



# Corrección de pendientes para sistemas de drenaje urbano en áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta

*Slope correction for urban drainage systems in critical areas of the parking lot at Rafael*

**Jorge De J. Rincón-Pérez**

Universidad Rafael Urdaneta. Decanato de Postgrado e Investigación. Especialización en Construcción de Obras Civiles, Mención Edificaciones. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0007-6656-8749> /Correo electrónico: [jorgejrinconp01@gmail.com](mailto:jorgejrinconp01@gmail.com)

**Carlos L. Espinoza-Suárez**

Universidad Rafael Urdaneta. Decanato de Postgrado e Investigación. Especialización en Construcción de Obras Civiles, Mención Edificaciones. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0001-3217-8327> /Correo electrónico: [c.l.espinoza.suarez@gmail.com](mailto:c.l.espinoza.suarez@gmail.com)

Recibido: 13/03/2023 Admitido: 21-03-2023 Aprobado: 29/05/2023

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo proponer la corrección de pendientes para las áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta que garantice la conducción de las aguas pluviales hacia la implementación de sistemas de drenaje urbano. Para ello se seleccionó un diseño de fuente mixta por medio de la documentación del levantamiento topográfico de la unidad de estudio, así como la implementación de la Norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano para la corrección de pendientes, y el uso de software como AutoCAD y Surfer para la modelación y diseño de la propuesta. Asimismo, se calcularon las áreas de corte y de relleno con la intersección de las secciones transversales de la propuesta y del terreno actual, para concluir con la obtención de los volúmenes de movimiento de tierra generados al corregir las pendientes de las zonas estudiadas.

**Palabras clave:** Pavimento, Pendientes, Levantamiento topográfico, Diseño, Drenaje pluvial urbano.

## Abstract

*The objective of the research was to propose the correction of slopes for the critical areas of the parking lot of the Rafael Urdaneta University that guarantees the conduction of rainwater towards the implementation of urban drainage systems. For this, a mixed source design was selected through the documentation of the topographic survey of the study unit, as well as the implementation of the OS.060 Urban Storm Drainage standard for slope correction, and the use of software such as AutoCAD and Surfer for the modeling and design of the proposal. Likewise, the cut and fill areas were calculated with the intersection of the cross sections of the proposal and the current terrain, to conclude with obtaining the volumes of earthworks generated by correcting the slopes of the studied areas.*

**Keywords:** Pavement, Slopes, Topographic survey, Design, Urban storm drain

## Introducción

A nivel internacional, uno de los elementos vigentes necesarios para resolver la accesibilidad y movilidad urbana es la construcción de pavimentos, mantenerlo en buen estado es de suma importancia para garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios, así como evitar sobrecostos de operación en el transporte de las personas y bienes.

Los criterios tradicionales para el diseño y construcción de los pavimentos usualmente se refieren a la accesibilidad y a la resistencia; sin embargo, en las áreas urbanas hay aspectos que no se han abordado suficientemente en el diseño, a pesar de que pueden ser de impacto significativo. Estableciendo que uno de estos aspectos es una adecuada conducción y evacuación del agua sobre el pavimento producto de las pendientes estandarizadas.

González [1] establece que, “en los pavimentos un elemento principal que causa problema es el agua, ya que provoca la disminución de la resistencia de los suelos, por lo que se presentan fallas en terraplenes, cortes y superficie de rodamientos”. Asimismo, CA&CCA [2] comenta que, “el exceso de agua provocado por lluvias o desbordamientos puede afectar negativamente a las propiedades geomecánicas, hidrostáticas y volumétricas del pavimento”. Por estas razones resulta necesario considerar aspectos de ingeniería para evitar estos problemas.

La topografía permite identificar de manera anticipada los posibles riesgos geotécnicos y topográficos del terreno. Al analizar la estabilidad del suelo, la pendiente y la posibilidad de inundaciones, se pueden tomar medidas preventivas para mitigar estos riesgos, evitando acumulaciones no deseadas, garantizando un mejor manejo del agua y asegurando que la construcción cumpla con las regulaciones locales, regionales y nacionales.

En algunas zonas urbanas de Venezuela, los pavimentos son realizados sin tomar en cuenta la importancia de las normas establecidas por los organismos encargados de velar que las mismas se cumplan para la recolección, conducción y disposición de las aguas pluviales, al no considerar aspectos topográficos que permitan un adecuado bombeo del agua hacia los sistemas de drenaje implementados en momentos de precipitaciones.

Uno de los sucesos ocurridos por fuertes lluvias aconteció en la tarde del 31 de octubre de 2022 en la ciudad de Maracaibo (estado Zulia), donde el gran caudal de agua causó la anegación de varias calles y avenidas; junto a ello, varios vehículos se dañaron por la fuerza de las aguas [3]. De igual manera, otro acontecimiento ocurrido fue la lluvia de la mañana del sábado 7 de noviembre de 2020, que causó deslaves en los cerros e inundó las vías y las casas aledañas a la Avenida El Milagro [4].

Estos hechos justifican la gran importancia de aplicar ciertas medidas y consideraciones al momento de diseñar un pavimento; y a su vez, de tomar en cuenta los aspectos topográficos para establecer las pendientes mínimas recomendadas para una buena conducción y desalojo de las aguas pluviales, considerando el aumento exponencial de la población.

Hoy en día, la Universidad Rafael Urdaneta no se escapa de esta situación, dado que al encontrarse en una zona de alta densidad poblacional por medio del desarrollo urbanístico, aumenta la probabilidad de generar grandes escorrentías al momento de las lluvias, sin posibilidad de infiltrar a la capa vegetal por su bajo nivel freático con respecto a la superficie.

La investigación realizada por González-Caraballo y Benítez [5] identificó que, en algunas zonas del pavimento del estacionamiento de vehículos de la Universidad Rafael Urdaneta se generan grandes encharcamientos e inundaciones que impiden la movilidad peatonal haciendo inutilizables algunos puestos de estacionamiento por la acumulación de láminas de agua debido a los aspectos topográficos de altimetría y desniveles del terreno; estos últimos generan pendientes que no permiten la conducción del agua hacia las áreas de drenajes. De igual forma, los autores recomendaron realizar la corrección de pendientes del pavimento antes de plantear cualquier solución con sistemas de drenaje.

Es de mencionar que, rediseñar un pavimento que cumpla con las pendientes establecidas radica en evaluar las condiciones existentes de la zona, así como garantizar el cumplimiento de las pendientes establecidas por las normativas estandarizadas que permitan una buena conducción y desalojo de las aguas de lluvia.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue proponer la corrección de pendientes para las áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta, de manera que posteriormente se garantice la conducción de las aguas pluviales hacia los sistemas de drenaje urbano.

## Metodología

La investigación se clasificó de tipo proyectiva [6], ya que el objetivo general fue proponer la corrección de pendientes para las áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta para en estudios posteriores garantizar la conducción de las aguas pluviales hacia los sistemas de drenaje urbano. Para ello, la presente investigación se basó en describir las condiciones topográficas de la zona estudiada para determinar la dirección y los porcentajes de las pendientes de las áreas críticas del pavimento. Del mismo modo, se estableció el diseño del pavimento con las pendientes que debe cumplir según las especificaciones técnicas recomendadas de los sistemas de drenaje pluvial; para así, determinar los volúmenes de movimiento de tierra necesarios para corregir esas pendientes longitudinales y transversales.

De igual forma, esta investigación tiene una fase de diseño de fuente mixta, ya que la información se origina por fuentes documentales a través de la obtención de datos estudiados con anterioridad; así como también de normativas, de libros y de artículos científicos previamente existentes. De igual forma los datos se analizaron mediante fuentes virtuales a través de programas de diseño para la modelación y cálculo de datos necesarios para la realización de la propuesta planteada. Igualmente, la investigación se enmarca en el diseño contemporáneo transeccional, ya que la temporalidad de recolección de datos es ejecutada en el presente y en un momento único; además, es importante mencionar que se clasificó como una investigación de diseño univariable, ya que solo se estudia un único evento o variable de estudio [6].

Para la presente investigación se seleccionó un caso de estudio que se encuentra ubicado en la Universidad Rafael Urdaneta, en la ciudad de Maracaibo del Estado Zulia, donde se toma como unidad de estudio el pavimento de su estacionamiento, considerando aquellas áreas con características críticas para la obtención de datos y diseño de esta propuesta.

El pavimento del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta tiene dos áreas con características críticas, en las cuales se visualizan encharcamientos e inundaciones tras las fuertes precipitaciones pluviales. Estas áreas intervenidas fueron denominadas Zona 1 y Zona 2 para la presentación de todos los datos y parámetros estudiados en la presente investigación (Figura 1).

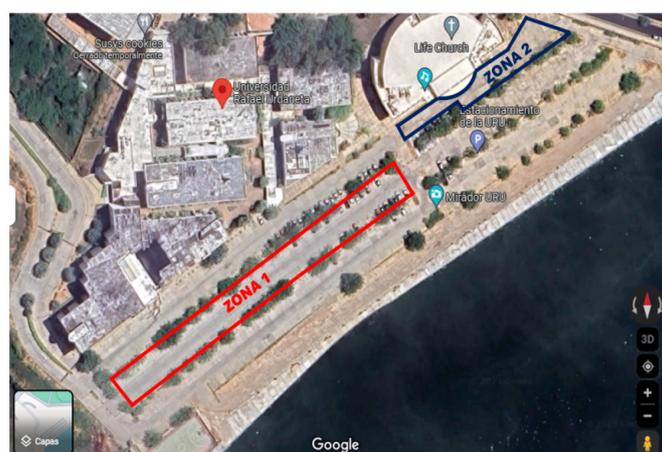


Figura 1. Áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta [7].

Para alcanzar el logro del objetivo principal de la investigación se estudiaron los criterios a considerar en la corrección de las pendientes en pavimentos existentes, ya que es una fase predominante para describir y analizar las propiedades de las variables que podrían intervenir en la propuesta. Dependiendo de estas variables y criterios adoptados, se obtiene una clara noción del funcionamiento de las pendientes que el pavimento debe tener en el transcurso de su vida útil.

Las características topográficas del terreno, la dirección y cumplimiento normativo de las pendientes longitudinales y transversales, así como el cálculo de los volúmenes del movimiento de tierra, son los principales criterios que intervienen en la corrección de las pendientes en los pavimentos existentes para una adecuada conducción de las aguas hacia los sistemas urbanos de drenaje, siendo estas las variables estudiadas y descritas para la propuesta de la presente investigación.

### Estudio topográfico

En el diseño y ejecución de cualquier proyecto de ingeniería de obras que tengan como asiento la superficie de la tierra, es necesario el uso de la topografía. En obras viales es fundamental, ya que define la posición y las formas circunstanciales del suelo, estudiando al detalle la superficie terrestre y todos los accidentes que en ella existan, sean naturales o debidos a la mano del hombre.

Para efectos de la presente investigación se utilizó como referencia los parámetros establecidos en la investigación desarrollada por González-Caraballo y Benítez [5], los cuales serán descritos para identificar las cuencas en las áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta.

La realización del levantamiento topográfico fue aplicado y evaluado en las áreas con características críticas de la Universidad Rafael Urdaneta (Figura 1), y se realizó planteando una serie de puntos definidos por las esquinas de cada uno de los paños del pavicreteo actual. Estos puntos pueden verse reflejados en la Figura 2. Se describieron todos los datos arrojados del levantamiento topográfico, para la definición de las alturas y distancias (cotas) actuales de cada uno de los puntos establecidos en el terreno, curvas de nivel y la caracterización del espacio en donde se aplica la propuesta planteada.

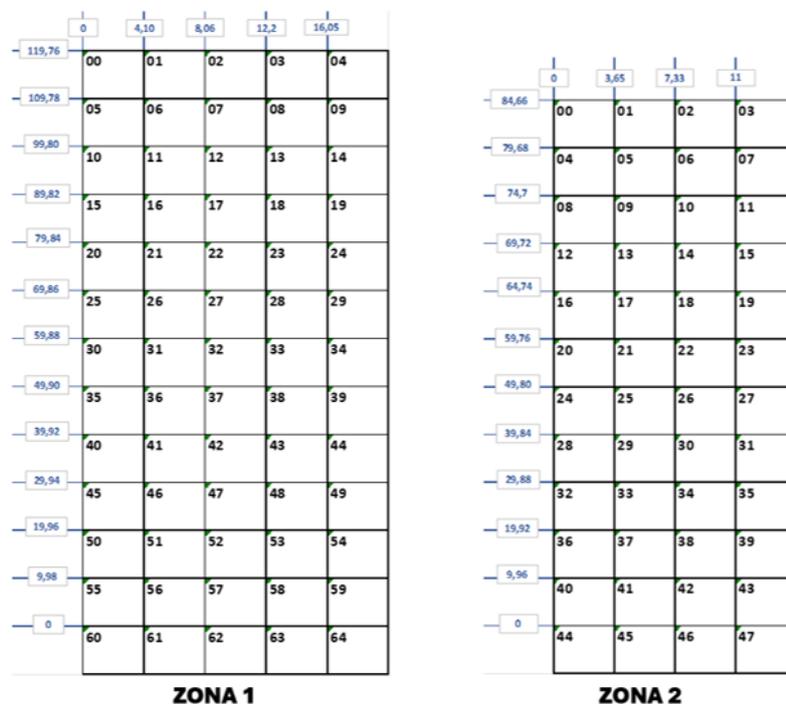


Figura 2. Distribución de puntos del levantamiento topográfico

### Pendientes longitudinales y transversales

Las pendientes longitudinales y transversales del pavimento juegan un papel de suma importancia que conjuntamente con el diseño geométrico influyen en garantizar la comodidad, la conducción y la eficiencia en el uso que se le da para los vehículos y para los usuarios que lo transitan.

En términos de hidráulica, un buen diseño de pendientes garantiza una buena orientación del caudal hacia los sistemas de drenaje implementados; por esta razón, para la presente investigación se realizó el cálculo de las pendientes entre cada uno de los puntos establecidos por el levantamiento topográfico, para observar si existe continuidad y cumplimiento normativo para el bombeo de agua hacia los sistemas de drenaje urbano.

Para el cálculo de estas pendientes se usó la ecuación de la recta punto-pendiente, la cual hace énfasis en la pendiente de la recta y un punto en esta (que no sea la ordenada al origen) [8].

$$y_2 - y_1 = m \times (x_2 - x_1) \rightarrow m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \tag{Ec. 1}$$

Donde:

m, es la pendiente de la recta.

$y_2 - y_1$ , incremento de altura en el eje de las ordenadas.

$x_2 - x_1$ , incremento de distancia en el eje de las abscisas.

De igual manera, tomando como parámetros las características topográficas, la dirección y los porcentajes de pendientes longitudinales y transversales obtenidas del terreno actual; se rediseñó el pavimento haciendo una corrección de pendientes en las áreas críticas del estacionamiento a través de especificaciones normalizadas.

Para ello, se tomó en cuenta lo establecido en la Norma Técnica O.S.060 [9], la cual establece que para facilitar la concentración de agua que incide sobre el pavimento hacia los extremos o bordes de la calzada, las pendientes a considerar son las siguientes:

Pendientes longitudinales (SJ) > 0.5 %.

Pendientes transversales (ST) de 2% a 4%.

Para garantizar el cumplimiento de la Norma OS.060 [9], se procedió a calcular las elevaciones o las alturas que tendrían cada uno de los puntos establecidos en la Figura 2, considerando las pendientes propuestas para esta investigación. Estas elevaciones fueron calculadas mediante el despeje de la ecuación de la recta punto-pendiente.

$$y_2 - y_1 = m \times (x_2 - x_1) \rightarrow y_2 = (m \times (x_2 - x_1)) + y_1 \tag{Ec. 2}$$

Para garantizar que la propuesta no afecte negativamente las condiciones de acceso de otras calles o espacios públicos, se calcularon las diferencias de altura entre los puntos que se encuentran en los laterales del pavimento, para así observar la modificación de la altura que se le debe realizar a los bordillos laterales, de tal forma que la circulación del agua no afecte las zonas adyacentes del pavimento. Los puntos laterales para cada una de las zonas se ven reflejados en la Figura 2 y se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Puntos laterales de la Zona 1 y Zona 2**

|                          |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PUNTOS<br>LATERALES (PV) | Zona 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 |
|                          |        | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 | 5 | 9 | 0 | 4 |
|                          | Zona 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |   |   |
|                          |        | 0 | 3 | 4 | 7 | 8 | 1 | 2 | 5 | 6 | 9 | 0 | 3 | 4 | 7 | 8 | 1 | 2 | 5 | 6 | 9 | 0 | 3 | 4 | 7 |   |   |

Las pendientes de cada uno de los tramos, así como las cotas del diseño del pavimento con pendientes corregidas, y las diferencias de altura para ambas zonas; serán presentadas y discutidas en los resultados de esta investigación.

### **Volúmenes de los movimientos de tierra**

Los volúmenes de tierra, son movimientos de tierra que se realizan de una parte de la superficie de la Tierra a otro, para poder crear una nueva forma y condición física deseada al menor costo posible.

Con el diseño del pavimento propuesto con pendientes corregidas para las áreas críticas del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta y los datos actuales de altimetría y planimetría del terreno, se procedió a calcular los volúmenes de los movimientos de tierra, y de esta manera, tener una visión clara de los volúmenes de corte y de relleno necesarios para ejecutar la propuesta.

Para medir las cantidades de los movimientos de tierra, primero se requiere del cálculo de las áreas en las secciones transversales. Esto se puede hacer mediante planímetros o a través de cálculos generados con programas virtuales. Para efectos de esta investigación, todas las áreas de las secciones transversales del pavimento actual interceptadas con el pavimento propuesto, se calcularon por medio del software de diseño AutoCAD.

Con las intersecciones realizadas en todas las secciones, se calcularon las áreas que se encuentran por encima del pavimento propuesto (áreas de corte) y las áreas que se encuentran por debajo del pavimento propuesto (áreas de relleno), las cuales fueron denominadas de la siguiente manera:

ACORTE: Área de Corte.

ARELLENO: Área de Relleno.

A partir de las áreas obtenidas se procedió a calcular los respectivos volúmenes. La distancia entre las secciones transversales depende de la precisión que se requiera en el cálculo de los volúmenes. Según el libro de Topografía de McCormac [10] “las secciones transversales se trazan a distancias de 50ft a 100ft (15 metros a 30 metros) en el caso de las carreteras o vías férreas”. Por consiguiente, para obtener resultados más precisos y equilibrados, las secciones transversales se trazaron a distancias de 20 metros para las superficies cuyas áreas adyacentes sean similares, y 10 metros para las superficies cuyas áreas adyacentes son diferentes.

El volumen de tierra generado entre dos o más secciones transversales forma un prismoide aproximado, siendo éste un cuerpo sólido que tiene caras o extremos paralelos y planos (o bases) y lados que son superficies planas. Existen dos métodos para la estimación de volumen de estos prismoides establecidos por McCormac [10]:

### **Método del promedio de áreas extremas.**

Método calculado con la fórmula del prismoide.

Debido a las diferencias que existen en algunas de las superficies del terreno actual entre las áreas adyacentes de las secciones transversales, se seleccionó el método con la fórmula del prismoide para el cálculo del volumen. La expresión fue desarrollada aplicando la regla de un tercio de Simpson para la determinación del volumen de estos cuerpos [10], como se muestra en la Figura 3:

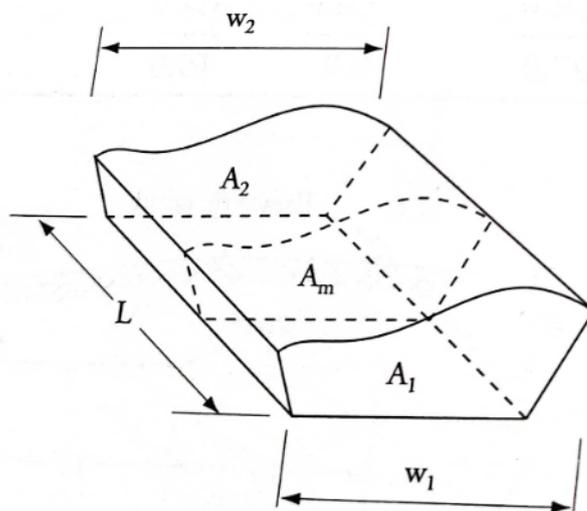
$$V = \frac{L}{27} \left( \frac{A_1 + 4A_m + A_2}{6} \right) \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

$A_1$  y  $A_2$ , son las áreas de las secciones transversales en los extremos o bases del prismoide.

$A_m$ , es el área de la sección ubicada a la mitad entre los dos extremos.

$L$ , es la distancia entre las dos secciones transversales extremas.



**Figura 3. Representación del prismaoide [10]**

Para establecer la superficie predeterminada y diseñada con las pendientes corregidas se calcularon dos tipos de volúmenes (corte y relleno), los cuales fueron denominados de la siguiente manera:

$V_{CORTE}$ : Volumen de Corte.

$V_{RELLENO}$ : Volumen de Relleno.

Considerando que el Volumen de Corte ( $V_{CORTE}$ ) sea aproximado al Volumen de Relleno ( $V_{RELLENO}$ ) para evitar sobrecostos de producción, operación y traslado de material movido.

### Resultados y discusión

Para la descripción de los datos topográficos de la propuesta de la presente investigación, se tomó como base los resultados del estudio realizado por González-Caraballo y Benítez [5].

#### Descripción de datos topográficos

Por medio del levantamiento topográfico realizado en la Zona 1 y Zona 2 (Figura 2), se obtuvieron las cotas de los ejes X, Y y Z presentados en las Tablas 2 y 3, para obtener la información detallada y precisa del terreno actual.

Es importante recalcar que las coordenadas del eje X fueron medidas a lo largo del eje este-oeste, las coordenadas del eje Y a lo largo del eje norte-sur, y para las coordenadas del eje Z se tomó la altura o elevación de los puntos estudiados, como se muestra en las Tablas 2 y 3.

**Tabla 2. Cotas de terreno de la Zona 1 del estacionamiento de Universidad Rafael Urdaneta [5]**

| Pv | X     | Y      | Z      | Pv | X     | Y     | Z    | Pv | X     | Y     | Z      |
|----|-------|--------|--------|----|-------|-------|------|----|-------|-------|--------|
| 0  | 00.00 | 119.76 | 20.000 | 22 | 08.06 | 79.84 | 20.3 | 44 | 16.05 | 39.92 | 20.479 |
| 1  | 04.10 | 119.76 | 19.999 | 23 | 12.20 | 79.84 | 20.3 | 45 | 00.00 | 29.94 | 20.421 |
| 2  | 08.06 | 119.76 | 19.939 | 24 | 16.05 | 79.84 | 20.3 | 46 | 04.10 | 29.94 | 20.411 |
| 3  | 12.20 | 119.76 | 20.019 | 25 | 00.00 | 69.86 | 20.4 | 47 | 08.06 | 29.94 | 20.378 |

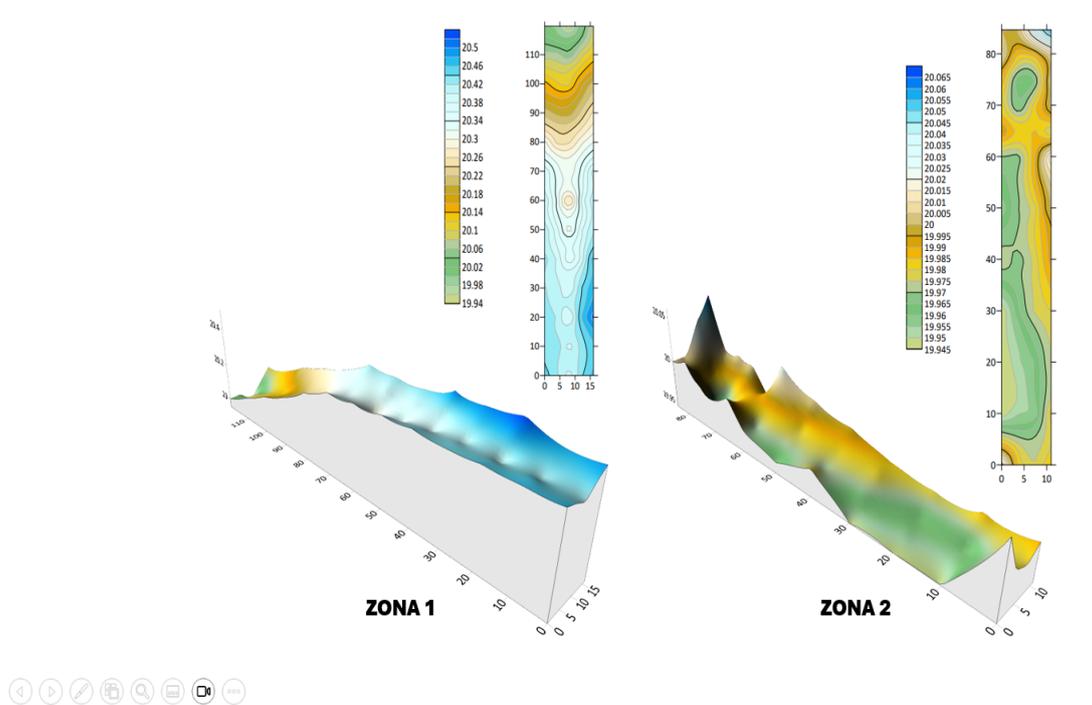
|    |       |        |        |    |       |       |      |    |       |       |        |
|----|-------|--------|--------|----|-------|-------|------|----|-------|-------|--------|
| 4  | 16.05 | 119.76 | 20.089 | 26 | 04.10 | 69.86 | 20.3 | 48 | 12.20 | 29.94 | 20.441 |
| 5  | 00.00 | 109.78 | 20.071 | 27 | 08.06 | 69.86 | 20.3 | 49 | 16.05 | 29.94 | 20.477 |
| 6  | 04.10 | 109.78 | 20.071 | 28 | 12.20 | 69.86 | 20.3 | 50 | 00.00 | 19.96 | 20.437 |
| 7  | 08.06 | 109.78 | 20.044 | 29 | 16.05 | 69.86 | 20.4 | 51 | 04.10 | 19.96 | 20.418 |
| 8  | 12.20 | 109.78 | 20.099 | 30 | 00.00 | 59.88 | 20.4 | 52 | 08.06 | 19.96 | 20.371 |
| 9  | 16.05 | 109.78 | 20.124 | 31 | 04.10 | 59.88 | 20.3 | 53 | 12.20 | 19.96 | 20.464 |
| 10 | 00.00 | 099.80 | 20.150 | 32 | 08.06 | 59.88 | 20.2 | 54 | 16.05 | 19.96 | 20.509 |
| 11 | 04.10 | 099.80 | 20.124 | 33 | 12.20 | 59.88 | 20.4 | 55 | 00.00 | 09.98 | 20.439 |
| 12 | 08.06 | 099.80 | 20.114 | 34 | 16.05 | 59.88 | 20.4 | 56 | 04.10 | 09.98 | 20.434 |
| 13 | 12.20 | 099.80 | 20.177 | 35 | 00.00 | 49.90 | 20.4 | 57 | 08.06 | 09.98 | 20.391 |
| 14 | 16.05 | 099.80 | 20.210 | 36 | 04.10 | 49.90 | 20.4 | 58 | 12.20 | 09.98 | 20.430 |
| 15 | 00.00 | 089.20 | 20.214 | 37 | 08.06 | 49.90 | 20.3 | 59 | 16.05 | 09.98 | 20.457 |
| 16 | 04.10 | 089.20 | 20.195 | 38 | 12.20 | 49.90 | 20.4 | 60 | 00.00 | 00.00 | 20.449 |
| 17 | 08.06 | 089.20 | 20.191 | 39 | 16.05 | 49.90 | 20.4 | 61 | 04.10 | 00.00 | 20.424 |
| 18 | 12.20 | 089.20 | 20.227 | 40 | 00.00 | 39.92 | 20.4 | 62 | 08.06 | 00.00 | 20.390 |
| 19 | 16.05 | 089.20 | 20.267 | 41 | 04.10 | 39.92 | 20.4 | 63 | 12.20 | 00.00 | 20.437 |
| 20 | 00.00 | 079.84 | 20.308 | 42 | 08.06 | 39.92 | 20.3 | 64 | 16.05 | 00.00 | 20.469 |
| 21 | 04.10 | 079.84 | 20.254 | 43 | 12.20 | 39.92 | 20.4 |    |       |       |        |

**Tabla 3. Cotas de terreno de la Zona 2 del estacionamiento de Universidad Rafael Urdaneta [5]**

| Pv | X     | Y     | Z      | Pv | X     | Y     | Z      | Pv | X     | Y     | Z      |
|----|-------|-------|--------|----|-------|-------|--------|----|-------|-------|--------|
| 0  | 00.00 | 84.66 | 20.000 | 16 | 00.00 | 64.74 | 19.996 | 32 | 00.00 | 29.88 | 19.945 |
| 1  | 03.65 | 84.66 | 20.000 | 17 | 03.65 | 64.74 | 19.984 | 33 | 03.65 | 29.88 | 19.964 |
| 2  | 07.33 | 84.66 | 20.035 | 18 | 07.33 | 64.74 | 19.986 | 34 | 07.33 | 29.88 | 19.976 |
| 3  | 11.00 | 84.66 | 20.060 | 19 | 11.00 | 64.74 | 19.974 | 35 | 11.00 | 29.88 | 19.980 |
| 4  | 00.00 | 79.68 | 20.009 | 20 | 00.00 | 59.76 | 19.969 | 36 | 00.00 | 19.92 | 19.945 |
| 5  | 03.65 | 79.68 | 19.968 | 21 | 03.65 | 59.76 | 19.967 | 37 | 03.65 | 19.92 | 19.954 |
| 6  | 07.33 | 79.68 | 19.986 | 22 | 07.33 | 59.76 | 19.989 | 38 | 07.33 | 19.92 | 19.960 |
| 7  | 11.00 | 79.68 | 20.004 | 23 | 11.00 | 59.76 | 20.020 | 39 | 11.00 | 19.92 | 19.976 |

|    |       |       |        |    |       |       |        |    |       |       |        |
|----|-------|-------|--------|----|-------|-------|--------|----|-------|-------|--------|
| 8  | 00.00 | 74.70 | 19.990 | 24 | 00.00 | 49.80 | 19.957 | 40 | 00.00 | 09.96 | 19.946 |
| 9  | 03.65 | 74.70 | 19.960 | 25 | 03.65 | 49.80 | 19.970 | 41 | 03.65 | 09.96 | 19.955 |
| 10 | 07.33 | 74.70 | 19.963 | 26 | 07.33 | 49.80 | 19.977 | 42 | 07.33 | 09.96 | 19.956 |
| 11 | 11.00 | 74.70 | 20.006 | 27 | 11.00 | 49.80 | 19.997 | 43 | 11.00 | 09.96 | 19.983 |
| 12 | 00.00 | 69.72 | 19.983 | 28 | 00.00 | 39.84 | 19.976 | 44 | 00.00 | 00.00 | 20.024 |
| 13 | 03.65 | 69.72 | 19.964 | 29 | 03.65 | 39.84 | 19.967 | 45 | 03.65 | 00.00 | 19.983 |
| 14 | 07.33 | 69.72 | 19.984 | 30 | 07.33 | 39.84 | 19.977 | 46 | 07.33 | 00.00 | 19.975 |
| 15 | 11.00 | 69.72 | 20.002 | 31 | 11.00 | 39.84 | 19.993 | 47 | 11.00 | 00.00 | 19.985 |

Estas cotas fueron ingresadas al software Surfer para la visualización en 3D, la creación de isolíneas, y el modelado de las superficies de las zonas estudiadas (Figura 4).



**Figura 4. Modelación en 3D y curvas de nivel de las Zonas 1 y 2 del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta**

Por medio de las cotas obtenidas y la modelación en 3D de las zonas críticas, se puede observar que en la Zona 1 los puntos con menor altura en el eje transversal del pavimento se encuentran justo en el centro del mismo, ocasionando inundación y encharcamiento en el área central, generando un contrapendiente transversal para un diseño óptimo y normativo de un pavimento. Del mismo modo, se observa que los puntos de altura en el eje longitudinal van en descenso a medida que se avanza en la medición, por lo que existe una pendiente longitudinal que resulta beneficiosa al momento de corregir las pendientes.

Por otra parte, los puntos con menor altura en la Zona 2, tanto en el eje transversal como en el eje longitudinal se encuentran distribuidos en toda el área del pavimento, produciendo encharcamientos e

inundaciones en diferentes sitios de la zona. Además, no se observa una pendiente definida, por lo que resulta necesario realizar su corrección.

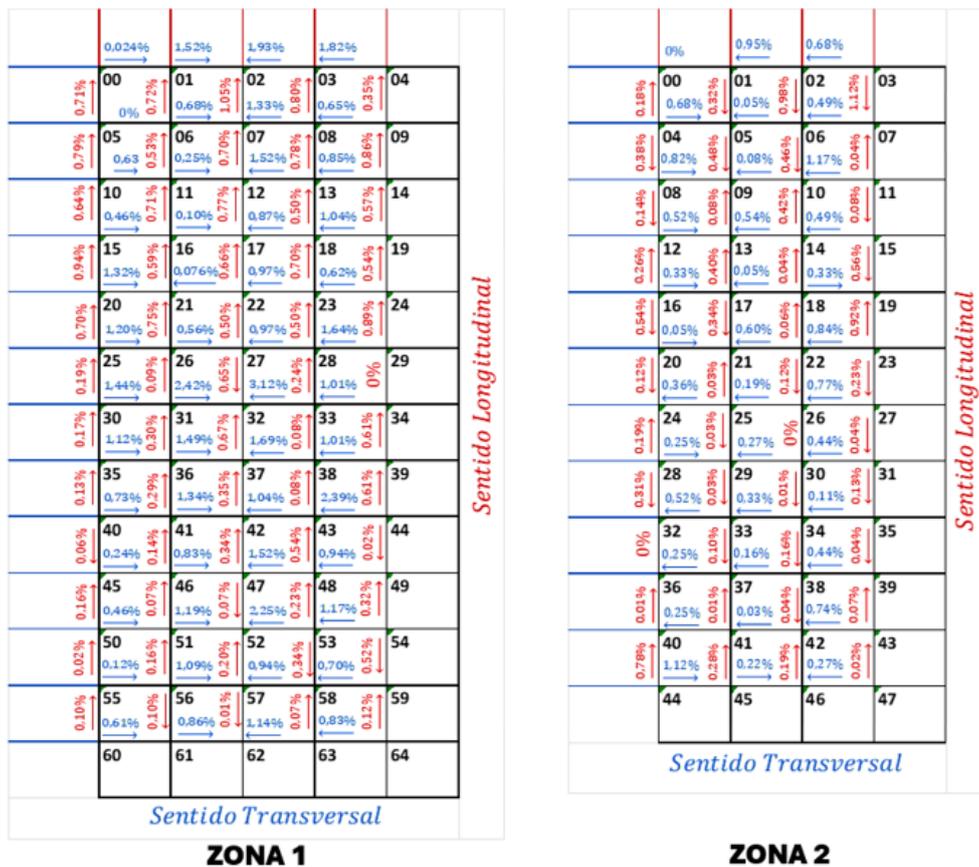
A continuación, se presenta de forma general la caracterización de las zonas estudiadas (Tabla 4):

**Tabla 4. Caracterización de la Zona 1 y Zona 2 [5]**

| Zona | Área (m <sup>2</sup> ) | Longitud (m) | Elevación (msnm) |        |
|------|------------------------|--------------|------------------|--------|
| 1    | 1992,148               | 119,76       | Máxima           | 20,509 |
|      |                        |              | Mínima           | 19,939 |
| 2    | 931,260                | 84,66        | Máxima           | 20,06  |
|      |                        |              | Mínima           | 19,945 |

**Cálculo de pendientes**

Una vez definidas las cotas del terreno de las zonas estudiadas (Tabla 2 y Tabla 3), se realizó el cálculo de las pendientes entre cada uno de los puntos establecidos en el levantamiento topográfico (Figura 2). Estos resultados se visualizan en la Figura 5, los cuales fueron calculados por medio de la ecuación de la recta punto-pendiente. Es importante recalcar que las flechas indican la dirección de la pendiente y, por ende, indican la dirección hacia donde se dirige el flujo de las precipitaciones.



**Figura 5. Pendientes entre puntos de las Zonas 1 y 2 [5]**

A simple vista se observa que existe discontinuidad entre las pendientes, e incluso hay tramos entre los puntos que no tienen pendiente. Asimismo, se determinó que algunos de los valores obtenidos estuvieron fuera de lo establecido por la Norma OS.060 [9], visualizándose tramos en los que la dirección de las pendientes se encuentra invertida, formando así un contrapendiente en el pavimento, resultando imposible drenar el flujo hacia los bordes laterales del pavimento.

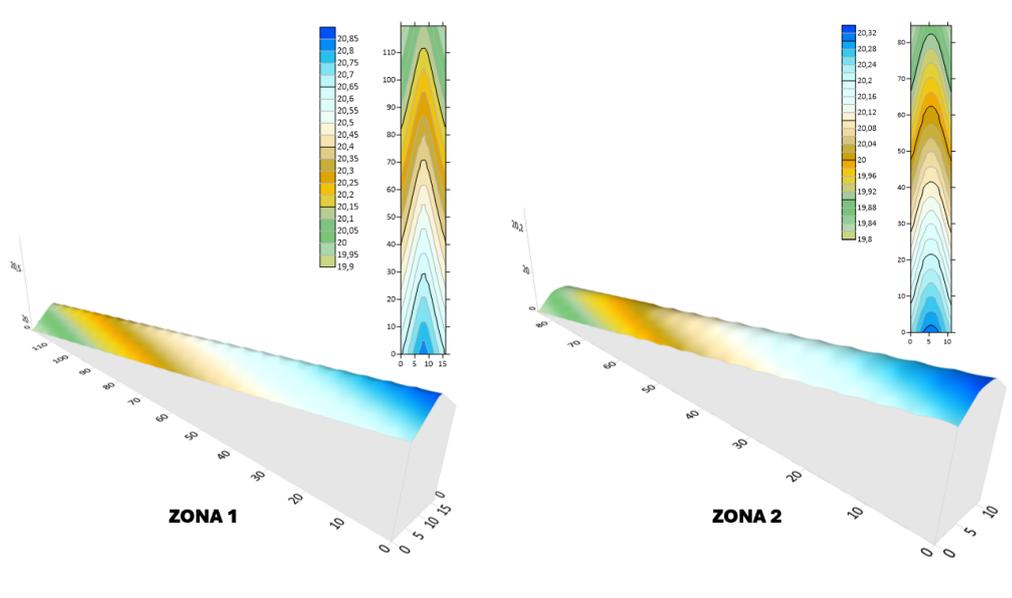
### Corrección de pendientes

Tomando como premisa lo establecido en la Norma OS.060 [9] para garantizar una buena orientación de caudal hacia la implementación posterior de los sistemas de drenaje, se propusieron las pendientes presentadas en la Tabla 5 para el diseño y corrección en cada una de las zonas.

**Tabla 5. Pendientes propuestas para la Zona 1 y Zona 2**

| Porcentaje de pendientes                             |        |        |
|--|--------|--------|
| Eje  | Zona 1 | Zona 2 |
| Longitudinal (a lo largo de todo el pavimento)       | 0,60%  | 0,50%  |
| Transversal (del eje central al borde del pavimento) | 2,50%  | 2%     |

Considerando las elevaciones obtenidas en cada uno de los puntos y las pendientes propuestas para su respectiva corrección, se diseñó el pavimento como se muestra en la Figura 6. De igual forma, se obtuvieron las cotas del pavimento propuesto para cada una de las zonas críticas, como se presenta en las Tablas 6 y 7.



**Figura 6. Diseño del pavimento con pendientes corregidas**

**Tabla 6**  
**Cotas del pavimento diseñado para la Zona 1**

| <b>Pv</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>Z</b> | <b>Pv</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>Z</b> | <b>Pv</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>Z</b> |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| 0         | 00.00    | 119.76   | 19.919   | 22        | 08.06    | 79.84    | 20.360   | 44        | 16.05    | 39.92    | 20.400   |
| 1         | 04.10    | 119.76   | 20.021   | 23        | 12.20    | 79.84    | 20.257   | 45        | 00.00    | 29.94    | 20.459   |
| 2         | 08.06    | 119.76   | 20.120   | 24        | 16.05    | 79.84    | 20.160   | 46        | 04.10    | 29.94    | 20.561   |
| 3         | 12.20    | 119.76   | 220.017  | 25        | 00.00    | 69.86    | 20.219   | 47        | 08.06    | 29.94    | 20.660   |
| 4         | 16.05    | 119.76   | 19.920   | 26        | 04.10    | 69.86    | 20.321   | 48        | 12.20    | 29.94    | 20.557   |
| 5         | 00.00    | 109.78   | 19.979   | 27        | 08.06    | 69.86    | 20.420   | 49        | 16.05    | 29.94    | 20.460   |
| 6         | 04.10    | 109.78   | 20.081   | 28        | 12.20    | 69.86    | 20.317   | 50        | 00.00    | 19.96    | 20.519   |
| 7         | 08.06    | 109.78   | 20.180   | 29        | 16.05    | 69.86    | 20.220   | 51        | 04.10    | 19.96    | 20.621   |
| 8         | 12.20    | 109.78   | 20.077   | 30        | 00.00    | 59.88    | 20.279   | 52        | 08.06    | 19.96    | 20.729   |
| 9         | 16.05    | 109.78   | 19.980   | 31        | 04.10    | 59.88    | 20.381   | 53        | 12.20    | 19.96    | 20.617   |
| 10        | 00.00    | 099.80   | 20.039   | 32        | 08.06    | 59.88    | 20.480   | 54        | 16.05    | 19.96    | 20.520   |
| 11        | 04.10    | 099.80   | 20.141   | 33        | 12.20    | 59.88    | 20.377   | 55        | 00.00    | 09.98    | 20.579   |
| 12        | 08.06    | 099.80   | 20.240   | 34        | 16.05    | 59.88    | 20.280   | 56        | 04.10    | 09.98    | 20.681   |
| 13        | 12.20    | 099.80   | 20.137   | 35        | 00.00    | 49.90    | 20.339   | 57        | 08.06    | 09.98    | 20.780   |
| 14        | 16.05    | 099.80   | 20.040   | 36        | 04.10    | 49.90    | 20.441   | 58        | 12.20    | 09.98    | 20.677   |
| 15        | 00.00    | 089.20   | 20.099   | 37        | 08.06    | 49.90    | 20.540   | 59        | 16.05    | 09.98    | 20.580   |
| 16        | 04.10    | 089.20   | 20.201   | 38        | 12.20    | 49.90    | 20.437   | 60        | 00.00    | 00.00    | 20.639   |
| 17        | 08.06    | 089.20   | 20.300   | 39        | 16.05    | 49.90    | 20.340   | 61        | 04.10    | 00.00    | 20.741   |
| 18        | 12.20    | 089.20   | 20.197   | 40        | 00.00    | 39.92    | 20.399   | 62        | 08.06    | 00.00    | 20.840   |
| 19        | 16.05    | 089.20   | 20.100   | 41        | 04.10    | 39.92    | 20.501   | 63        | 12.20    | 00.00    | 20.737   |
| 20        | 00.00    | 079.84   | 20.159   | 42        | 08.06    | 39.92    | 20.600   | 64        | 16.05    | 00.00    | 20.740   |
| 21        | 04.10    | 079.84   | 20.261   | 43        | 12.20    | 39.92    | 20.497   |           |          |          |          |

**Tabla 7. Cotas del pavimento diseñado para la Zona 2**

| Pv | X     | Y     | Z      | Pv | X     | Y     | Z       | Pv | X     | Y     | Z      |
|----|-------|-------|--------|----|-------|-------|---------|----|-------|-------|--------|
| 0  | 00.00 | 84.66 | 19.807 | 16 | 00.00 | 64.74 | 19.9070 | 32 | 00.00 | 29.88 | 20.082 |
| 1  | 03.65 | 84.66 | 19.880 | 17 | 03.65 | 64.74 | 19.9800 | 33 | 03.65 | 29.88 | 20.155 |
| 2  | 07.33 | 84.66 | 19.880 | 18 | 07.33 | 64.74 | 19.9800 | 34 | 07.33 | 29.88 | 20.155 |
| 3  | 11.00 | 84.66 | 19.806 | 19 | 11.00 | 64.74 | 19.9060 | 35 | 11.00 | 29.88 | 20.081 |
| 4  | 00.00 | 79.68 | 19.832 | 20 | 00.00 | 59.76 | 19.9320 | 36 | 00.00 | 19.92 | 20.132 |
| 5  | 03.65 | 79.68 | 19.905 | 21 | 03.65 | 59.76 | 20.0050 | 37 | 03.65 | 19.92 | 20.205 |
| 6  | 07.33 | 79.68 | 19.905 | 22 | 07.33 | 59.76 | 20.0050 | 38 | 07.33 | 19.92 | 20.205 |
| 7  | 11.00 | 79.68 | 19.831 | 23 | 11.00 | 59.76 | 19.8310 | 39 | 11.00 | 19.92 | 20.131 |
| 8  | 00.00 | 74.70 | 19.857 | 24 | 00.00 | 49.80 | 19.8820 | 40 | 00.00 | 09.96 | 20.182 |
| 9  | 03.65 | 74.70 | 19.930 | 25 | 03.65 | 49.80 | 20.0550 | 41 | 03.65 | 09.96 | 20.255 |
| 10 | 07.33 | 74.70 | 19.930 | 26 | 07.33 | 49.80 | 20.0550 | 42 | 07.33 | 09.96 | 20.255 |
| 11 | 11.00 | 74.70 | 19.856 | 27 | 11.00 | 49.80 | 19.9810 | 43 | 11.00 | 09.96 | 20.181 |
| 12 | 00.00 | 69.72 | 19.882 | 28 | 00.00 | 39.84 | 20.0320 | 44 | 00.00 | 00.00 | 20.232 |
| 13 | 03.65 | 69.72 | 19.955 | 29 | 03.65 | 39.84 | 20.1050 | 45 | 03.65 | 00.00 | 20.305 |
| 14 | 07.33 | 69.72 | 19.955 | 30 | 07.33 | 39.84 | 20.1050 | 46 | 07.33 | 00.00 | 20.305 |
| 15 | 11.00 | 69.72 | 19.881 | 31 | 11.00 | 39.84 | 20.0310 | 47 | 11.00 | 00.00 | 20.231 |

Al comparar los puntos laterales establecidos en la Tabla 1, se calcularon las diferencias de alturas para la Zona 1 con las cotas del pavimento actual (Tabla 2) y las cotas del pavimento propuesto (Tabla 6). Asimismo, se calcularon las diferencias de alturas para la Zona 2 con las cotas del pavimento actual (Tabla 3) y las cotas del pavimento propuesto (Tabla 7). Estos resultados se resumen en la Tabla 8.

Es importante mencionar que las diferencias de alturas que resultaron positivas (+) fueron aquellas que se les tendría que añadir a los puntos del pavimento actual. Del mismo modo, aquellas diferencias que resultaron negativas (-) fueron las alturas que se les tendría que disminuir a los puntos del pavimento actual para que se cumplan el diseño de la propuesta planteada.

Si se visualiza con más detalle la Tabla 8, se puede observar que para la Zona 1 se tendría que aumentar como máximo una altura de 18,95 cm correspondiente al punto pv(60) y se tendría que disminuir como máximo una altura de 18,98 cm correspondiente al punto pv(29). Mientras que, en la Zona 2 se tendría que aumentar como máximo una altura de 32,50 cm correspondiente al punto pv(47), y se tendría que disminuir como máximo una altura de 42,00 cm correspondiente al punto pv(00).

Los valores obtenidos denotan la importancia en el diseño y corrección de pendientes, porque si no se corrigen pueden afectar directamente a las estructuras y obras públicas adyacentes. Igualmente, permiten saber en qué puntos se generarán mayores movimientos de tierra para poder ejecutar la propuesta.

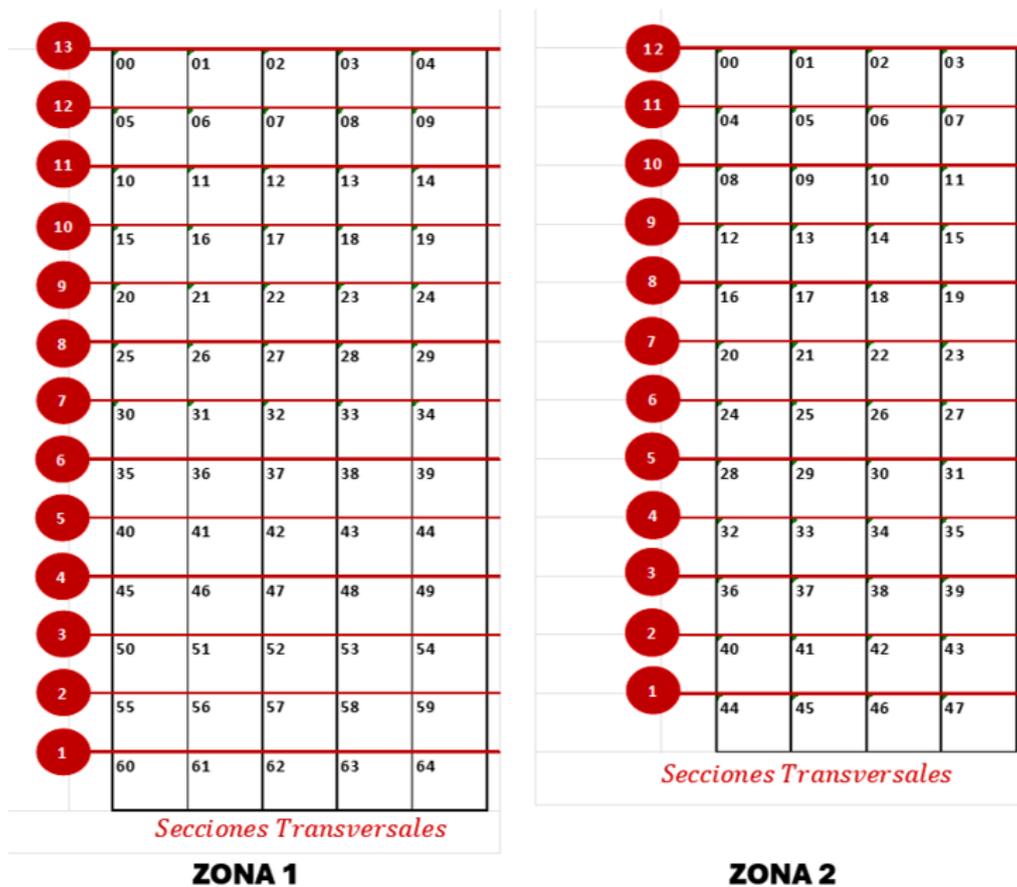
**Tabla 8. Diferencias de alturas en los puntos laterales entre el pavimento actual y el pavimento corregido de la Zona 1 y la Zona 2**

| <b>DIFERENCIAS DE ALTURA</b> |                       |                        |               |                       |                        |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|
| <b>ZONA 1</b>                |                       |                        | <b>ZONA 2</b> |                       |                        |
| <b>Pv</b>                    | <b>diferencia (m)</b> | <b>diferencia (cm)</b> | <b>Pv</b>     | <b>diferencia (m)</b> | <b>diferencia (cm)</b> |
| 0                            | -0.081                | -8.15                  | 0             | -0.42                 | -42                    |
| 4                            | -0.169                | -16.87                 | 3             | -0.26                 | -26                    |
| 5                            | -0.093                | -9.25                  | 4             | -0.399                | -39.9                  |
| 9                            | -0.144                | -14.38                 | 7             | -0.174                | -17.4                  |
| 10                           | -0.111                | -11.15                 | 8             | -0.35                 | -35                    |
| 14                           | -0.17                 | -16.98                 | 11            | -0.146                | -14.6                  |
| 15                           | -0.116                | -11.55                 | 12            | -0.313                | -31.3                  |
| 19                           | -0.167                | -16.68                 | 15            | -0.112                | -11.2                  |
| 20                           | -0.15                 | -14.95                 | 16            | -0.296                | -29.6                  |
| 24                           | -0.161                | -16.08                 | 19            | -0.054                | -5.4                   |
| 25                           | -0.16                 | -15.95                 | 20            | -0.239                | -23.9                  |
| 29                           | -0.19                 | -18.98                 | 23            | -0.07                 | -7                     |
| 30                           | -0.119                | -11.85                 | 24            | -0.169                | -16.9                  |
| 34                           | -0.13                 | -12.98                 | 27            | 0.013                 | 1.3                    |
| 35                           | -0.076                | -7.55                  | 28            | -0.126                | -12.6                  |
| 39                           | -0.078                | -7.78                  | 31            | 0.077                 | 7.7                    |
| 40                           | -0.029                | -2.85                  | 32            | -0.035                | -3.5                   |
| 44                           | -0.079                | -7.88                  | 35            | 0.15                  | 15                     |
| 45                           | -0.037                | -3.75                  | 36            | 0.025                 | 2.5                    |
| 49                           | -0.017                | -1.68                  | 39            | 0.214                 | 21.4                   |
| 50                           | 0.081                 | 8.15                   | 40            | 0.084                 | 8.4                    |
| 54                           | 0.011                 | 1.12                   | 43            | 0.267                 | 26.7                   |
| 55                           | 0.139                 | 13.95                  | 44            | 0.066                 | 6.6                    |
| 59                           | 0.123                 | 12.32                  | 47            | 0.325                 | 32.5                   |

|    |       |       |  |  |
|----|-------|-------|--|--|
| 60 | 0.189 | 18.95 |  |  |
| 64 | 0.171 | 17.12 |  |  |

**Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**

Para la obtención de los volúmenes de movimiento de tierra fue necesario seccionar transversalmente el pavimento propuesto y el pavimento actual para obtener las áreas de corte y de relleno al interceptar ambas secciones (Figura 7).



**Figura 7. Seccionamiento transversal en la Zona 1 y Zona 2**

Debido a que la ecuación del prismoide utiliza una sección intermedia promedio entre dos secciones, estas se trazaron a distancias de 10 metros para áreas adyacentes similares, y 5 metros para áreas adyacentes diferentes, siendo estas aproximadas a las distancias utilizadas para la ejecución del levantamiento topográfico; por lo que, se seccionó en cada uno de los puntos establecidos por dicho levantamiento.

Adicionalmente, tomando en cuenta las cotas del pavimento actual (Tablas 2 y 3) y del pavimento diseñado (Tablas 6 y 7), se realizó la intersección de las secciones transversales entre ambos pavimentos. En las Figuras 8 y 9 se puede observar un ejemplo de la intersección realizada entre la sección transversal 1 del pavimento actual y el pavimento propuesto.

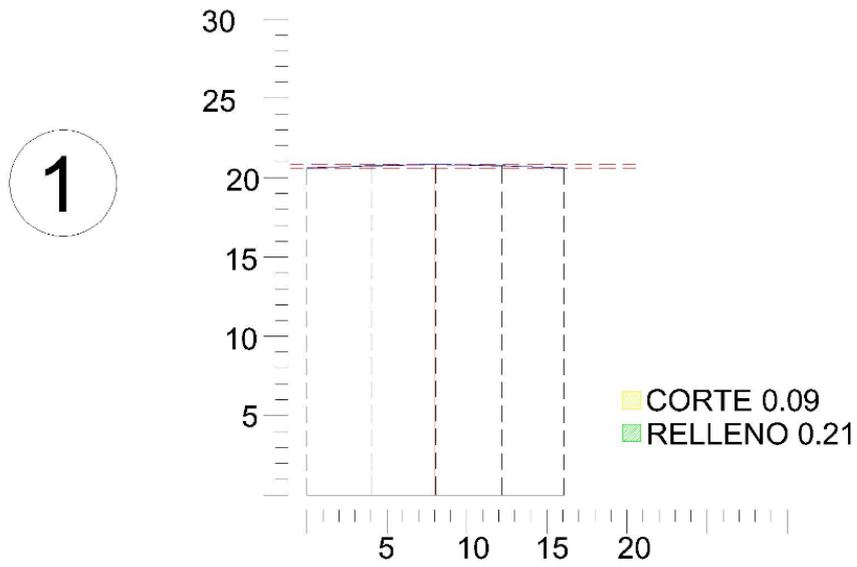


Figura 8. Proceso de intersección entre secciones transversales de la Zona 1 para el cálculo de áreas

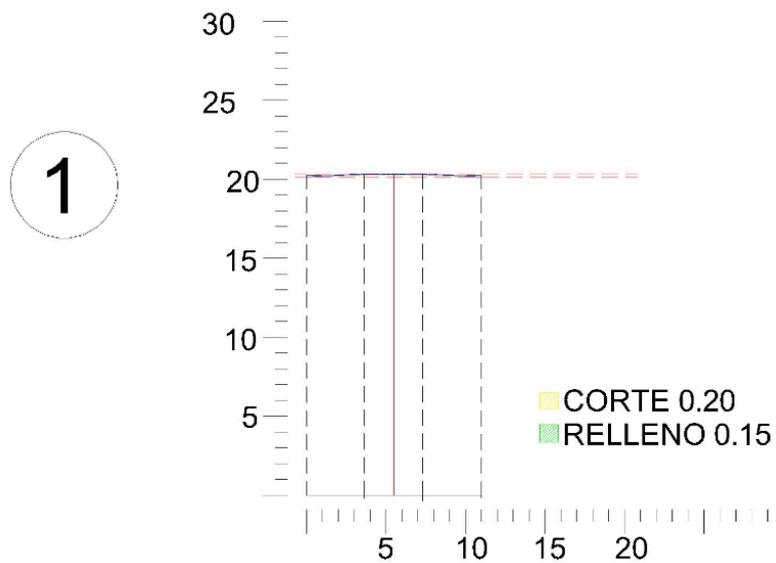


Figura 9. Proceso de intersección entre secciones transversales de la Zona 2 para el cálculo de áreas

Con las intersecciones realizadas en todas las secciones, se calcularon las áreas de corte y relleno que se presentan en la Tabla 9 (Zona 1) y Tabla 10 (Zona 2); además, se observan las longitudes entre las secciones tranversales las cuales permitieron obtener los metros cúbicos de volúmenes de corte y de relleno calculados mediante la ecuación del prismoide.

De igual manera, se puede observar en la Tabla 9 que para la Zona 1 se obtuvo un volumen total de corte de 0,95y un volumen total de relleno de 1,47; mientras que, en la Tabla 10 se puede observar que para la Zona 2 se obtuvo un volumen total de corte de 0,67 y un volumen total de relleno de 0,39.

**Tabla 9. Volúmenes de movimientos de tierra para la Zona 1**

| ZONA 1              |              |      |      |      |      |
|---------------------|--------------|------|------|------|------|
| Sección Transversal | Longitud (m) |      |      |      |      |
| 1.00                | 19.96        | 0.09 | 0.21 | 0.11 | 0.14 |
| 2.00                |              | 0.10 | 0.2  |      |      |
| 3.00                |              | 0.39 | 0.09 |      |      |
| 4.00                | 19.96        | 0.09 | 0.28 | 0.21 | 0.2  |
| 5.00                | 19.96        | 0.93 | 0.41 | 0.18 | 0.59 |
| 6.00                |              | 0.10 | 1.05 |      |      |
| 7.00                |              | 0.10 | 0.16 |      |      |
| 8.00                | 19.96        | 0.73 | 0.02 | 0.38 | 0.08 |
| 9.00                | 19.96        | 0.05 | 0.42 | 0.07 | 0.13 |
| 10.00               |              | 0.10 | 0.11 |      |      |
| 11.00               |              | 0.10 | 0.2  |      |      |
| 12.00               | 19.96        | 0.00 | 0.49 | 0.01 | 0.33 |
| 13.00               |              | 0.00 | 0.53 |      |      |
| SUMATORIA           | 119.76       | 2.79 | 4.17 | 0.95 | 1.47 |

**Tabla 10. Volúmenes de movimientos de tierra para la Zona 2**

| ZONA 2              |              |      |       |      |      |
|---------------------|--------------|------|-------|------|------|
| Sección Transversal | Longitud (m) |      |       |      |      |
| 1.00                | 19.92        | 0.20 | 0.15  | 0.15 | 0.1  |
| 2.00                |              | 0.20 | 0.13  |      |      |
| 3.00                | 19.92        | 0.20 | 0.13  | 0.15 | 0.1  |
| 4.00                |              | 0.20 | 0.114 |      |      |
| 5.00                |              | 0.20 | 0.14  |      |      |
| 6.00                | 19.92        | 0.18 | 0.13  | 0.14 | 0.1  |
| 7.00                |              | 0.24 | 0.14  |      |      |
| 8.00                | 9.96         | 0.24 | 0.07  | 0.09 | 0.03 |
| 9.00                |              | 0.20 | 0.14  |      |      |
| 10.00               | 9.96         | 0.32 | 0.09  | 0.1  | 0.04 |
| 11.00               |              | 0.20 | 0.14  |      |      |
| 12.00               | 4.98         | 0.28 | 0.1   | 0.04 | 0.02 |
| SUMATORIA           | 84.66        | 2.66 | 1.5   | 0.67 | 0.39 |

En caso de ejecutar la propuesta planteada en ambas zonas se tendrá que cortar un volumen total de 1,62m<sup>3</sup>; del mismo modo, éste se tendrá que rellenar con un volumen total de 1,86m<sup>3</sup>. El volumen de corte es aproximado al volumen de relleno, por lo cual, si se reutiliza este volumen de corte se tendría que buscar un volumen de tierra adicional de 0,24m<sup>3</sup> para el relleno, para cumplir con las exigencias de la propuesta.

### Conclusiones

Se estudiaron todos los factores topográficos de las zonas con características críticas, donde se observó que en la Zona 1 los puntos con menor altura se encuentran justo en el centro del pavimento y en la Zona 2 se encuentran dispersos en toda el área del pavimento, generando así los encharcamientos e inundaciones en épocas de lluvia.

Para la corrección de pendientes se estableció los parámetros presentados por la norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano para garantizar la conducción y bombeo del agua a través de las pendientes estandarizadas; ya que, al calcular las pendientes longitudinales y transversales entre cada uno de los puntos en ambas zonas se observó que en algunos tramos existe un contrapendiente, en otros no existe y otros no cumplen con lo establecido en la normativa. Se propone para la Zona 1 una pendiente longitudinal del 0,6% y una transversal del 2,5%, y para la Zona 2 una pendiente longitudinal del 0,5% y una transversal del 2%, garantizando que no existan diferencias apreciables de altura entre el pavimento actual y el corregido.

Al evaluar los puntos laterales del pavimento para evitar el acceso del agua hacia las zonas adyacentes se observaron diferencias de alturas que se deben corregir entre el pavimento actual y el pavimento propuesto con pendientes corregidas. De tal manera, que para la Zona 1 se debe aumentar como máximo una altura de

18,95cm y se tendría que disminuir como máximo una altura de 18,98 cm; mientras que, en la Zona 2 se tendría que aumentar como máximo una altura de 32,50cm y se tendría que disminuir como máximo una altura de 42,00 cm.

Los volúmenes de movimientos de tierra fueron calculados a partir de las áreas de las secciones transversales por medio de la intersección del pavimento actual con el propuesto, obteniendo para la Zona 1 un área de corte total de 2,79m<sup>2</sup> y un área de relleno total de 4,17m<sup>2</sup>. Asimismo para la Zona 2 se obtuvo un área de corte total de 2,66m<sup>2</sup> y un área de relleno total de 1,50m<sup>2</sup>.

Aplicando la ecuación del prismoide se obtuvieron volúmenes de movimientos de tierra, resultando para la Zona 1 un volumen total de corte de 0,95m<sup>3</sup> y un volumen total de relleno de 1,47m<sup>3</sup>, y para la Zona 2 se obtuvo un volumen total de corte de 0,67m<sup>3</sup> y un volumen total de relleno de 0,39m<sup>3</sup>. Se concluye, que el volumen de corte es aproximado al volumen de relleno, por lo tanto, éste se podría reutilizar y sólo se tendría que requerir de 0,24m<sup>3</sup> para cumplir con las exigencias de la propuesta.

### Referencias bibliográficas

- [1] R. González, “Importancia de la topografía en los proyectos de drenaje transversal para carreteras en la República Mexicana”, Tesis de Grado, Univ. Autón. México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000789345/3/0789345.pdf>
- [2] CA&CCA, Ingeniería. “Cuándo son necesarias las obras de drenaje y cómo acometerlas”. ccaycca.com. Paseo Ruzafa, Valencia, Uruguay, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.caycca.com/lander>
- [3] Diario Tal Cual, “Varias calles de Maracaibo se anegaron por lluvias sorpresivas registradas el #31Oct”. talcualdigital.com. (Noviembre 1, 2022). Disponible en: <https://talcualdigital.com/varias-calles-de-maracaibo-se-anegaron-por-lluvias-sorpresivas-registradas-el-31oct/>
- [4] El Nacional, “Deslaves, inundaciones y desalojos preventivos en la avenida El Milagro de Maracaibo”. Inacional.com. (Noviembre 7, 2020). Disponible en: <https://www.elnacional.com/venezuela/deslaves-inundaciones-y-desalojos-preventivos-en-la-avenida-el-milagro-de-maracaibo/>
- [5] F. González-Caraballo., R. Benítez, “Propuesta de diseño de sistema urbano de drenaje sostenible para la Universidad Rafael Urdaneta”. Trabajo Especial de Grado. Univ. Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. 2022.
- [6] J. Hurtado, *Metodología de la investigación Holística*. 4ta edición. Caracas, Venezuela: Quiron Ediciones. 2010. [En línea]. Disponible en: <https://ayudacontextos.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>
- [7] Google Maps (s.f). Mapa del estacionamiento de la Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela. Disponible en: <https://mapcarta.com/es/28836214>
- [8] C. Lehmann, *Geometría Analítica*. 13er edición. Editorial Limusa. México, D.F., 1989. [En línea]. Disponible en: [https://www.cimat.mx/ciencia\\_para\\_jovenes/bachillerato/libros/\[Lehmann\]GeometriaAnalitica.pdf](https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/[Lehmann]GeometriaAnalitica.pdf)
- [9] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Drenaje Pluvial Urbano Norma Técnica O.S. 060. [En línea]. Disponible en: [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/OS.060.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.060.pdf)
- [10] J. McCormac, *Topografía*. 7ta edición. México: Editorial Limusa Wiley. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/topografia-mc-cormac/50169440>