 2,00            | Q 22,00              | Q 44,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>          |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Colocación y conexión inodoro   | unidad        | 1,00            | Q 150,00             | Q 150,00            |
| Colocación lavamanos            | unidad        | 1,00            | Q 125,00             | Q 125,00            |
| Soldadura y colocación de tubo  | unidad        | 7,00            | Q 75,00              | Q 525,00            |
| Colocación dispensador          | unidad        | 1,00            | Q 50,00              | Q 50,00             |
| <b>c) Total</b>                 |               |                 |                      | <b>Q 2 270,65</b>   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Instalaciones eléctricas**

| <b>Instalaciones eléctricas</b> |               |                 |                      |                     |
|---------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>            |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Plafonera                       | unidad        | 1,00            | Q 12,00              | Q 12,00             |
| Caja rectangular                | unidad        | 2,00            | Q 11,00              | Q 22,00             |
| Caja hexagonal                  | unidad        | 1,00            | Q 11,00              | Q 11,00             |
| Tomacorriente                   | unidad        | 1,00            | Q 15,00              | Q 15,00             |
| <i>Switch</i>                   | unidad        | 1,00            | Q 15,00              | Q 15,00             |
| Cable calibre 12 rojo           | m             | 14,00           | Q 14,00              | Q 196,00            |
| Cable calibre 12 negro          | m             | 14,00           | Q 14,00              | Q 196,00            |
| Tubo PVC anaranjado 1"          | m             | 4,00            | Q 18,00              | Q 72,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>          |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Instalación                     | unidad        | 1,00            | Q 500,00             | Q 250,00            |
| <b>c) Total</b>                 |               |                 |                      | <b>Q 789,00</b>     |

Fuente: elaboración propia.

Con los costos unitarios desglosados, se procede a mostrar cada renglón y la cantidad para la construcción de un módulo de sanitarios.

Tabla XVII. **Costo por módulo de sanitarios**

| <b>Renglón</b>            | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
|---------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Columna 15 cm x 15 cm     | unidad        | 4,00            | Q 220,91             | Q 883,64            |
| Cimentación 40 cm x 40 cm | unidad        | 4,00            | Q 127,19             | Q 508,76            |
| Muro                      | m2            | 17,55           | Q 96,31              | Q 1,690,15          |
| Solera                    | m             | 27,00           | Q 91,45              | Q 2,469,20          |
| Losa                      | m2            | 5,00            | Q 298,09             | Q 1,490,45          |
| Piso                      | m2            | 5,00            | Q 151,25             | Q 756,25            |
| Artefactos sanitarios     | unidad        | 1,00            | Q 2 270,65           | Q 2 270,65          |
| Instalaciones eléctricas  | unidad        | 1,00            | Q 789,00             | Q 789,00            |
| <b>Total</b>              |               |                 |                      | <b>Q 10 858,11</b>  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Costo total por dos módulos de sanitarios**

| <b>Precio total por módulo</b> | <b>Cantidad de módulos</b> | <b>Precio total</b> |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Q 10 858,11                    | 2,00                       | Q 21 716,22         |

Fuente: elaboración propia.

El costo total por la instalación de los dos módulos de sanitarios necesarios asciende a Q 21 716,22.

#### 4.1.5. Costo total para espacios interiores

Debido a que se puede considerar como muy alto el costo de las plataformas sube escaleras, se mostrará el precio total para espacios interiores de dos maneras distintas: con el precio de la plataforma y sin ella.

Tabla XIX. **Costo total para espacios interiores, incluyendo el módulo sube escaleras**

| <b>Renglón</b>            | <b>Precio</b>       |
|---------------------------|---------------------|
| Pasamanos                 | Q 10 702,90         |
| Plataforma sube escaleras | Q 383 460,00        |
| Módulo de Sanitarios      | Q 21 716,22         |
| <b>Total</b>              | <b>Q 415 879,12</b> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Costo total para espacios interiores, no incluyendo el módulo sube escaleras**

| <b>Renglón</b>       | <b>Precio</b>      |
|----------------------|--------------------|
| Pasamanos            | Q 10,702.90        |
| Módulo de Sanitarios | Q 21,716.22        |
| <b>Total</b>         | <b>Q 32,419.12</b> |

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Costos para espacios exteriores

Se integra a continuación el costo para espacios exteriores.

### 4.2.1. Banquetas

Para realizar la adaptación del espacio exterior, es necesario construir aproximadamente 27,20 metros cuadrados de banquetas, por lo que a continuación se desglosan los precios unitarios para la construcción de 1,00 m<sup>2</sup> de banqueta.

Tabla XXI. Precios unitarios para banquetas

| <b>1. Banqueta (m2)</b> |               |                 |                      |                     |
|-------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>    |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>           | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Electromalla            | m2            | 1,00            | Q 7,00               | Q 7,00              |
| Cemento 3000 PSI        | saco          | 1,13            | Q 72,50              | Q 81,93             |
| Arena de río            | m3            | 0,07            | Q 260,00             | Q 18,20             |
| Piedrín 1/4"            | m3            | 0,09            | Q 300,00             | Q 27,00             |
| Alambre de amarre       | Lb            | 0,23            | Q 24,00              | Q 5,44              |
| Clavos 3"               | Lb            | 0,22            | Q 20,00              | Q 4,40              |
| Formaleta               | Pie-tabla     | 4,00            | Q 7,00               | Q 28,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>  |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>           | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Limpieza                | m             | 1,00            | Q 5,00               | Q 5,00              |
| Fundición               | m3            | 0,12            | Q 250,00             | Q 30,00             |
| Formaleteo              | m2            | 0,48            | Q 25,00              | Q 10,00             |
| <b>c) Total</b>         |               |                 |                      | <b>Q 216,96</b>     |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Precio por el total de metros cuadrados de banquetta**

| <b>Nombre</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
|---------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Banqueta      | m2            | 27,2            | Q 216,96             | Q 5 901,38          |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.2. Rampa**

Se determinó que, para la construcción de la rampa, se tendrán dos descansos, dentro de una longitud total de 23,5 metros. Cada descanso se encontrará al final de un tramo y cada tramo tendrá una longitud de aproximadamente 8 metros.

La pendiente de la rampa es del 6 % para facilitar el movimiento.

Esta debe tener pasamanos con tubos a tres alturas distintas. Este pasamanos debe ser realizado con tubo de acero inoxidable de dos pulgadas y media, brillante, y debe soldarse y asegurarse con tornillos.

Se colocará electromalla de 1/4

A continuación, se desglosan los precios unitarios.

Tabla XXIII. Precios unitarios de rampa

| <b>RAMPA (m)</b>                 |               |                 |                      |                     |
|----------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <b>a) Materiales</b>             |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                    | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Electromalla                     | m2            | 1,00            | Q 7,00               | Q 7,00              |
| Block 15x20x40                   | unidad        | 9,50            | Q 3,00               | Q 28,50             |
| Cemento 3000 PSI                 | unidad        | 1,02            | Q 72,50              | Q 73,95             |
| Arena de río                     | unidad        | 0,12            | Q 260,00             | Q 31,20             |
| Piedrín 1/4"                     | unidad        | 0,09            | Q 300,00             | Q 27,00             |
| Material antideslizante          | m2            | 0,26            | Q 80,00              | Q 20,80             |
| Pegamento                        | Bote          | 0,25            | Q 28,00              | Q 7,00              |
| Tubo de 2,00" (5,00 cm)          | unidad        | 0,81            | Q 40,00              | Q 32,40             |
| Platina tubo 2,00" (5,00 cm)     | unidad        | 1,00            | Q 7,00               | Q 7,00              |
| Tornillo hexagonal diámetro 1/2" | unidad        | 2,00            | Q 1,00               | Q 2,00              |
| Electrodo                        | unidad        | 2,00            | Q 7,00               | Q 14,00             |
| <b>b) Mano de obra</b>           |               |                 |                      |                     |
| <b>Nombre</b>                    | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio/unidad</b> | <b>Precio total</b> |
| Armado                           | m2            | 1,00            | Q 10,00              | Q 10,00             |
| Fundición                        | m3            | 0,12            | Q 200,00             | Q 24,00             |
| Levantado                        | m2            | 0,75            | Q 20,00              | Q 15,00             |
| Formaleteo                       | m2            | 1,00            | Q 10,00              | Q 10,00             |
| Soldadura                        | unidad        | 6,00            | Q 5,00               | Q 30,00             |
| Colocación de platina y montaje  | unidad        | 1,00            | Q 22,00              | Q 22,00             |
| Ayudante                         | unidad        | 1,00            | Q 15,00              | Q 15,00             |
| <b>c) Total</b>                  |               |                 |                      | <b>Q 376,85</b>     |

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el precio total por los 30,60 metros de longitud de la rampa.



Tabla XXIV. **Precio total de rampa**

| Nombre | Unidad | Cantidad | Precio/unidad | Precio total |
|--------|--------|----------|---------------|--------------|
| Rampa  | m      | 30,60    | Q 376,85      | Q 11 531,61  |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. Parques

Para cubrir el renglón de parques, únicamente se necesitará señalar de manera correcta el espacio asignado, así como ubicar los topes de estacionamiento de ambos espacios. Se muestran los precios en la siguiente tabla:

Tabla XXV. **Precio de señalización para ubicación de parques especiales**

| <b>Parques y señalización</b>                      |        |          |               |                   |
|--|--------|----------|---------------|-------------------|
| <b>a) Materiales</b>                               |        |          |               |                   |
| Nombre   | Unidad | Cantidad | Precio/unidad | Precio total      |
| Rótulo estacionamiento para necesidades especiales | unidad | 2,00     | Q 350,00      | Q 700,00          |
| Tubo cuadrado 2"                                   | unidad | 1,00     | Q 18,00       | Q 18,00           |
| Tope para parqueo de 18"                           | unidad | 4,00     | Q 219,00      | Q 876,00          |
| Electrodos   | unidad | 2,00     | Q 7,00        | Q 14,00           |
| <b>b) Mano de obra</b>                             |        |          |               |                   |
| Nombre   | Unidad | Cantidad | Precio/unidad | Precio total      |
| Soldadura  | m      | 1,00     | Q 10,00       | Q 10,00           |
| Colocación de rótulos                              | m3     | 2,00     | Q 20,00       | Q 40,00           |
| <b>c) Total</b>                                    |        |          |               | <b>Q 1 644,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.4. Costo total para espacios exteriores

A continuación, se presentan los precios totales para la adaptación del espacio exterior para las necesidades de personas con discapacidad motriz.

Tabla XXVI. **Costo total para espacios exteriores**

| <b>Renglón</b> | <b>Precio</b> |                  |
|----------------|---------------|------------------|
| Banquetas      | Q             | 5 901,38         |
| Rampa          | Q             | 11 531,61        |
| Parqueos       | Q             | 1 644,00         |
| <b>Total</b>   | <b>Q</b>      | <b>19 076,99</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Costo total de implementación

Al igual que se hizo con los precios de espacios interiores, el costo total de implementación se presentará de dos maneras: incluyendo el módulo sube escaleras y luego sin el mismo.

Tabla XXVII. **Precio total de implementación, con módulo sube escaleras**

| <b>Espacio</b> | <b>Precio</b> |                   |
|----------------|---------------|-------------------|
| Interior       | Q             | 415 879,12        |
| Exterior       | Q             | 19 076,99         |
| <b>Total</b>   | <b>Q</b>      | <b>434 956,11</b> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Costo total de implementación, sin módulo sube escaleras**

| <b>Espacio</b> | <b>Precio</b> |                  |
|----------------|---------------|------------------|
| Interior       | Q             | 32 419,12        |
| Exterior       | Q             | 19 076,99        |
| <b>Total</b>   | <b>Q</b>      | <b>51 496,11</b> |

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. El costo total de la propuesta de la implementación para el área analizada será de Q 434 956,11 al incluir el precio del módulo sube escaleras. Si dicho módulo no se incluye, el costo total de implementación será de Q 51 496,11.
2. Al desarrollar espacios inclusivos para personas con discapacidad motriz, es preferible elegir edificios de una planta, debido a que los dispositivos tecnológicos para salvar escaleras, representan un gasto alto, aunque técnicamente, resulta viable su implementación, debido a que no existe impedimento físico.
3. Es importante poseer un espacio amplio cuando se desea la ubicación de una rampa, debido a que, por la pendiente solicitada por el *Manual técnico de accesibilidad para personas con discapacidad*, el desarrollo de la rampa en su longitud tiende a ser extenso. En este caso, se determinó que la mejor ubicación para la rampa propuesta, es el espacio comprendido entre la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Mecánica de Suelos.
4. Para la construcción de sanitarios independientes, adaptados con facilidades para personas con discapacidad motriz, es necesario buscar una locación sin cambios bruscos de pendiente, ya que de preferencia deben ser ubicados en un punto que no represente una inversión grande de energía para acceder a ellos.



## RECOMENDACIONES

1. Debido al alto gasto que representa instalar dispositivos sube escaleras de una empresa externa, se recomienda buscar una alternativa a ello mediante la inclusión dicho tema en el trabajo de investigación o graduación de un alumno de la carrera de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Eléctrica o Ingeniería Electrónica.
2. Verificar periódicamente el material antideslizante de la rampa propuesta en el capítulo 3 de esta investigación, ya que es imprescindible que dicho material se encuentre en óptimas condiciones para evitar accidentes.
3. Si existiesen dentro de la integración de gastos unitarios, trabajos para los cuales haya personal específico contratado actualmente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizar a dicho personal, para reducir costos en mano de obra.
4. Si fuese posible, la utilización de madera reciclada para la realización de formaleta, ya que se pudo observar que este material es una constante en los renglones unitarios, por lo que utilizar madera reciclada podría reducir considerablemente los gastos proyectado.





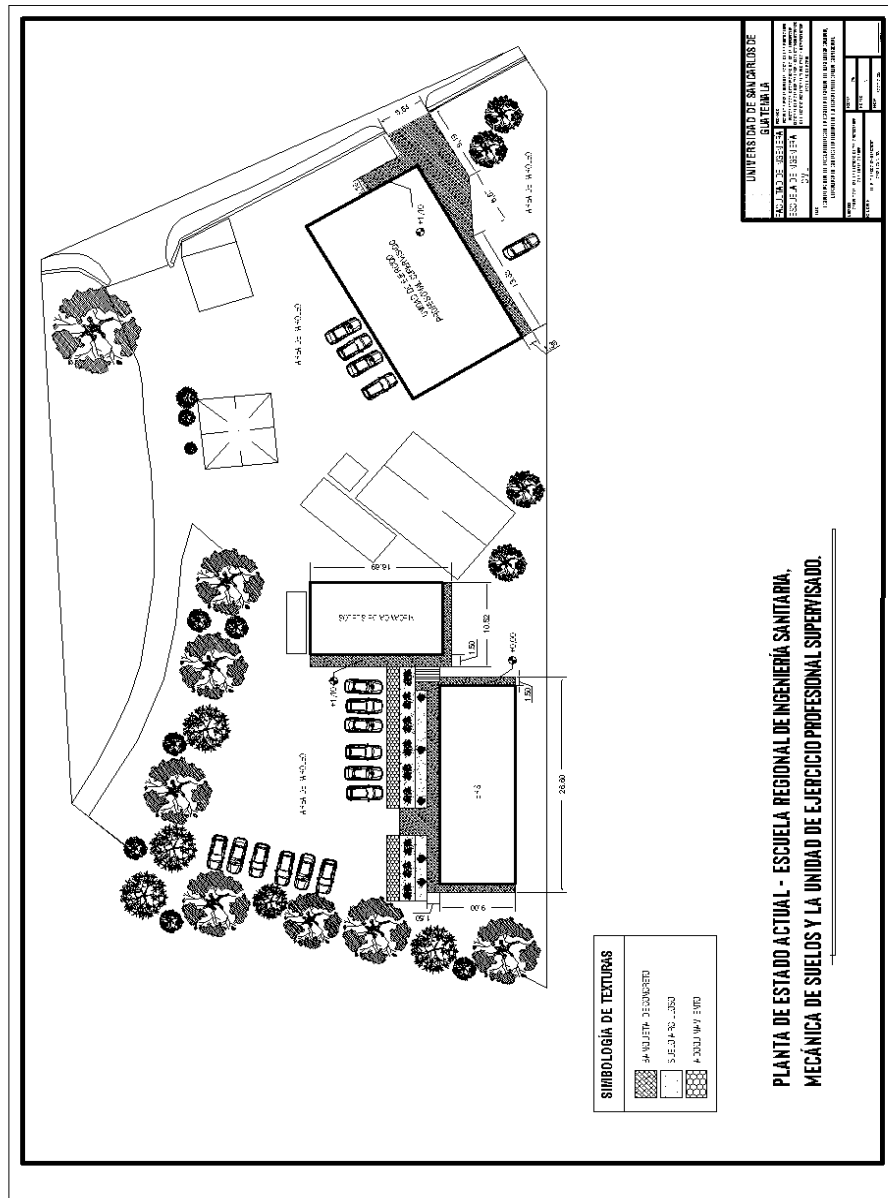
## BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Guía de inclusión educativa universitaria de personas con discapacidad*. Guatemala, 2018. 64 p.
2. Crearquitectura. *Manual técnico de accesibilidad de las personas con discapacidad al espacio físico y medios de transporte en Guatemala*. Guatemala, 2005. 246 p.
3. Comisión Universitaria para la atención de la población con discapacidad. *Políticas de atención a la población con discapacidad en la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala, 2014. 37 p.
4. Departamento de Registro y Estadística, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Avance Estadístico No. 01-2018*. Guatemala, 2018. 60 p.
5. Departamento de Registro y Estadística, Universidad de San Carlos de Guatemala. *Informe estadístico estudiantil 2019*. Guatemala, 2019. 59 p.



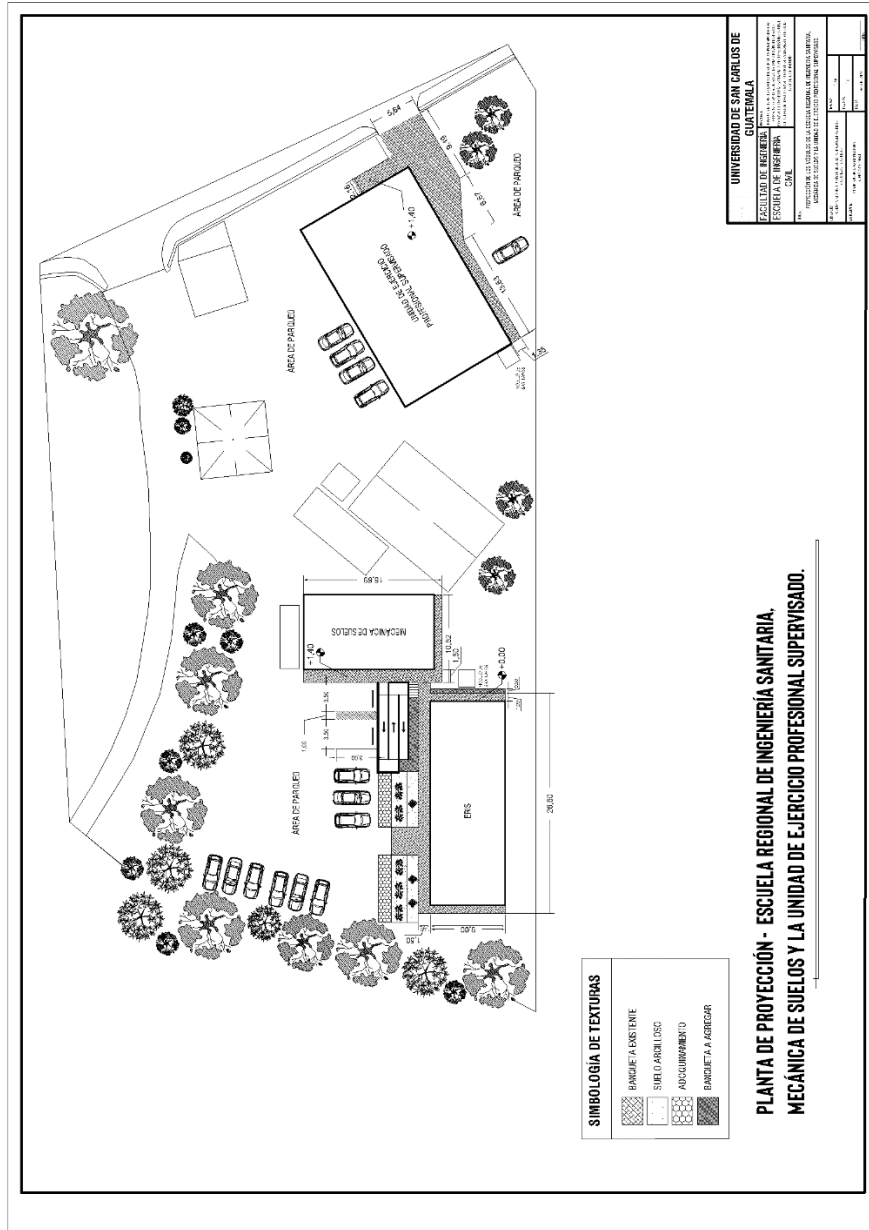
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Planta anterior del área de trabajo



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Planta posterior del área de trabajo



Fuente: elaboración propia.