



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD

AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA

TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

TESIS

Que para obtener el Grado de:

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA
TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA**

Presenta:

SANDRA GUEVARA LUIS

Director de Tesis:

M. I. ANGEL CECILIO GUERRERO ZAMORA

Asesor de Tesis:

M. I. ANGEL CECILIO GUERRERO ZAMORA

PUEBLA, PUE.

FECHA: Noviembre 2019

Agradecimientos.

A Dios, que con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente.

A mis padres Gaspar Guevara Anastacio y Elvia Luis Chino, por su amor, trabajo y sacrificio.

A mis docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de la profesión.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Sandra Guevara Luis

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. Métodos para el cálculo de volúmenes	3
1.1. Perfil y Secciones transversales	5
1.2. Métodos para el cálculo de áreas en secciones transversales con superficies irregulares	7
1.3. Método de la fórmula del prismoide	12
1.4. Método del promedio de áreas extremas (Áreas Medias)	16
1.5. Método de los prismas truncados	23
1.6. Método por curvas de nivel	24
1.7. Método por computadora	26
Capítulo II. Análisis e interpretación del proyecto a ejecutar	30
2.1. Localización geográfica del proyecto	31
2.2. Antecedentes del proyecto	35
2.2.1. Detalles de proyecto de supermercado	40
2.3. Levantamiento topográfico	50
2.3.1. Equipo de trabajo	51
Capítulo III. Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico.....	54
3.1. Recorrido, identificación y recuperación de puntos topográficos y Banco de Nivel... ..	55
3.2. Equipo Topográfico	57
3.3. Levantamiento Topográfico planimétrico	62
3.3.1. Métodos topográficos de levantamiento planimétrico	62
3.3.2. Exposición del levantamiento topográfico planimétrico	63
3.4. Levantamiento topográfico altimétrico	68
3.4.1. Métodos altimétricos	69
3.4.2. Exposición del levantamiento topográfico altimétrico	72
Capítulo IV. Cálculo de Volúmenes.....	75
4.1. Datos obtenidos en campo.....	76
4.2. Secciones de terreno natural y proyecto.....	83
4.3. Reporte de volúmenes	104
Conclusión.....	117
Bibliografías	118

TÍTULO

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

INTRODUCCIÓN

En las obras de ingeniería uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de estas, es contar con un plano de la zona que determine la topografía del lugar, pues de esta información depende la realización del proyecto, por lo que es importante contar con los trabajos topográficos para poder iniciar el mismo. En este aspecto la generación de estudios necesarios para toda obra de ingeniería, el estudio Topográfico es de vital importancia pues nos da la conformación del terreno y en función de este aparecerán los cortes y terraplenes que se tengan que llevar a cabo.

Esta información generada resulta de vital importancia debido a que la misma servirá para realizar el presupuesto en las obras de cimentación pues tienen que ver con el movimiento de tierras que se lleve a cabo para poder desplantar la obra.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En toda obra de ingeniería los estudios topográficos son de vital importancia pues de estos, se derivan una serie de elementos necesarios como el cálculo de volúmenes de material, tanto para quitarlo como para integrarlo, esto genera un costo, mismo que se realiza junto con el proyecto de la base de cimentación, este cálculo de material resulta en ocasiones determinante para el desarrollo de la obra pues el costo de este movimiento es muy alto.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el volumen de material que se genera en el terreno utilizando los métodos topográficos conocidos y con ayuda de sistemas de cómputo en particular con ayuda de software como civilCAD y Excel.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Realizar levantamiento Topográfico con coordenadas (x, y, z), tomando en cuenta el alcance que se le dará al área del levantamiento Topográfico según lo requiera el proyecto.
- b. Procesar información obtenida en campo, dibujar zona de levantamiento Topográfico, secciones de terreno natural y de proyecto.
- c. Calcular volúmenes que el proyecto a ejecutar requiera y General reporte.

Capítulo I. Métodos para el cálculo de volúmenes

El cálculo de volúmenes de cuerpos surgió a través de la geometría de cuerpos simples como por ejemplo el cubo, la esfera, la pirámide, etc. intentado adaptar cuerpos complejos a estas figuras de forma simple para obtener resultados rápidos y precisos.

El cálculo de volúmenes del que se hablara se refiere a la comparación que existe entre dos superficies con el mismo origen en distintas etapas de transformación, estas superficies son la comparación entre el terreno natural y la superficie de proyecto o rasante en donde la superficie del terreno natural fue modificada por un corte o terraplén para llegar u obtener la superficie de proyecto.

Volúmenes de cuerpos

Las expresiones matemáticas que nos dan el volumen de cuerpos simples de la geometría se muestran en la *Imagen N°1*.

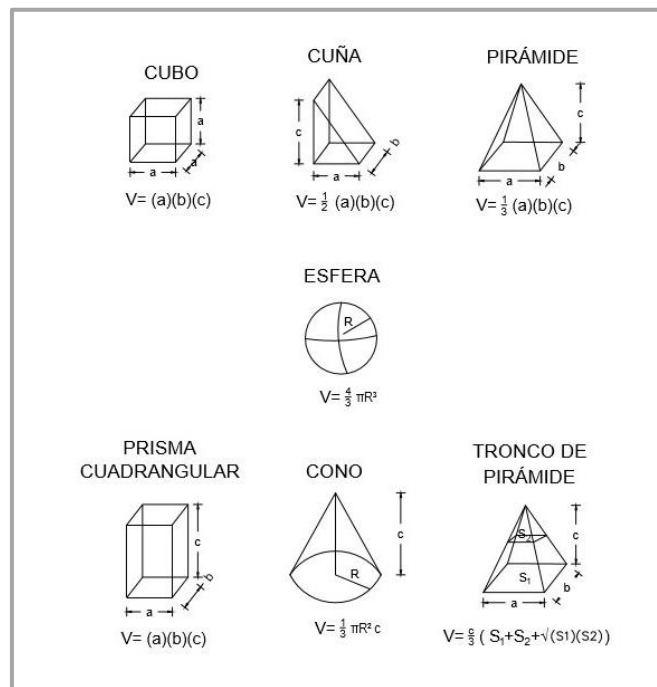


Imagen N°1 Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el entorno diversas formas geométricas y no todas estas formas son simples como se ejemplifico, existen formas complejas difícil de adaptar a una expresión matemática como lo muestra la *Imagen N°2*.

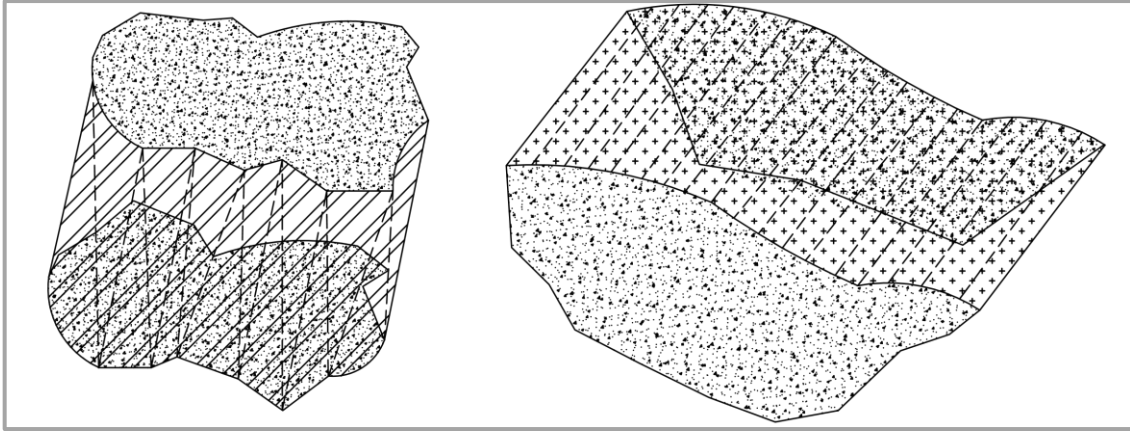


Imagen N°2 Fuente: Elaboración propia

Para este tipo de cuerpos se requieren de distintos métodos para la obtención de su volumen.

1.1. Perfil y Secciones transversales

Al calcular volúmenes de distintos cuerpos topográficos en un mismo espacio las fórmulas de cuerpos simples no son suficientes, esto se debe a que todas las superficies topográficas tienen formas complejas. Para eso se realiza algo conocido en la ingeniería como perfil y secciones transversales.

El perfil longitudinal es la línea resultante de la intersección de un plano vertical con la superficie del terreno natural, misma que se le da un valor conocido como cota, en ocasiones según sea el caso se usa el del nivel medio del mar o un valor asignado al proyecto u obra correspondiente, y está compuesto por los alineamientos horizontal y vertical.

Las secciones o perfil transversal son cortes verticales del terreno realizados perpendicularmente a la línea del perfil longitudinal o eje de proyecto, y representa la situación en la que queda la sección tipo o de proyecto definida con la rasante y el terreno natural. Esta sección será distinta en cada punto del eje de proyecto por donde se tome.

Durante el proceso de dibujo, antes de iniciar un proyecto se debe fijar la cota de alguna línea o punto que se utilizará como referencia, esta línea o punto se utiliza para determinar las cotas de las diferentes secciones de proyecto; dicha línea se denomina Rasante y se dibuja siempre en el plano del perfil, a la Rasante se le conoce también como Línea de proyecto, mientras que al punto de referencia se le conoce como banco de nivel (BN).

Al dibujar nuestra rasante en las secciones de terreno natural algunos tramos quedarán por encima o por debajo del terreno original.

De acuerdo con la posición de la rasante respecto al terreno original, las secciones transversales se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) En corte. Existen ocasiones en que la línea de proyecto se encuentra por debajo con respecto al terreno natural (*Imagen N°3*).

- 1) En trinchera
- 2) En ladera

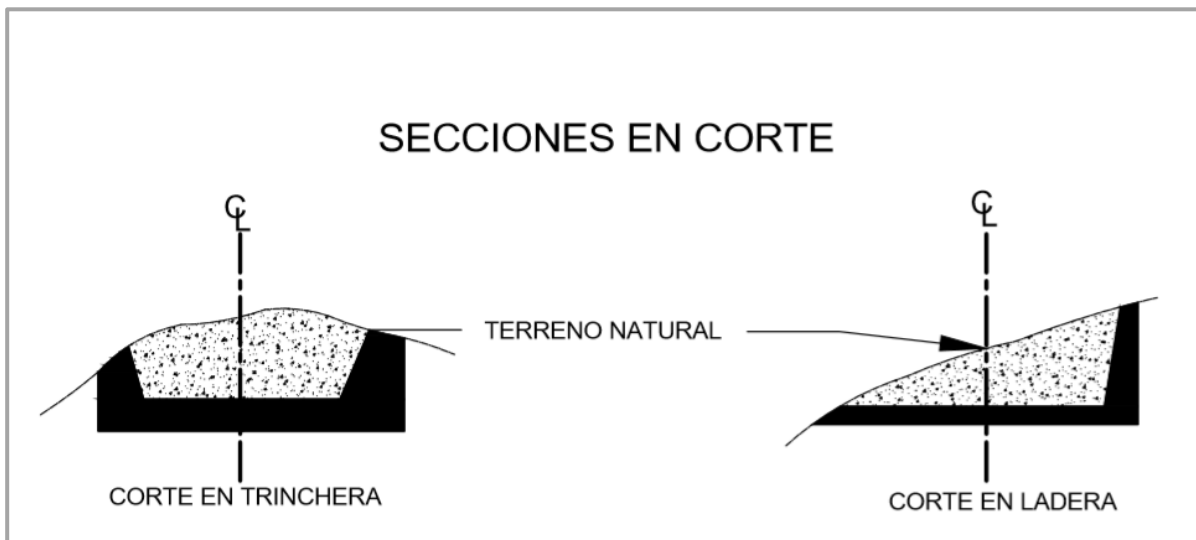


Imagen N°3. Fuente: Elaboración propia

- b) En terraplén. Lo contrario que sucede en corte, la línea de proyecto se encuentra por encima con respecto al terreno natural.
- c) Mixta. Es el resultado de combinar corte y terraplén



Imagen N°4 Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de volúmenes por medio de las secciones transversales lo primero que se necesita obtener es el cálculo de áreas de estas, para esto existen diversos métodos.

1.2. Métodos para el cálculo de áreas en secciones transversales con superficies irregulares

Debido a la irregularidad que presentan las distintas formas de las secciones transversales de terreno natural (TN), al pretender calcular el área entre la superficie de TN y la superficie de proyecto nos encontramos con el problema de no tener formas geométricas simples, como podría ser un cuadrado, un triángulo, etc. Por lo que tendremos que recurrir a métodos más complejos para la obtención del área.

1) Método de los trapecios

“El método de los trapecios, conocido también como fórmula de Bézout, asume que el contorno de la superficie está representado por segmentos rectos que unen las ordenadas descomponiendo la figura en un número para o impar de trapecios intermedios y dos triángulos externos”. Casanova, Leonardo. (2002). pág. 1-17

Como el objetivo es el cálculo de áreas en secciones transversales nuestra ordenada se convierte en el valor z (altura) y las abscisas se convierten en la distancia entre ordenadas.

Para la aplicación de este método primero se debe medir una base, dividiéndola en intervalos iguales, como se muestra en la *Imagen N°5*.

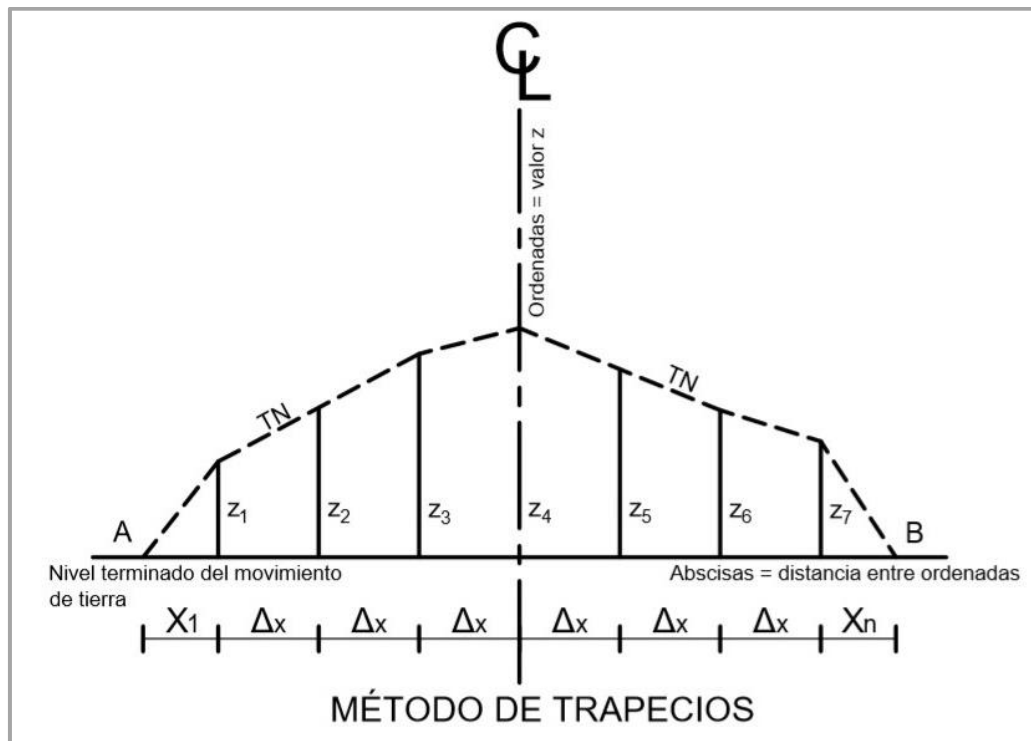


Imagen N°5 Fuente: Elaboración propia

La fórmula para el cálculo del área de los trapecios será:

$$At = \Delta x \left[\frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{z_2 + z_3}{2} + \dots + \frac{z_n + z_{n+1}}{2} \right]$$

Como podemos notar todos los valores de las ordenas (z) de los puntos se repiten dos veces excepto la de los extremos, por lo tanto, se puede simplificar la expresión:

$$At = \Delta x \left[\frac{z_1 + z_n}{2} + z_2 + z_3 + \dots + z_{n+1} \right]$$

En dónde:

A_t = Área de los trapecios

Δx = Base de los trapecios, el valor de la base es igual para todos los intervalos

z = Ordenada o altura de los trapecios.

El área total de la sección será el área de los trapecios más el área de los triángulos extremos.

2) Método de Simpson

Este método asume que la línea que une tres ordenadas consecutivas es un polinomio de segundo grado, como se muestra en la *Imagen N°6*.

Este método generalmente se conoce como la fórmula 1/3 y se limita al cálculo del área de una superficie dividida en un número par de intervalos iguales.

“La superficie buscada se obtiene multiplicando un tercio de la distancia común entre ordenadas por la suma total de las ordenadas extremas, el doble de la suma de las ordenadas intermedias y cuatro veces la suma de las ordenadas intermedias pares” García, Fernando. (2013). pag.25.

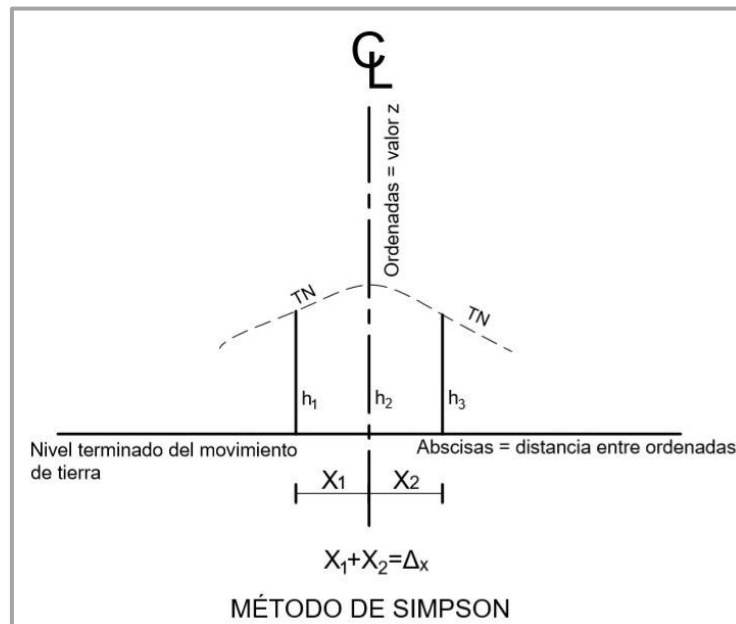


Imagen N°6 Fuente: Elaboración propia

La fórmula será:

$$As = \frac{\Delta x}{3} [h_1 + h_n + 2\sum h(\text{impares}) + 4\sum h(\text{pares})]$$

Donde:

As= área según la fórmula de Simpson

Δx = Intervalo constante entre abscisas

h= Altura

Para obtener el cálculo del área total se deben agregar el área de los triángulos extremos.

3) Método por coordenadas

La fórmula general se obtiene formando trapezios con cada lado cuya base son las x de los vértices y sus alturas las diferencias de y en cada uno; así se obtendrá la fórmula, aunque podría igualmente hacerse con las y como base y la diferencia de x con la altura, (Imagen N°7).

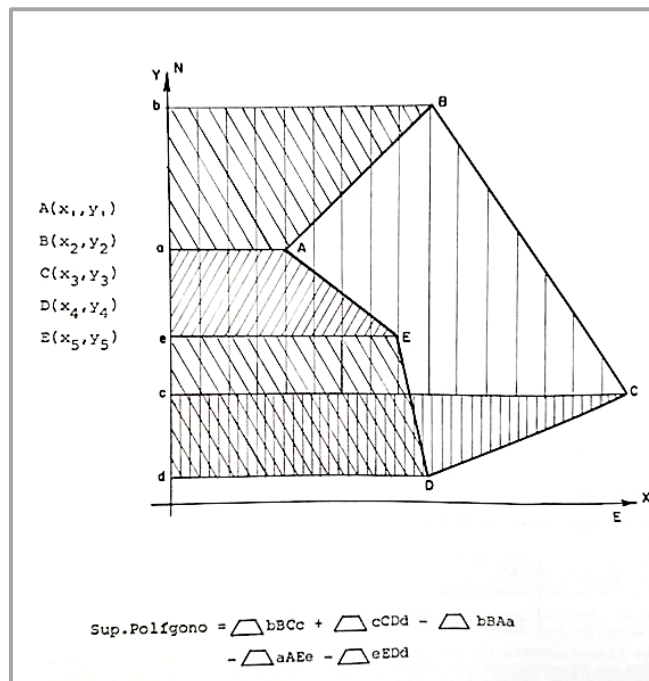


Imagen N°7. Fuente: Montes, 1996, pág. 66

La fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{1}{2} [(x_1 + x_2)(z_2 - z_1) + (x_2 + x_3)(z_3 - z_2) + \dots + (x_{n-1} + x_n)(z_n - z_{n-1})]$$

La aplicación de la fórmula se facilita mucho mediante una tabulación ordenada de las coordenadas de los vértices, repitiendo al final la primera coordenada anotada posteriormente haciendo productos cruzados. Estos productos así obtenidos son los mismos de la fórmula, *Tabla N°1*.

Este principio es el mismo que se usa en las poligonales, en donde se dispone de las coordenadas x e y, pero en este caso el valor de x es la distancia al eje y, el valor de y es la cota z, (*Imagen N°8*).

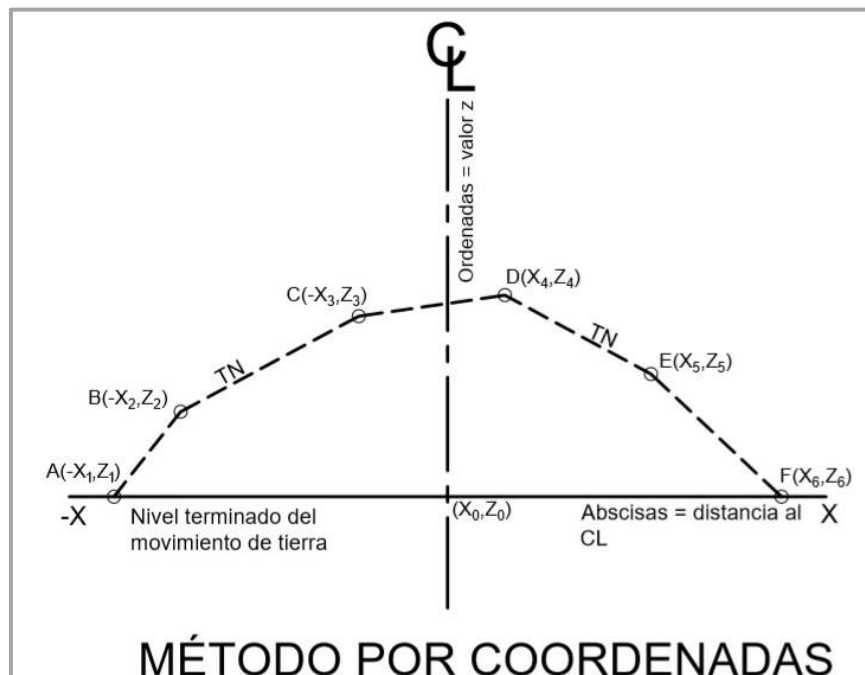


Imagen N°8 Fuente: Elaboración propia

PUNTOS	X	Z	PRODUCTOS	PRODUCTOS
A	X ₁	Z ₁	-----	X ₂ Z ₁
B	X ₂	Z ₂	X ₁ Z ₂	X ₃ Z ₂
C	X ₃	Z ₃	X ₂ Z ₃	X ₄ Z ₃
D	X ₄	Z ₄	X ₃ Z ₄	X ₅ Z ₄
E	X ₅	Z ₅	X ₄ Z ₅	X ₆ Z ₅
F	X ₆	Z ₆	X ₅ Z ₆	X ₁ Z ₆
A	X ₁	Z ₁	X ₆ Z ₁	-----
			Σ	Σ
			PRODUCTOS	PRODUCTOS

Tabla N°1

$$Sup. Poligono = \frac{(\sum PRODUCTOS \searrow) - (\sum PRODUCTOS \nearrow)}{2}$$

El cálculo de áreas en secciones es el primer paso a el objetivo, el siguiente es el método para el cálculo de volúmenes, a continuación, se definirán los más conocidos.

1.3. Método de la fórmula del prismoide

“Un prismoide es un sólido cuyos lados extremos son paralelos y sus superficies laterales son planas o alabeadas” Casanova, Leonardo. (2002), pág.1-31; como se muestra en la Imagen N°9. Se debe de agregar que estos lados paralelos no son de forma simétrica, tampoco son iguales.

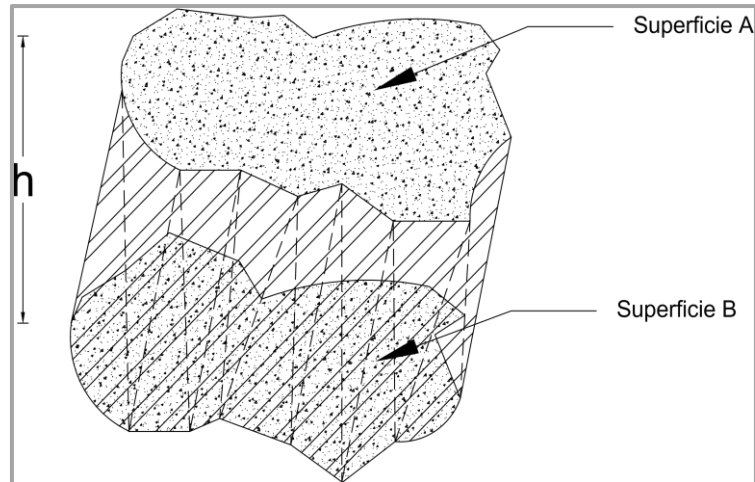


Imagen N°9. Prismoide. Fuente: Elaboración propia

El motivo por el cual se utiliza como ejemplo un prismoide se relaciona a que esta figura aparece con frecuencia en excavaciones y relleno de suelos. En la *Imagen N°10* se ve un ejemplo de prismatoide clásico, este es diferente al común tronco de pirámide, en el tronco de pirámide la prolongación de los laterales define un punto único.

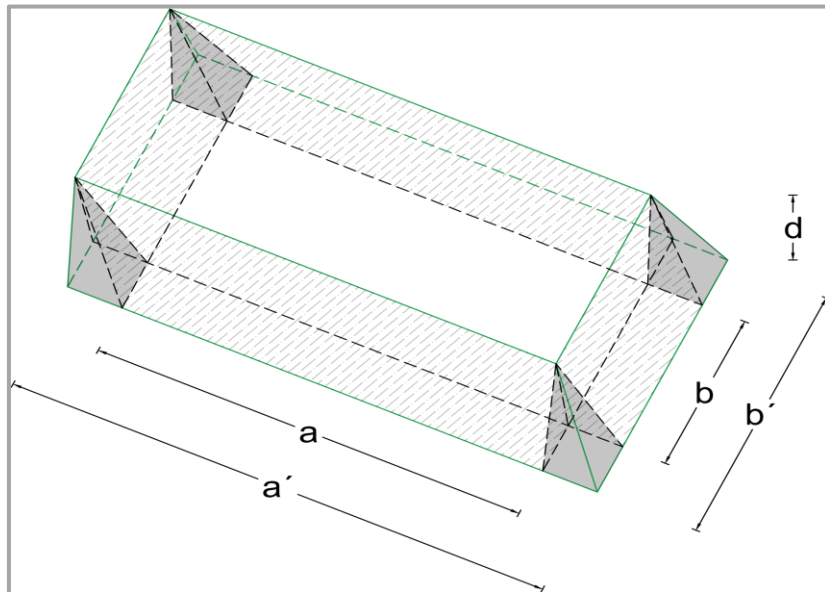


Imagen N°10. Fuente: Elaboración propia

En el centro se forma un bloque, que es un prisma de base rectangular y altura; en sus cuatro esquinas se forman pirámides y cuatro cuñas en los costados,

iguales de dos en dos. Basados en las fórmulas de volúmenes de cuerpos simples de la *Imagen N°1* anteriormente mostrada en Volúmenes de cuerpos simples, obtendremos lo siguiente:

Volumen prismoide

- Bloque central: $BC = d(a)(b)$
- 4 pirámides: $4p = \frac{1}{3}d(a' - a)(b' - b)$
- 2 cuñas: $2C_b = db\left(\frac{a' - a}{2}\right)$
- 2 cuñas: $2C_a = da\left(\frac{b' - b}{2}\right)$

Volumen Total

$$V = d\left((a)(b) + \frac{b}{2}(a' - a) + \frac{a}{2}(b' - b) + \frac{1}{3}(a' - a)(b' - b)\right)$$

De donde:

$$V = \frac{d}{6}\left((a'b) + 2(ab) + 2(a'b') + (ab)\right) \quad (1)$$

Agrupando:

$$V = \frac{d}{6}\left((a' + a)(b' + b) + (a'b') + (ab)\right)$$

En función de las áreas de las bases

$$A_1 = ab$$

$$A_2 = a'b'$$

$$V = \frac{d}{6}(A_1 + A_2 + 4A_m) \quad (2)$$

$$A_m = \left(\frac{a+a'}{2}\right)\left(\frac{b+b'}{2}\right)$$

Nota: A_m se obtiene con el promedio de las dimensiones de las secciones extremas y no es el promedio de las áreas.

Fórmulas obtenidas de Serafino, Luis Alfredo. (2003). pág.3

El método aplicado al cálculo de volúmenes, según la definición antes descrita de prismoide; considera el volumen como proveniente de una serie de prismoide en donde, en el terreno las caras paralelas corresponden a las secciones transversales extremas, y las superficies laterales a la plataforma, taludes o la superficie del terreno natural. Como se muestra en la *Imagen N°11*.

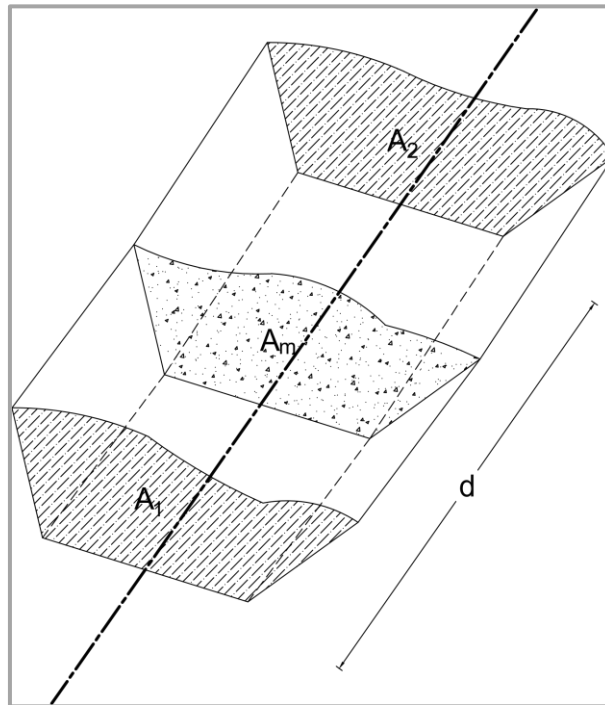


Imagen N°11 Fuente: Elaboración propia

Se debe destacar la complejidad del método si se hablara de un trabajo que se conforma por 50 secciones y a todas ellas se calculará el promedio de las dimensiones de las secciones extremas (A_m), que prácticamente lo que esto quiere decir es calcular el área de una sección intermedia por medio de las dimensiones obtenidas, sin embargo, no se puede saber qué forma tomará esta sección ya que las secciones extremas nunca van a presentar la misma forma. Aunque siempre es posible calcular el volumen de un prismoide con esta fórmula, la determinación de A_m es una operación tediosa y complicada al aplicarla a las secciones de terreno natural. Es, por consiguiente, más simple utilizar una fórmula aproximada que nos dará un valor no 100% verdadero, pero sí bastante aproximado.

En base a lo anterior es más práctico la utilización de una fórmula que se verá a continuación y que consideramos que es la más usada para el cálculo de volúmenes.

1.4. Método del promedio de áreas extremas (Áreas Medias)

Este método se fundamenta en que el volumen entre dos secciones transversales consecutivas es la media del área de ambas multiplicada por la distancia que las separa.

La fórmula es la siguiente:

$$V = \frac{1}{2}d(A_1 + A_2)$$

En donde:

V= Volumen entre ambas secciones en m³

A₁, A₂= Área de las secciones en m²

D= Distancia entre secciones en m

Según Carciente, Jacob. (1980). pág.151 “Esta fórmula es exacta cuando ambas secciones extremas son iguales. Para otras condiciones, los resultados son ligeramente mayores que los verdaderos. Así, cuando se aplica a una pirámide, el error es máximo y el volumen igual a un 50 por ciento del verdadero.”

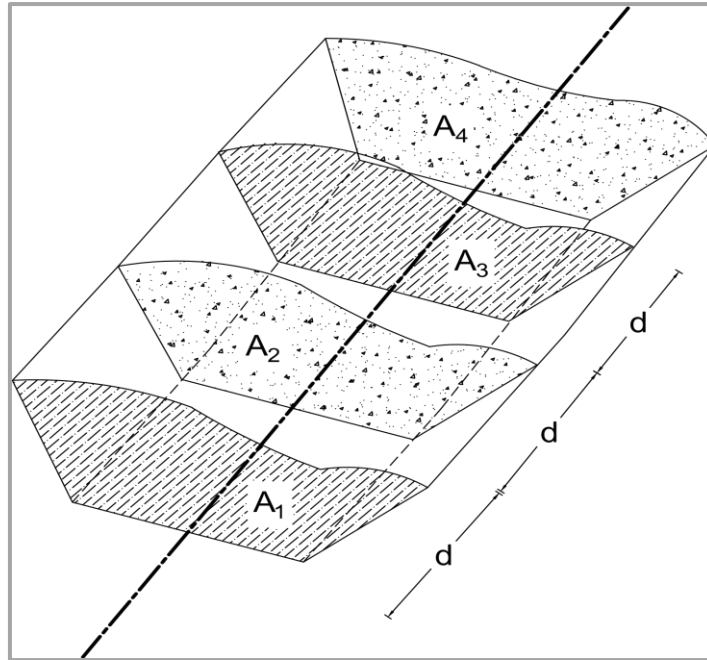


Imagen N°12. Áreas medias. Fuente: Elaboración propia

Como muestra la figura anterior, para calcular el volumen total de la excavación, calcularemos en primer lugar el volumen de los prismoides que se forman entre cada perfil, siendo el volumen de cada uno de ellos:

$$V = \frac{1}{2}d(A_n + A_{n+1})$$

Sumando el volumen de todos, tendremos el volumen total de la excavación:

$$Vt = \frac{1}{2}d(A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{n+1} + A_n)$$

Haciendo una comparación con los valores de la fórmula anterior, nos damos cuenta de que su aplicación es más sencilla.

Como ya se mencionó, existen distintos tipos de secciones transversales, por lo tanto, el cálculo del volumen cambiará dependiendo el tipo de sección encontrada en el trabajo en gabinete.

Cálculo de volúmenes entre dos secciones, ambas con corte

Cuando el terreno entre dos secciones es de corte, para calcular su volumen se aplicará la fórmula de áreas medias directamente, obteniendo de las secciones transversales C_1 y C_2 sus respectivas áreas, y multiplicando por la distancia media se obtendrá el volumen de corte (C) entre ambas secciones es: (Imagen N°13)

$$V_c = \frac{1}{2} d(A_{c_1} + A_{c_2})$$

En donde:

V_c = Volumen de corte

d = Distancia entre secciones

A_{c_1} , A_{c_2} = Área de corte en las secciones

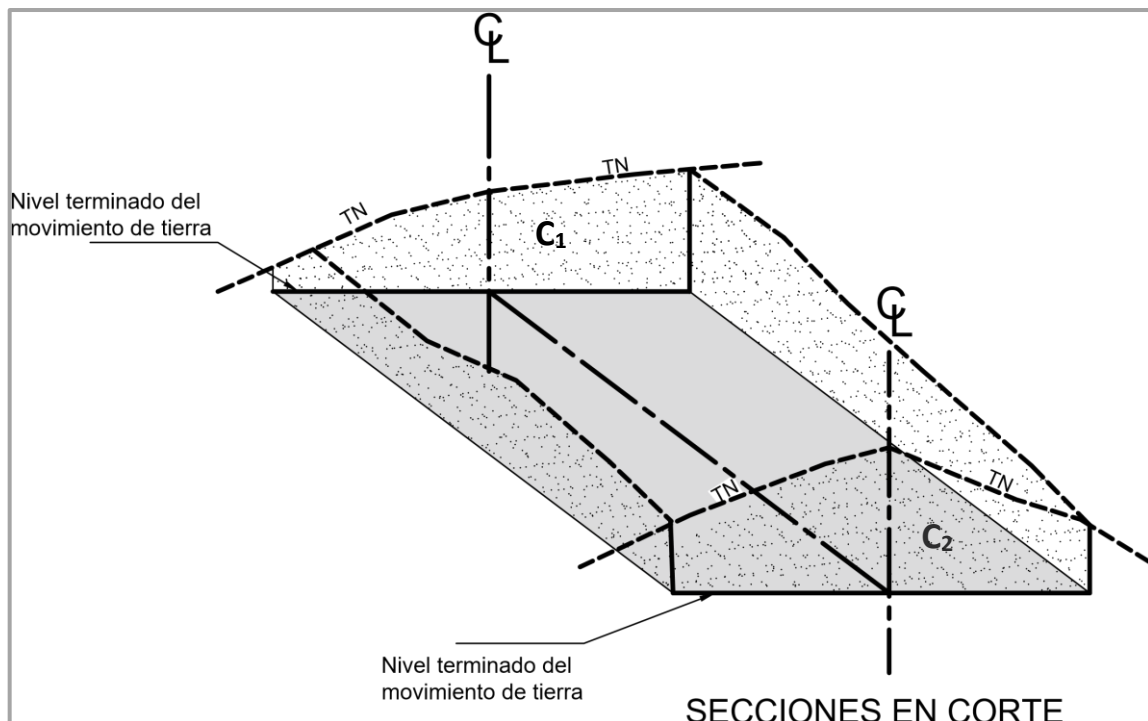


Imagen N°13. Fuente: Elaboración propia

Las fórmulas se obtuvieron de Casanova, Leonardo. (2002). pág. 1-26

Cálculo de volúmenes entre dos secciones, ambos con terraplén

En el caso en donde el terreno entre dos secciones sea solo de terraplén, el cálculo será similar al cálculo de volúmenes entre dos secciones ambas con corte, aplicando la fórmula del volumen de áreas medias directamente, siendo en este caso las secciones T_1 y T_2 de las que se obtendrán sus respectivas áreas, el volumen de terraplén (T) entre ambas secciones (*Imagen N°14*) es:

$$V_T = \frac{1}{2} d(A_{T_1} + A_{T_2})$$

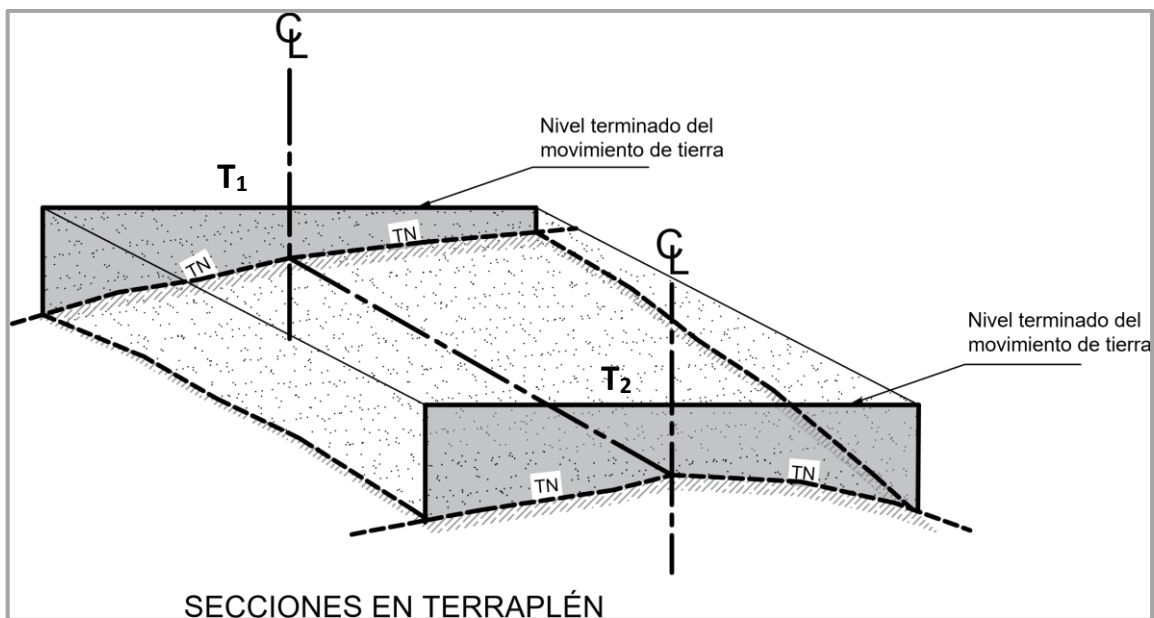


Imagen N°14 Fuente: Elaboración propia

En donde:

V_T = Volumen de terraplén

d = Distancia entre secciones

A_{T_1} , A_{T_2} = Área de terraplén en las secciones.

Las fórmulas se obtuvieron de Casanova, Leonardo. (2002), pág. 1-26

Cálculo de volúmenes entre dos secciones, con corte y terraplén

Para establecer la fórmula del volumen en corte (C) y terraplén (T) entre dos secciones, como se observa en la *Imagen N°15*. Se genera una línea que pasa a lo largo de la superficie del terreno, la cual es perpendicular a la línea de centro o eje del proyecto y esta coincide con la cota de la línea de rasante establecida en el mismo.

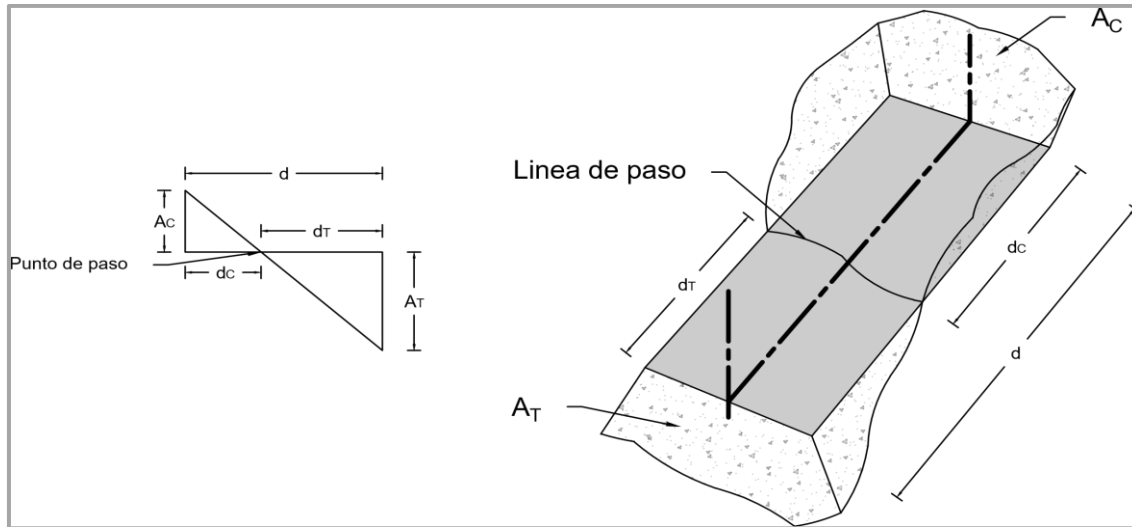


Imagen N°15 Fuente: Elaboración propia

El volumen de corte (V_C) entre el área de corte (A_C) y el área de la línea de paso $A_0=0$ y el volumen de terraplén (V_T) entre el área de terraplén (A_T) y el área de la línea de paso $A_0=0$, se calculan mediante las ecuaciones que se indican a continuación.

$$V_C = \frac{1}{2}(A_C + A_0)dc \quad (1.20)$$

$$V_T = \frac{1}{2}(A_T + A_0)d_T \quad (1.21)$$

En donde:

V_C, V_T = Volumen de corte y de terraplén en m^3

A_C, A_T = áreas de las secciones en corte y terraplén en m^2

A_0 = Área de las secciones en la línea de paso, $A_0=0$

dc, d_T = distancia de corte y relleno en m

Para determinar d_C y d_T , representados en la *Imagen N°15*, utilizamos semejanza de triángulos: Los dos triángulos son rectángulos, por lo tanto, tienen un ángulo correspondiente de igual medida, existen dos ángulos que son opuestos por el vértice por lo tanto también son de igual medida; por lo que se tiene:

$$d_C = \frac{A_C}{A_C + A_T} \left(\frac{d}{2} \right) \quad (1.22) \quad d_T = \frac{A_T}{A_C + A_T} \left(\frac{d}{2} \right) \quad (1.23)$$

Sustituyendo (1.22) y (1.23) en las ecuaciones (1.20) y (1.21), se tendrán otras expresiones para V_C y V_T .

$$V_C = \frac{1}{2} d \left(\frac{A_C^2}{A_C + A_T} \right) \quad V_T = \frac{1}{2} d \left(\frac{A_T^2}{A_C + A_T} \right)$$

En donde:

V_C, V_T = Volumen de corte y terraplén m^3

A_{T1}, A_{T2} = Área de terraplén en las secciones en m^2

d = Distancia entre secciones en m

Las fórmulas se obtuvieron de Serafino, Luis Alfredo. (2003), pág. 8

Cálculo de volúmenes entre secciones mixtas

Se denomina sección mixta, a la sección que contiene al mismo tiempo corte y terraplén.

Para calcular el volumen de corte (V_C) y terraplén (V_T) entre dos secciones en donde al menos una de ellas contiene corte y terraplén, como se muestra en la *Imagen N°16*. Se determina el volumen dividiendo en dos partes las secciones, de acuerdo con el siguiente método.

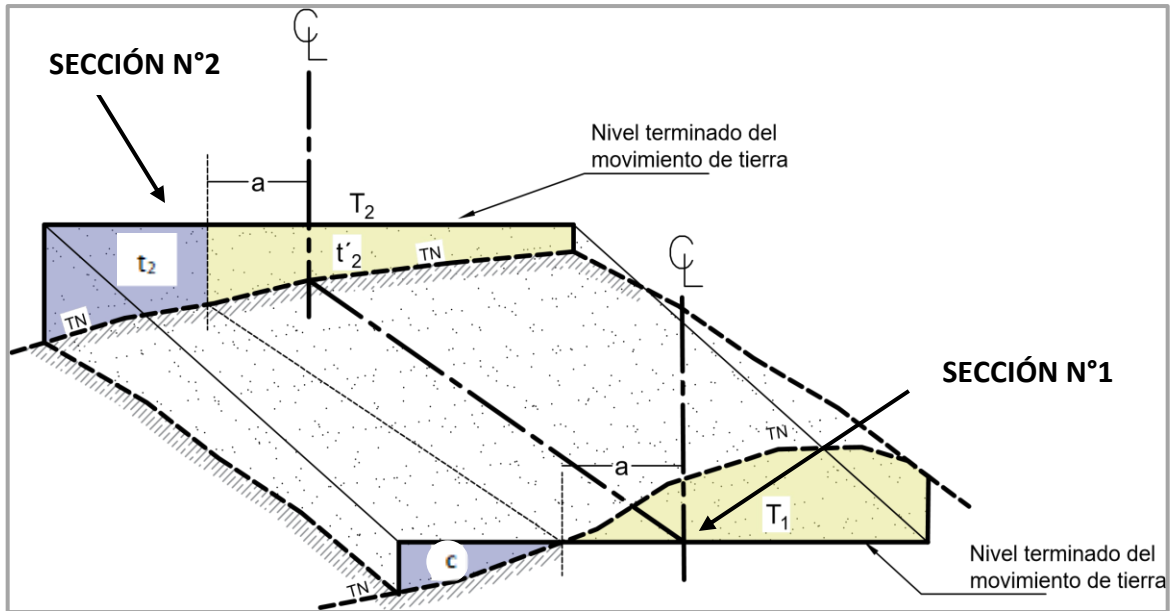


Imagen N°16. Secciones Mixtas. Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la distancia (a) desde el eje de la sección, hasta el punto de intersección del terreno natural con el plano de la rasante, en la sección No.1 que se ha clasificado como mixta; trasladando esta distancia a la sección No.2 que solo contiene terraplén.

A la distancia (a) se trazará una recta vertical que dividirá a la sección No. 2 en dos partes, cuyo valor (t_2) y (t'_2) calculamos independientemente, estas dos partes sumadas son la sección total (T_2) de terraplén. Siendo las superficies de la sección No. 1 (C) de corte y (T_1) de terraplén, el valor total del volumen de corte y terraplén de las secciones se determinará por el cálculo independiente de las dos partes en que divide a ambas secciones.

El valor del volumen de corte (V_C) nos lo dará el cálculo de la parte izquierda del tramo de la sección No. 1, puesto que en la parte derecha solo hay terraplén y el valor del volumen de corte será:

$$V_C = \frac{1}{2} d \left(\frac{Ac^2}{Ac + A_{t2}} \right)$$

El valor del volumen de terraplén (V_T) será la suma del volumen de la parte izquierda (V_{t2}) de la sección No. 2 y el de la parte derecha (V_{T1} , $V_{t'2}$) de ambas secciones, que como solo es terraplén será:

$$V_T = \frac{1}{2}d \left(\frac{At^2_2}{Ac + At_2} \right) + \frac{1}{2}d(At_1 + At'_2)$$

En el caso de que ambos perfiles sean mixtos, se dividirá longitudinalmente el tramo entre perfiles, en tantas partes como sea necesario para poder calcular por este procedimiento las expresiones conocidas.

1.5. Método de los prismas truncados

Carciente, Jacob. 1980, nos menciona que este método puede dar gran precisión el cual consiste en lo siguiente:

Se forma una cuadrícula dentro del área del levantamiento, con el nivel del terreno natural y en este caso el nivel de la superficie terminada de movimiento de tierra (rasante), se puede calcular el volumen total con la suma de los volúmenes de una serie de prismas truncados (*Imagen N°17*).

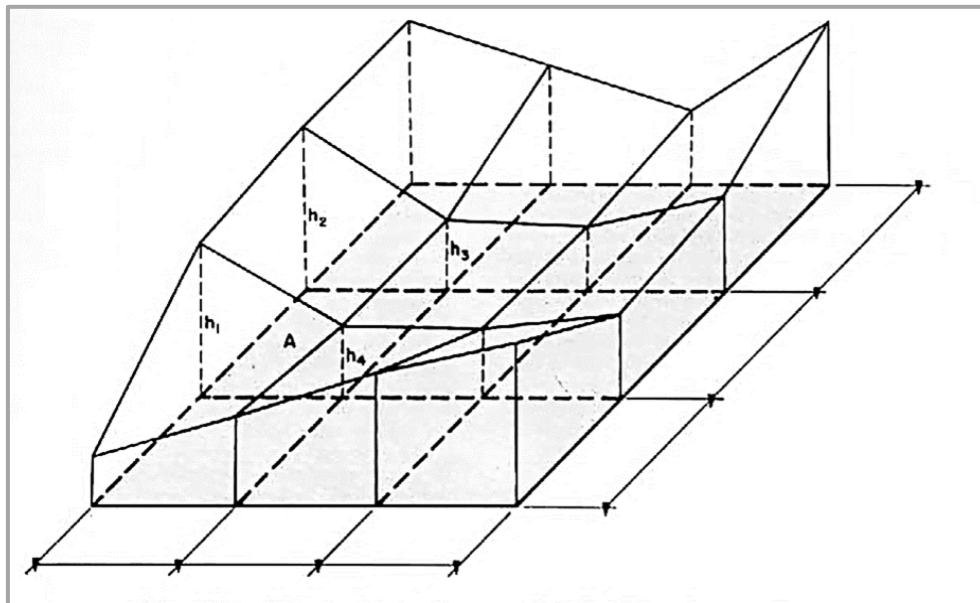


Imagen N°17. Fuente: Carciente pág. 149

Si la base de los prismas truncados son cuadrados o rectángulos, habrá cuatro aristas verticales, h_1, h_2, h_3, h_4 . El volumen de un prisma será:

$$V = A \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \right)$$

En donde:

A = El área de la base del prisma.

h_1, h_2, h_3, h_4 = Diferencia de los niveles en cada punto

Si se llama H_1 a la suma de las aristas que pertenecen en un solo prisma, H_2 a la suma de las que aparecen en dos, etc., la suma de los volúmenes de todos los prismas truncados valdrán:

$$V = A \left(\frac{H_1 + 2H_2 + 3H_3 + 4H_4}{4} \right)$$

Para el cálculo del volumen de tierras a mover, es necesario suponer que existe un determinado sólido geométrico, cuyo volumen sea fácilmente calculable.

1.6. Método por curvas de nivel

Las curvas de nivel son líneas que unen puntos de la misma elevación o cota, por encima o por debajo de una superficie de referencia que pudiera ser el Nivel Medio del Mar o un valor arbitrario y tiene el fin de mostrar el relieve del terreno natural.

El método para cálculo de volumen a partir de curvas de nivel es el que se explica a continuación:

Se efectúa el levantamiento topográfico de la zona de interés para poder dibujar las curvas de nivel; tratándose de una superficie cualquiera, dichas curvas de nivel originales pueden dibujarse y en el mismo plano pueden establecer las curvas de nivel modificadas, correspondientes a la forma como quedara el

terreno después de realizar la excavación o terraplén, aquí hablamos de la cota de la rasante.

Por lo tanto, se tendrán las curvas de nivel representativas del terreno natural y la curva de nivel que representa la rasante del proyecto. Este desplazamiento genera un área que corresponde a la cota o altura correspondiente, en la curva de nivel ocurrirá algo similar de forma tal que el volumen de suelo comprendido entre esos dos planos es un cuerpo cuya altura es igual a la equidistancia entre las curvas de nivel, y sus bases superiores e inferiores son las proyecciones horizontales de la excavación a realizar.

Uniendo en este plano los puntos de excavación cero sobre curvas adyacentes, se forman sólidos cuyo volumen puede calcularse como se muestra en el siguiente ejemplo.

Ejemplo obtenido de *Carciente, pág. 158*

Sólidos tales como ANB-FQE, EQF-JTI, ITJUK-MVL, etc. Como se muestra en la siguiente imagen, representa excavación. Otros como BOC-GRF, FRG-J, representa relleno.

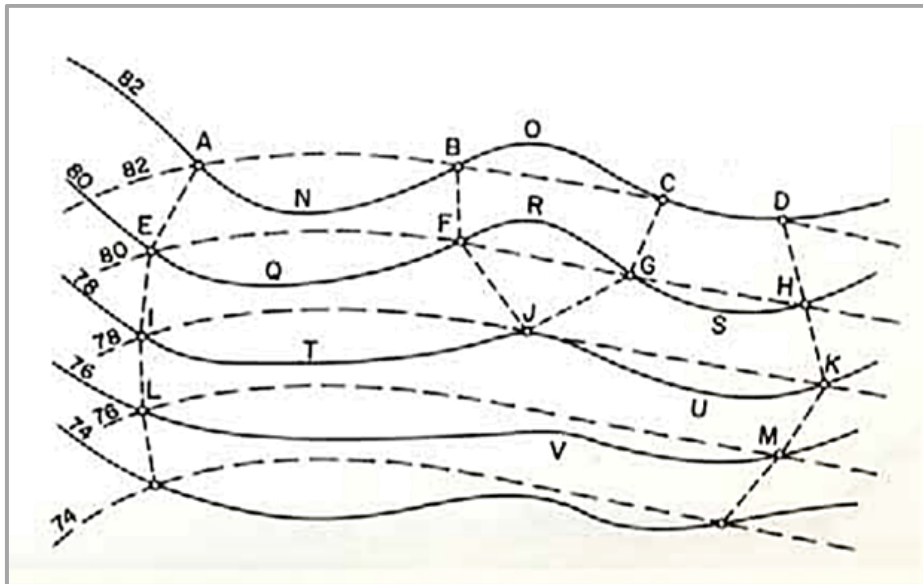


Imagen N°18. Curvas de nivel. Fuente: Carciente, pág. 158

El sólido ANB-FQE es un prismoide inclinado, con dos bases horizontales paralelas, cuyas áreas son ANB y FQE., y cuya altura es el intervalo de nivel entre las dos curvas.

El volumen de este sólido, así como el de los demás que se forman, se calcula midiendo las áreas de sus bases y aplicando la fórmula de las áreas medias.

1.7. Método por computadora

Serafino, Luis Alfredo. (2003) describe el método de la siguiente forma:

Se utiliza el método de planos verticales y paralelos al eje del camino, pasando, por cada uno de los puntos de los perfiles de terreno natural y proyecto de una sección y de la subsiguiente, así mismo por los puntos de intersección del terreno con proyecto. De esta manera se asegura que todas las secciones enfrentadas entre planos paralelos tienen una misma base y, por lo tanto, es lícito aplicar la expresión de la semi suma, cuando se enfrentan secciones del mismo tipo, o determinando línea de paso en función de las áreas extremas, cuando se enfrentan secciones de distinto tipo.

El párrafo anterior hace referencia a uno de los métodos que se describieron (Áreas Medias) ahora se describe la forma de desarrollo del método por medio de un software que utiliza como base la teoría y al complementarse con otros métodos forma un resultado confiable a su propósito.

En la zona de taludes, cuando se enfrentan secciones de diferente tipo, debe determinarse el punto de paso que corresponde a la cúspide de las respectivas pirámides, el que se calcula en función de las alturas que presentan las secciones en el borde de la plataforma.

Si las secciones enfrentadas son del mismo tipo y el punto de corte del perfil del proyecto con el terreno está desplazada en una sección respecto de la otra, desde la sección exterior se generará una pirámide cuya cúspide se sitúa en el

punto de intersección del perfil del proyecto con el terreno de la sección opuesta, es decir, la altura de esta pirámide es igual a la distancia entre perfiles.

Este proceso de sub-sectorización del volumen a cubicar da resultados suficientemente exactos y permite abordar todo tipo de casos particulares.

Por otro lado, cuando los datos del terreno que se ingresan a la computadora tienen la forma de nube de puntos y líneas de quiebres, se obtiene con ellos la "Modelación digital del Terreno" (MDT).

Se puede elegir dos caminos distintos, uno es solicitar a la computadora que genere perfiles transversales al eje del camino ya definido, con la frecuencia que se estime necesario, y luego hacer que con estos cálculos los volúmenes de excavación y terraplén con el método descrito anteriormente.

También sin usar los perfiles transversales, tenemos dos superficies digitalizadas la correspondientes al terreno natural y la que nos genera el proyecto. Es decir, superficies Natural y Proyecto. Se solicita el volumen que se encuentre entre ambas. Las subrutinas de cálculo generan prismas verticales de bases cuadradas o triangulares.

En el primer caso cuando las bases de la sección normal son cuadradas, de una medida uniforme a elección del operador, se obtiene el volumen de cada uno de los prismas multiplicando la superficie de la base de la sección normal por el promedio de las cuatro aristas (alturas). El signo de las aristas resultantes le cambia el signo al volumen, de esta manera se determina cuando es excavación o corte y cuando es terraplén o relleno, (*Imagen N°19*).

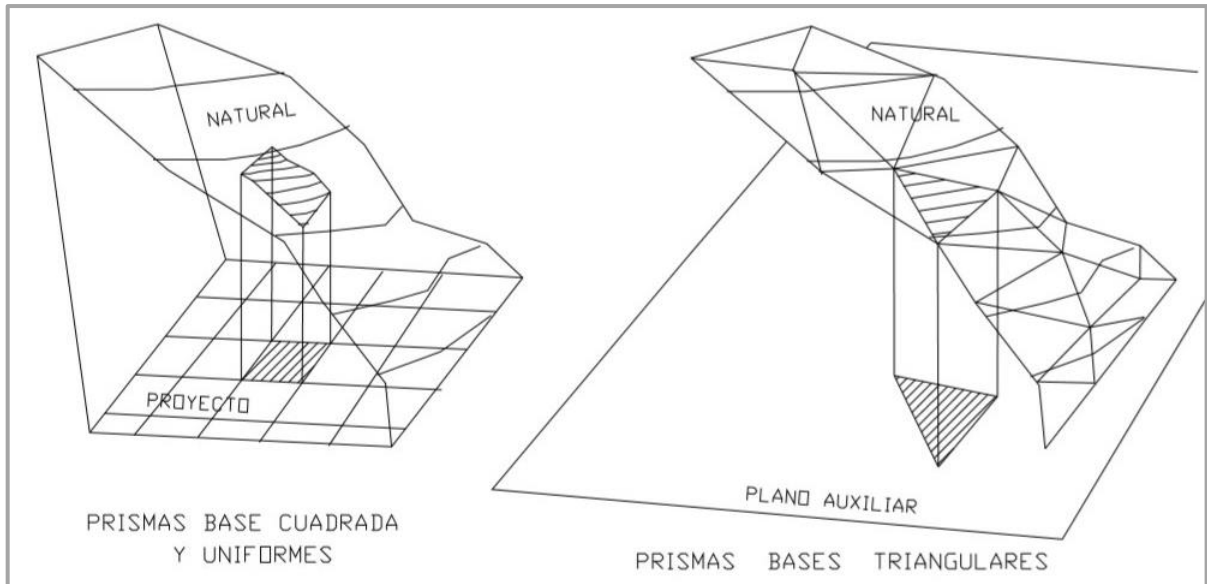


Imagen N°19. Fuente: Serafino, pag. 12

La malla de prismas no puede llenar por completo la zona a cubicar. Los límites del cuerpo tendrán una forma cualquiera y distinta a la rectangular, por esta razón el límite de los prismas será escalonado. Fijando un valor pequeño del lado del cuadrado de la sección normal del prisma, tendremos un volumen de mejor precisión. También, comete una simplificación que es la de no considerar los volúmenes que se pierden en la base, superior e inferior, cuando las líneas de quiebre del terreno y el proyecto cortan estos prismas. De todas maneras, los resultados son muy buenos, los errores apuntados se pueden evaluar su incidencia. Tienen un grado de automaticidad casi total.

Los programas que utilizan los prismas de sección triangular lo hacen a través de la red de triangulación que generó el programa de la digitalización del terreno. Esta malla de triángulos no puede ser la misma en el MDTN y la del MDTP, por esta razón el cálculo se realiza a través de una superficie horizontal auxiliar y por diferencia de volúmenes de obtiene el valor que buscamos.

Este método no tiene los errores que comete el de los prismas de sección cuadrada, es decir, cubre perfectamente los límites de cálculo que le fijemos, por complicado que sea respeta perfectamente las líneas de quiebres de ambas superficies, el proceso es muy rápido ya que es una cantidad muy pequeña de

prismas que debe calcular. En contrapartida el operador debe exigirse un poco más, ya que debe tener la precaución muy importante que los límites de ambas superficies sean perfectamente iguales y no mezcladas distintas tareas, es decir un cálculo para excavación no clasificada, excavación clasificada (roca, con explosivos, etc.), relleno no clasificado, relleno o terraplén con compactación, con transporte o sin él, etc.

De todo lo mencionado anteriormente por el autor se pueden dar cuenta que las fórmulas de cálculo volumétrico siguen siendo las mismas que durante este capítulo se describieron, al utilizar MDT y el MDP se hace uso del método de prismas truncados, ahora con la ayuda de software diseñados para este campo hacen que se reduzca el tiempo de trabajo en gabinete; además de que evitan algunos errores de cálculo que se podría tener y los resultados se dan automáticamente, hasta un reporte del trabajo que se realiza para la obtención de resultados, otro punto a favor es el hecho de que sea fácil de modificar si existe algún cambio en el proyecto y muy cómoda la forma de revisar el cálculo si existiera alguna incomodidad o desconfianza de los resultados obtenido.

Capítulo II. Análisis e interpretación del proyecto a ejecutar

El diseño de un plan de trabajo adecuado para la ejecución del proyecto garantiza resultados en tiempo y forma al igual que contar con los datos necesarios para poder llevar a cabo un buen proyecto.

2.1. Localización geográfica del proyecto

El proyecto se localiza en la calle 19 oriente o Blvd. N. Héroes de la colonia La Alfonsina de la ciudad de Atlixco, Puebla, y para ubicar el mismo se darán las coordenadas Geográficas. - Latitud: 18°53'50.50"N Longitud: 98°25'56.37"O
Latitud: 18°53'47.72"N Longitud: 98°25'57.97"O

Latitud: 18°53'42.87"N Longitud: 98°25'48.42"O

Latitud: 18°53'45.42"N Longitud: 98°25'47.05"O

El acceso al lugar del proyecto puede ser por el libramiento Puebla- Matamoros o Boulevard Ferrocarriles.

El uso de Google Maps como herramienta de reconocimiento virtual

Las representaciones virtuales por medio de computadoras ayudan a predecir, imaginar o hasta saber cómo son los lugares en los que jamás se ha estado; te muestra qué es lo que existe o existió en determinado lugar y en algunos casos hasta lo que existirá.

A continuación, se muestra la *Imagen N°20* la localización del proyecto.

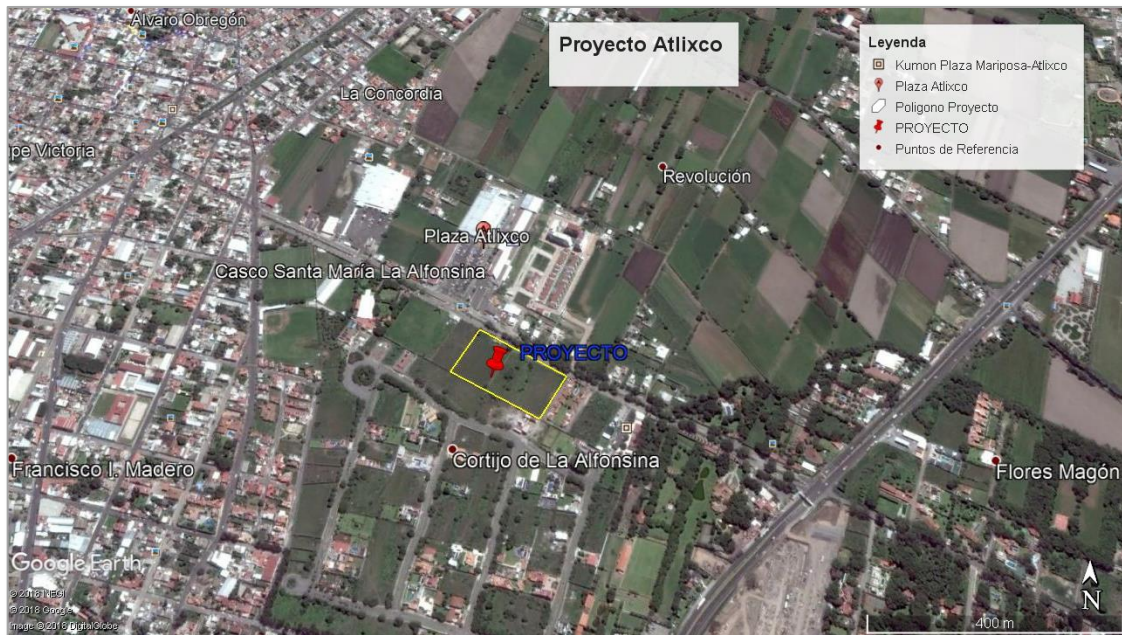


Imagen N°20. Fuente: Google Earth

De acuerdo con la información que se obtuvo del proyecto a ejecutar, se utilizó una herramienta de representación virtual para hacer un reconocimiento de la zona de trabajo y sus alrededores, utilizando esta tecnología se muestran algunas ventajas importantes; una de estas ventajas sucede cuando se está lejos de la zona de trabajo y no se puede hacer un reconocimiento del terreno de forma presencial por así decir, ya que de cierta forma ver imágenes desde una computadora es de forma presencial, aunque remota. Así, se planea la ruta de llegada a la zona del proyecto y se puede dar cuenta hasta cierto punto con qué dificultades se encontrarán, además de que se puede percatar cuánto tiempo de trabajo en campo se puede llevar obteniendo toda la información necesaria para el cálculo de volúmenes.

Este tipo de herramienta también tiene sus desventajas ya que la visualización de las imágenes obtenidas puede variar dependiendo el punto desde donde se observe el mismo objeto y de la fecha en que fue capturada la imagen.

En la *Imagen N°21* se muestra el lugar del proyecto con una vista en planta.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.



Imagen N°21. Fuente: Google Earth

En la *Imagen N°22* se muestra parte del terreno de proyecto, se observa un predio casi limpio refiriéndose a la vegetación del lugar (pasto, hierba alta, matorrales, etc.), además muy poco accidentado hablando de la topografía del lugar, también se puede observar que se encuentra rodeado de construcción en tres colindancias y protegido con malla de frente al Boulevard.



Imagen N°22. Fuente: Google Earth

Estos detalles pueden ayudar a examinar el predio y calcular el tiempo que podría llevar el trabajo en campo, pero, en la *Imagen N°23* se observa el mismo lugar con distintas características, la imagen se obtuvo del mismo bulevard que la imagen anterior, solo que desde distinto punto.

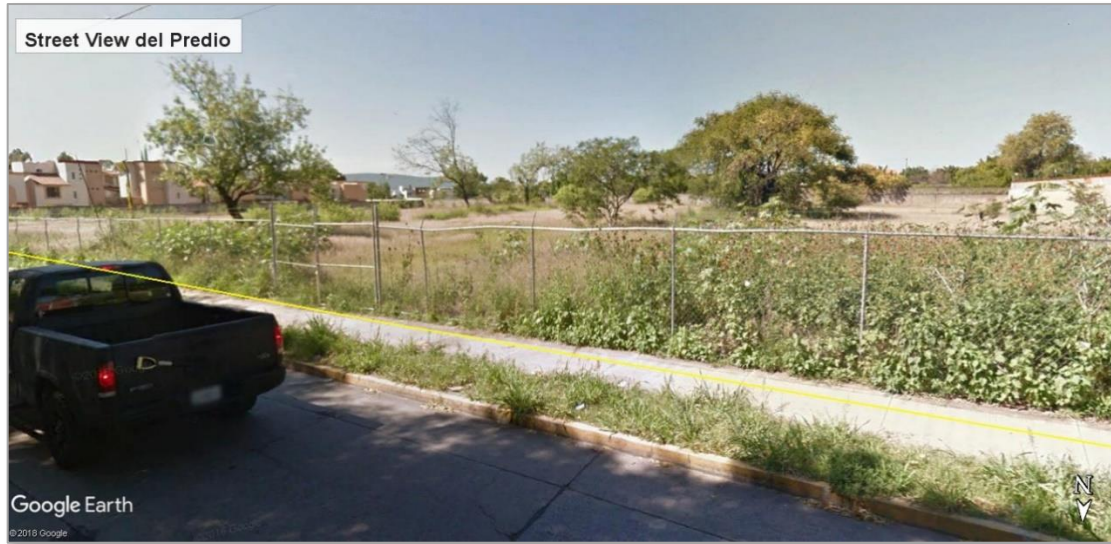


Imagen N°23. Fuente: Google Earth

Se observa vegetación moderadamente densa y en algunas partes del terreno la vegetación se observa alta, se observan árboles de copa grande y sobre la topografía del lugar no se puede apreciar muy bien por la vegetación. Las dos imágenes coinciden en que el predio está delimitado por construcción y malla ciclónica, este dato se puede dar, por sentado.

Para que esta herramienta cumpla con su función adecuadamente se tiene que hacer un recorrido virtual desde todos los ángulos posibles y ver la diferencia entre cada una de las imágenes que se muestran, no confiar 100 % de estas sin antes haber visto la fecha de captura, ya que entre más viejas sean las imágenes es más probable que la zona que se observa ya haya cambiado al igual que su entorno, por lo tanto no serviría; esta herramienta solo sirve para dar una idea de cómo podría estar el predio.

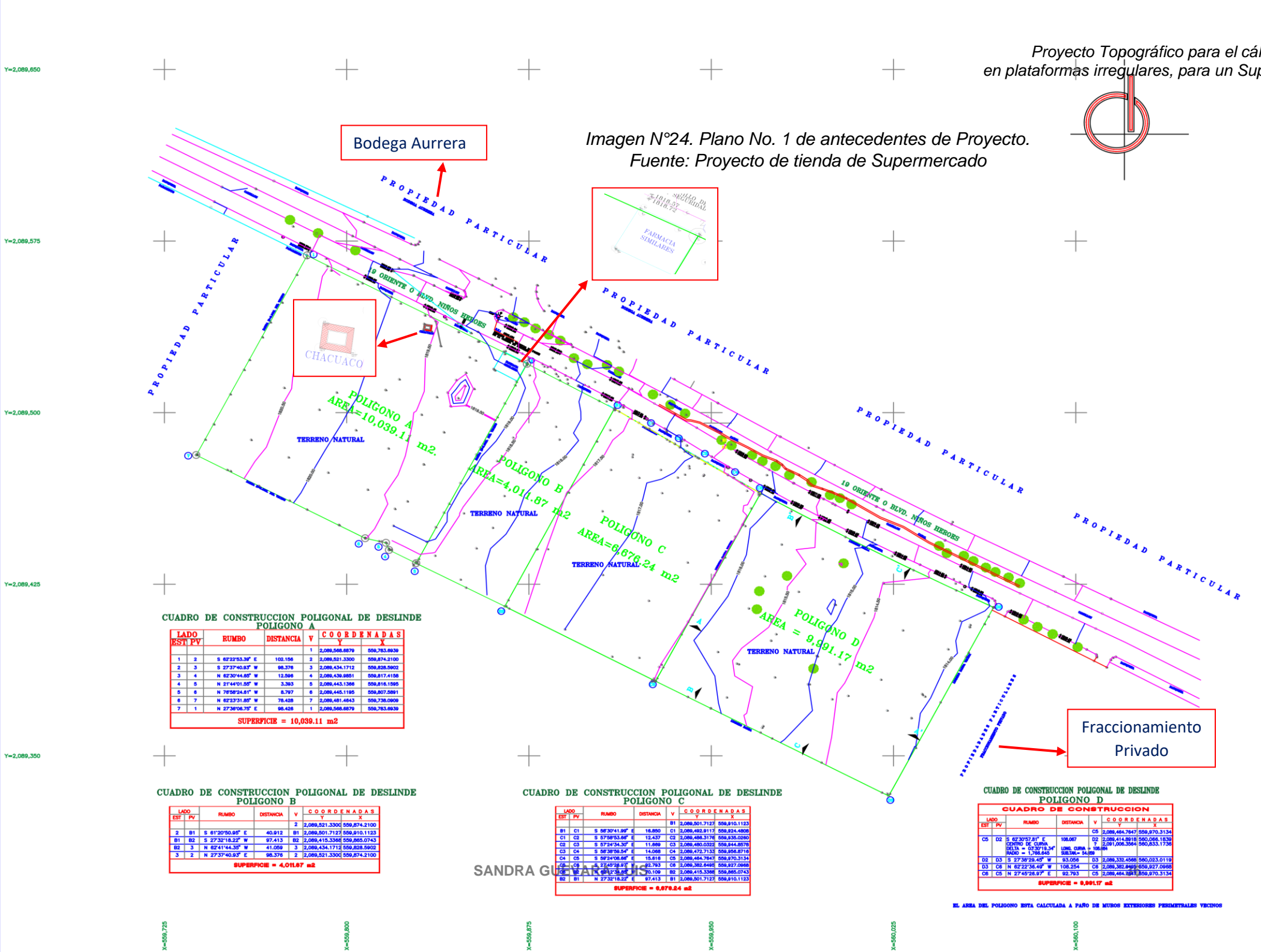
Algo muy importante cuando se realiza un levantamiento topográfico en lugares desconocidos, que es prácticamente la mayoría de los trabajos, agendar la cita con el responsable o encargado del lugar, donde se deberá estipular fecha y hora de reunión, por lo que se recomienda tener una bitácora donde anotes las actividades que realizas durante tu día, cómo es la hora de llegada y la de la persona encargada del terreno o que sea responsable del mismo y evitar malos entendidos y futuros problemas.

2.2. Antecedentes del proyecto

Como precedente al trabajo que se debe de realizar en campo y posteriormente en gabinete, proporcionaron 4 planos como apoyo de los cuales 3 son de levantamientos topográficos previos al proyecto de tienda, y el cuarto es el proyecto de tienda.

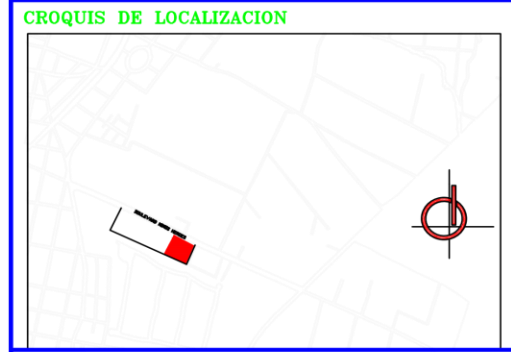
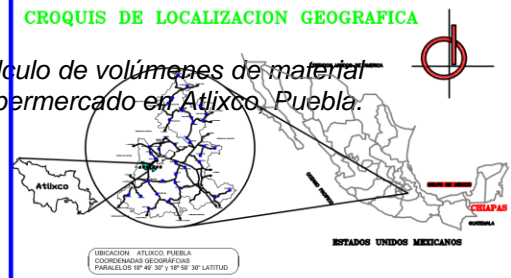
En el primer plano topográfico *Imagen N°24* muestra cuatro polígonos, nombrados por el autor del plano de izquierda a derecha como: polígono A, polígono B, polígono C y polígono D; se puede observar que todos los polígonos son continuos todos los polígonos tienen un bulevar como acceso, el boulevard Niños Héroe.

Otros datos que se puede tomar en cuenta para reconocer los polígonos en campo es que dentro del polígono A se encuentra ubicada una farmacia, específicamente el autor la maneja como farmacias similares, además de un chacuaco (chimenea alta, especialmente la de los ingenios azucareros o de las fábricas). Los polígonos se encuentran ubicados sobre un bulevar y frente al polígono A y B una bodega Aurrera; cada polígono tiene su respectivo cuadro de construcción en donde vienen indicadas las coordenadas X Y.



Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

Imagen N°24. Plano No. 1 de antecedentes de Proyecto. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado



ESCALA GRAFICA 1:750
0 2 10 20 40
ACOTACIONES EN METROS

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE DESLINDE POLIGONO A

LADO EST. PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
				X	Y
1	S 82°31'53.30" E	102.156	1	2,089,566.879	559,783.8839
2	S 27°37'40.83" W	96.376	2	2,089,521.3300	559,874.2100
3	N 82°30'44.80" W	12.888	4	2,089,434.1712	559,828.5902
4	N 21°44'01.50" W	3.383	5	2,089,443.1368	559,816.1995
5	N 78°58'24.61" W	6.797	6	2,089,445.1195	559,807.5891
6	N 82°37'31.85" W	78.428	7	2,089,481.4643	559,738.0909
7	N 27°38'06.75" E	96.426	1	2,089,566.879	559,783.8839

SUPERFICIE = 10,039.11 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE DESLINDE POLIGONO B

LADO EST. PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
				X	Y
1	S 81°20'50.80" E	40.912	B1	2,089,501.7127	559,910.1123
B1 B2	S 27°32'18.22" W	97.413	B2	2,089,415.3368	559,853.0743
B2 B3	N 82°41'44.30" W	41.059	3	2,089,434.1712	559,828.5902
3 2	N 27°37'40.83" E	96.376	2	2,089,521.3300	559,874.2100

SUPERFICIE = 4,011.87 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE DESLINDE POLIGONO C

LADO EST. PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
				X	Y
B1 C1	S 88°30'41.90" E	16.850	B1	2,089,501.7127	559,910.1123
C1 C2	S 87°58'53.89" E	12.437	C2	2,089,486.3176	559,835.0280
C2 C3	S 87°34'34.30" E	11.889	C3	2,089,480.0322	559,844.8979
C3 C4	S 87°38'59.54" E	14.068	C4	2,089,472.7132	559,856.8716
C4 C5	S 89°24'08.89" E	15.818	C5	2,089,464.7847	559,870.3134
C5 C6	S 23°42'38.91" E	82.793	C6	2,089,382.8488	558,827.0848
C6 B2	N 82°41'44.30" W	41.059	B2	2,089,415.3368	559,853.0743
B2 B1	N 27°32'18.22" E	97.413	B1	2,089,501.7127	559,910.1123

SUPERFICIE = 8,878.24 m²

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE DESLINDE POLIGONO D

LADO EST. PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
				X	Y
C5 D2	S 82°30'57.81" E	100.067	D2	2,089,414.8918	560,066.1830
D2 D3	S 27°38'29.49" W	83.058	D3	2,089,332.4588	560,023.0119
D3 D4	N 82°22'38.49" W	108.254	D4	2,089,382.8489	559,927.0860
D4 D5	N 27°45'28.97" E	92.763	D5	2,089,464.7848	559,870.3134

SUPERFICIE = 8,891.17 m²

EL AREA DEL POLIGONO ESTA CALCULADA A PAÑO DE MUROS EXTERIORES PERIMETRALES VECINOS

SIMBOLOGIA

⊙	VERTICE	—	LINIA DE DRENAJE
①	NUMERO DE VERTICE	—	REJILLA PLUVIAL
—	LINIA DE POLIGONAL DE DESLINDE	—	LINIA DE AGUA POTABLE
+	PUNTO NIVELADO	A.P.	REGISTRO AGUA POTABLE
+	RANCO DE NIVEL	R	REGISTRO
⊙	POSTE C.F.E. ALTA TENSION CON TRANSFORMADOR	⊙	CIRCULACION
⊙	POSTE C.F.E. BAJA TENSION	⊙	ARBOL
⊙	POSTE RETENIDA	⊙	ALCANTARILLA
⊙	POSTE CON CAMARA DE VIGILANCIA CIUDAD SIEMBRA	⊙	POZO DE VISTA
⊙	POSTE DE SEMAFORO		
— E.B.T. —	ENERGIA DE BAJA TENSION		
— A.T. —	ENERGIA DE ALTA TENSION		
— L.T. —	LINIA DE TELEFONO		

PROYECTO:
ATLIXCO, PUEBLA

PLANO :
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

UBICACION:
BOULEVARD NIÑOS HEROES S/N° COL. ALTOS REVOLUCION
ATLIXCO, ESTADO DE PUEBLA, MEXICO.

GERENTE DE PROYECTO :

DIRECCION:

ESCALA: 1:500	FECHA: FEBRERO 2018
CLAVE: G	No. DE PLANO: 01

El segundo plano topográfico contiene sólo un polígono este no tiene nombre, pero si se analiza con los polígonos del primer plano se puede percatar que se ilustra el polígono D, ya que su superficie es la misma y las coordenadas utm son las mismas, *Imagen N°25*.

El tercer plano topográfico muestra el polígono C *Imagen N°26* se puede saber eso por la superficie que muestra el cuadro de construcción y sus coordenadas. La conclusión es que de los 4 polígonos mostrados en el plano número uno, dos fueron extraídos para formar el segundo y tercer plano.

El hecho de que la persona responsable del proyecto de tienda haya mandado estos dos planos como complemento del general, hace pensar en que estos dos terrenos tienen mayor importancia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

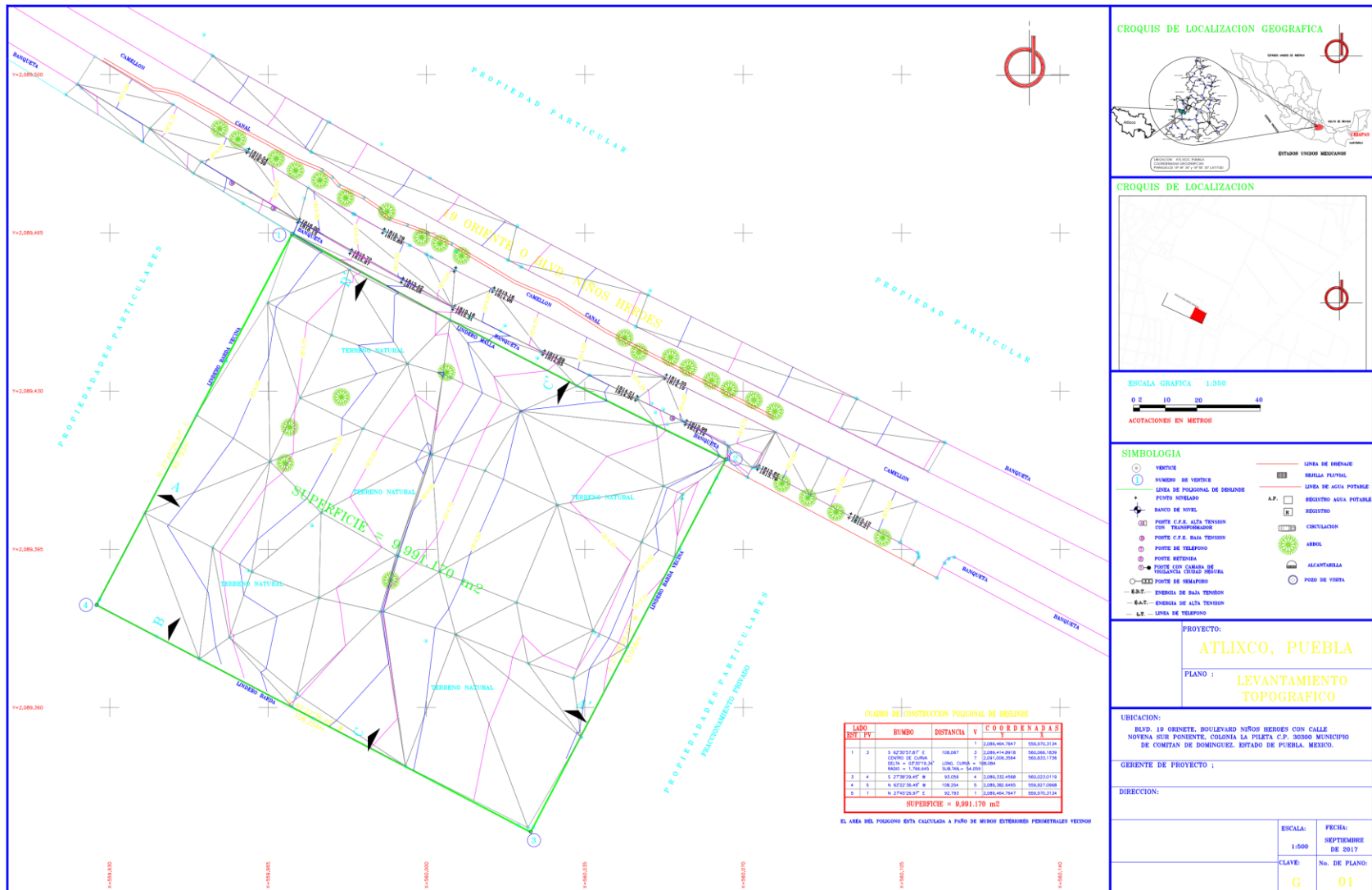


Imagen N°25. Plano No. 2 de antecedentes de Proyecto. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

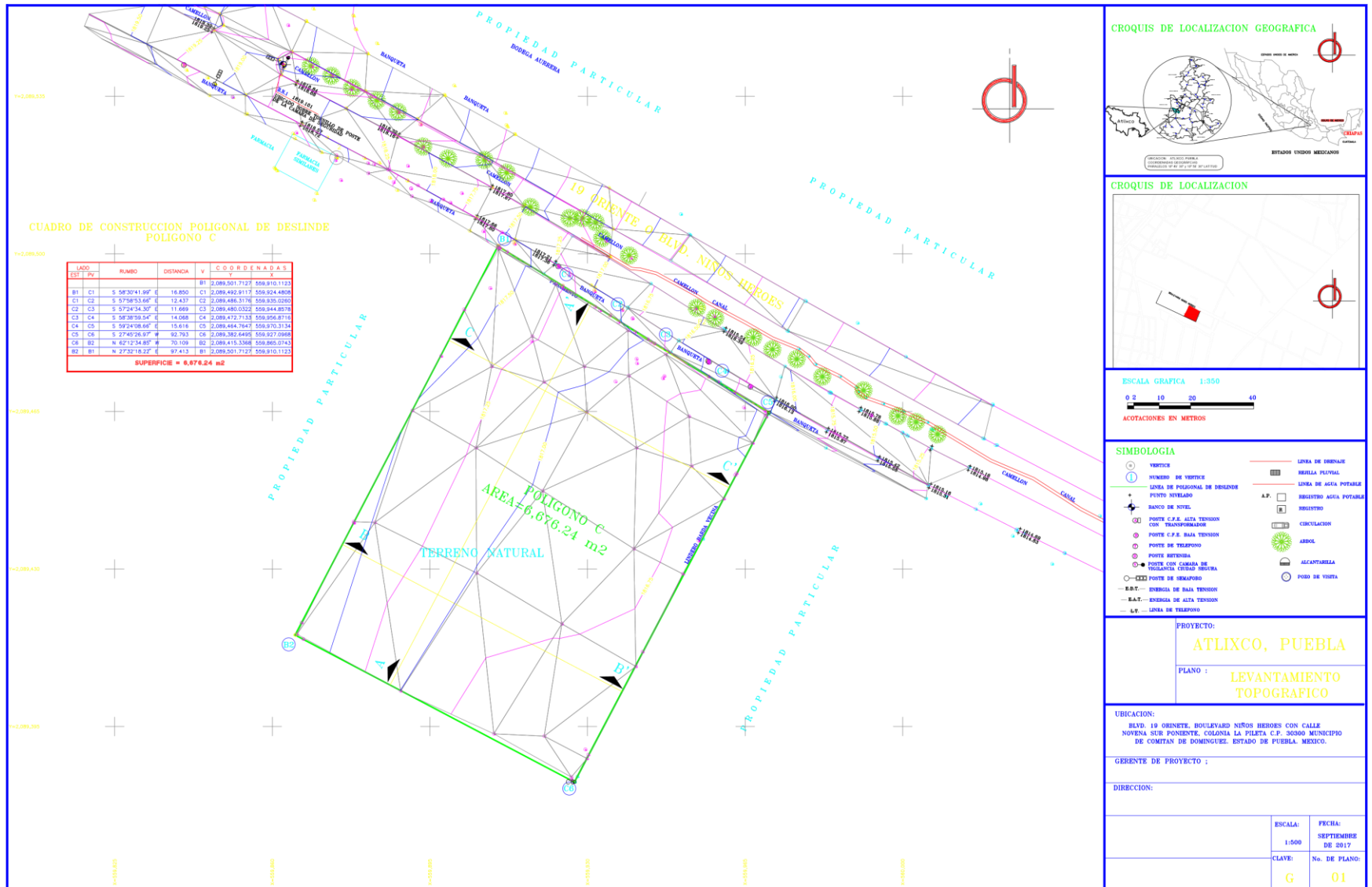


Imagen N°26. Plano No. 3 de antecedentes de Proyecto. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.

Tomando un par de coordenadas X, Y de cualquiera de los planos topográficos de apoyo, se utilizó un conversor de coordenadas para poder obtener las coordenadas geográficas del lugar y poder utilizarlas con la herramienta de visualización de imágenes, obteniendo el siguiente resultado.

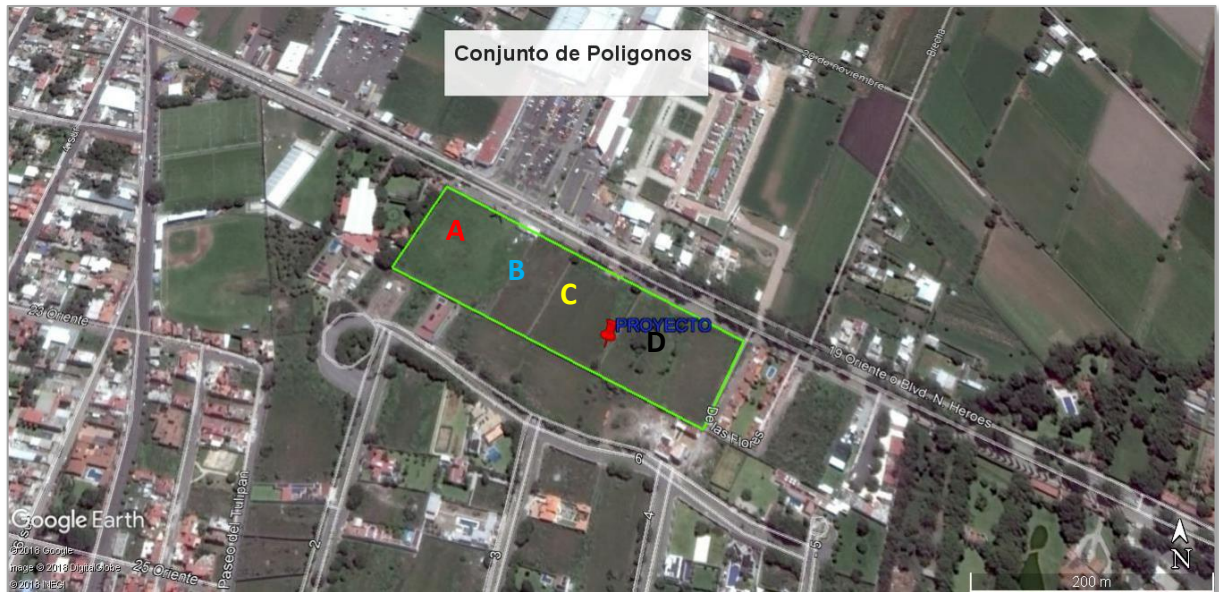


Imagen N°27. Fuente: Google Earth

En la *Imagen N°27* se muestra un concentrado de los cuatro polígonos A, B, C y D.

2.2.1. Detalles de proyecto de supermercado

Existen muchos cambios durante el proceso de creación de proyectos de construcción, y se debe aprender a adaptarse a cualquiera de estos cambios, a continuación, en la *Imagen N°28* mostramos un área de proyecto en donde solo se involucran los polígonos C y D, eso no fue decisión del equipo de trabajo, la decisión fue tomada por la persona a cargo del proyecto de tienda y su equipo de trabajo.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

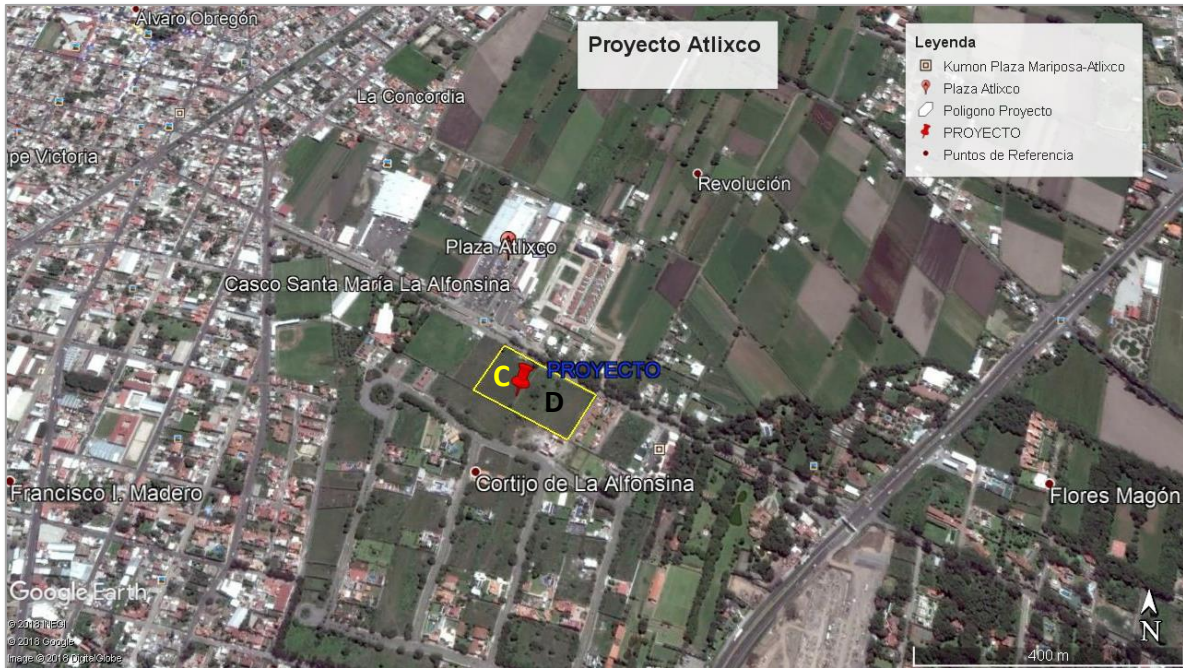


Imagen N°28. Concentrado de los polígonos. Fuente: Google Earth

La localización de datos significativos en los planos topográficos para el levantamiento topográfico que se realizará es importante, más aún porque el plano de proyecto de tienda ya está creado con base a los planos topográficos antes mostrados, por lo tanto, el objetivo ahora es buscar información relevante para el trabajo como BN (Bancos de Nivel) y puntos de apoyo que se utilizaron anteriormente para hacer el levantamiento topográfico y así adaptarlos al plano de proyecto de tienda ya que este no los tiene.

Para eso se recurre a los 3 planos de apoyo, en la solapa de cada plano contiene la simbología que representa objetos que existen en el plano como: BN, Vértices de apoyo, postes de luz, teléfono, semáforos, líneas de teléfono, drenaje, agua potable, registros, pozos de visita, árboles, etc. Con esos datos se pueden ubicar en el plano y posteriormente en campo los puntos que se necesiten, *Imagen N°29.*

SIMBOLOGIA			
	VERTICE		LINEA DE DRENAJE
	NUMERO DE VERTICE		REJILLA PLUVIAL
	LINEA DE POLIGONAL DE DESLINDE		LINEA DE AGUA POTABLE
	PUNTO NIVELADO	A.P. 	REGISTRO AGUA POTABLE
	BANCO DE NIVEL		REGISTRO
	POSTE C.F.E. ALTA TENSION CON TRANSFORMADOR		CIRCULACION
	POSTE C.F.E. BAJA TENSION		ARBOL
	POSTE DE TELEFONO		ALCANTARILLA
	POSTE RETENIDA		POZO DE VISITA
	POSTE CON CAMARA DE VIGILANCIA CIUDAD SEGURA		
	POSTE DE SEMAFORO		
	E.B.T. ENERGIA DE BAJA TENSION		
	E.A.T. ENERGIA DE ALTA TENSION		
	L.T. LINEA DE TELEFONO		

Imagen N°29. Fragmento de la solapa en los planos de apoyo. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado

Una vez encontrada la simbología de BN en los planos, se comparan las cotas en este caso por ser 3 planos, la comparación será en todos al igual que las referencias de su ubicación. En el plano se encontró una leyenda de la ubicación del BN con la cota 1819.101 *Imagen N°30.*

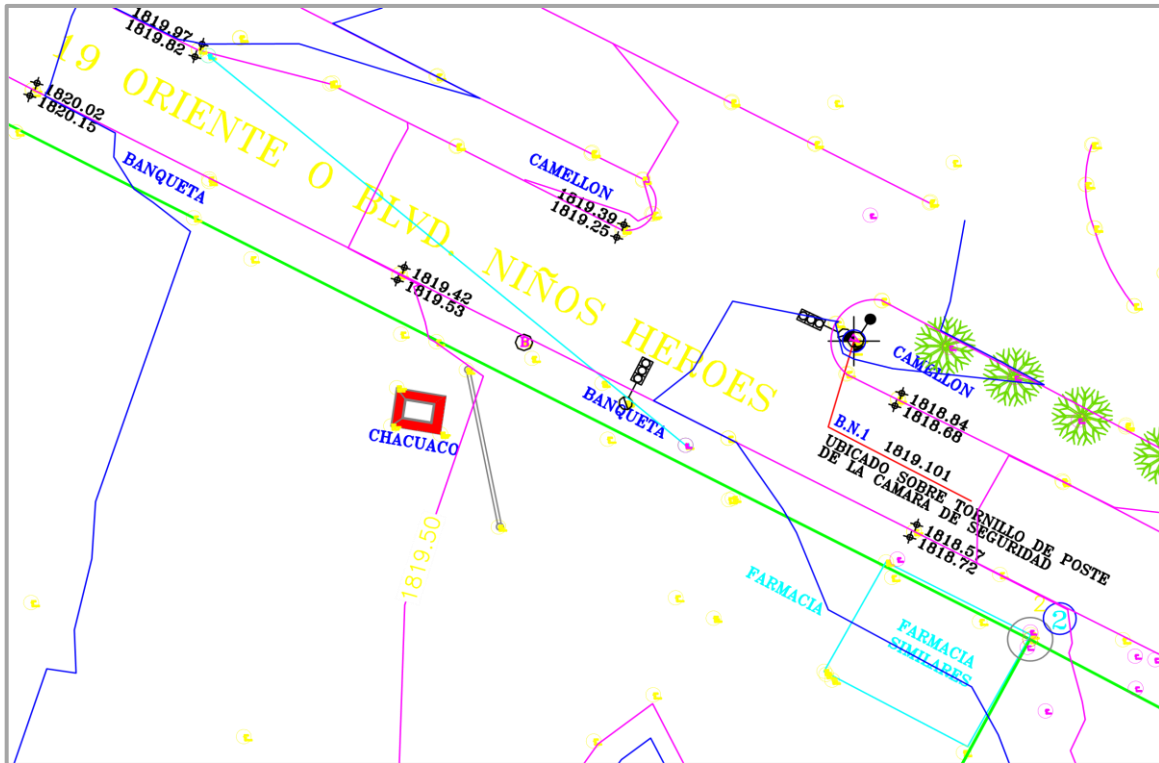


Imagen N°30. Banco de Nivel 1819.101. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado

Otra parte importante es ubicar puntos de referencia que la brigada anterior dejó marcados y tenerlos como opción para utilizar los mismo en el levantamiento topográfico.

El problema que surgió fue que, en la solapa, en la parte de simbología esta no contenía el símbolo respectivo a los puntos de apoyo, así que llevó más tiempo analizar los planos. Lo que se encontró, *Imagen N°31* fueron dos puntos a los que el autor del plano llamaba Aux 1 y Aux 2, suponiendo que sean los puntos que se buscaban, por que como se mencionó, estos no los tiene representados en la simbología, los puntos aún podrían estar en campo y podrían ser reutilizados, se puede observar que tienen su cota anotada en el plano, pero no las coordenadas x, y, se pueden obtener con el programa de dibujo asistido por computadora, pero no se puede asegurar que estén bien dichas coordenadas ya que los planos fueron utilizados para otros fines y no se sabe con exactitud que trato le pudieron haber dado.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

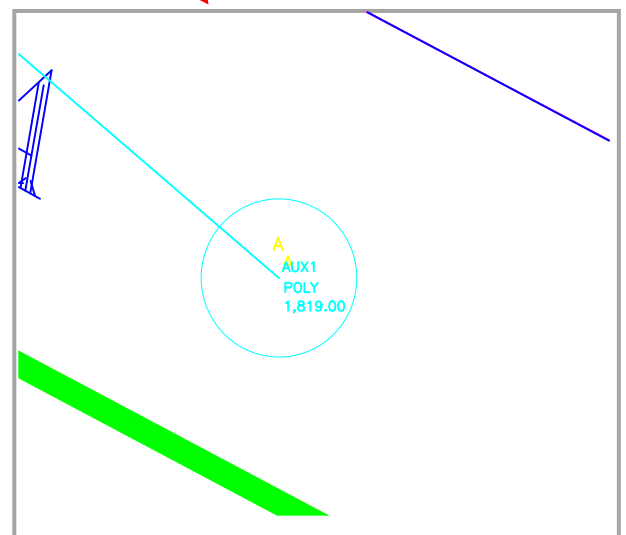
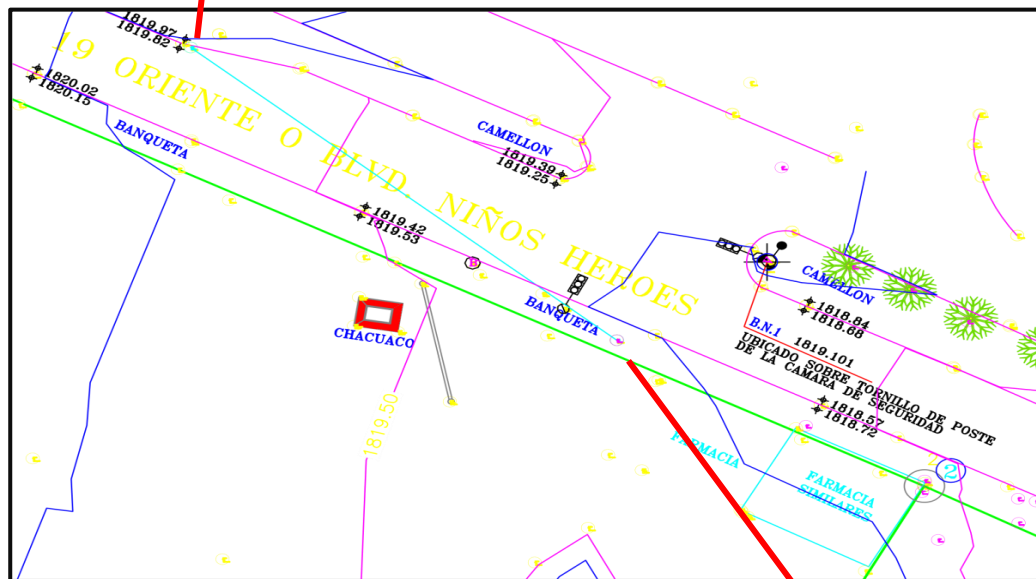
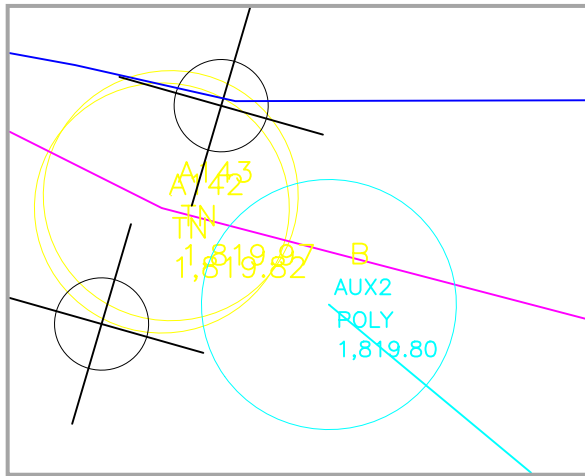


Imagen N°31. La imagen central muestra la ubicación de los puntos denominados Aux.1 y Aux.2, las flechas rojas hacen señal de los mismos puntos vistos de cerca con su respectiva cota. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado

Ahora lo que falta es analizar el plano de proyecto de tienda que sería el cuarto plano de apoyo, como se puede ver en la *Imagen N°32*, el plano viene saturado de información que no es necesaria para el cálculo de volúmenes, entonces, lo que se hará es trabajo en gabinete, limpiando el plano de detalles inútiles, como cajones de estacionamiento, arboles, señalamientos, etc. pero siempre guardando una copia del original.

Lo que el proyecto pide es calcular volúmenes de terreno natural y de proyecto, los conceptos que se manejan para desarrollar el proyecto son nivel de piso de venta y niveles de estacionamiento, como se puede observar el nivel de piso de venta no va a variar, pero el de estacionamiento si, ya que lleva diferentes pendientes para el escurrimiento del agua pluvial.

Existe una zona de locales comerciales que llevan diferente nivel de piso y un estacionamiento para el mismo.

Todos los niveles de estacionamiento se ligaran al nivel de carpeta ya existente, este punto es muy importante y se debe tener mucho cuidado al sacar puntos de nivel en toda orilla de carpeta que involucre al terreno no solo en los accesos, ya que como se mencionó anteriormente puede haber cualquier cambio en el proyecto de tienda y el proyecto de cálculo sería inconcluso, de hecho, se debe abarcar más allá de los límites del polígono para mayor seguridad, así no se tendría que regresar al terreno por uno o dos puntos. La carpeta en este caso del bulevar se debe de respetar.

En la *Imagen N°33*, se puede observar el plano de proyecto de tienda con los datos necesarios. Muchas veces los planos de proyecto contienen cortes longitudinales y transversales en donde están representados los cambios de nivel y otros detalles de construcción importantes; estos cortes sirven de apoyo para la creación de secciones de proyecto, si algún dato no lo tiene el plano en planta, es seguro que algún corte lo tendrá. (*Imagen N°34, Imagen N°35 e Imagen N°36*), además de fachadas lateral *Imagen N°37*, esto ayudará a visualizar como debe de quedar nuestras secciones de proyecto.

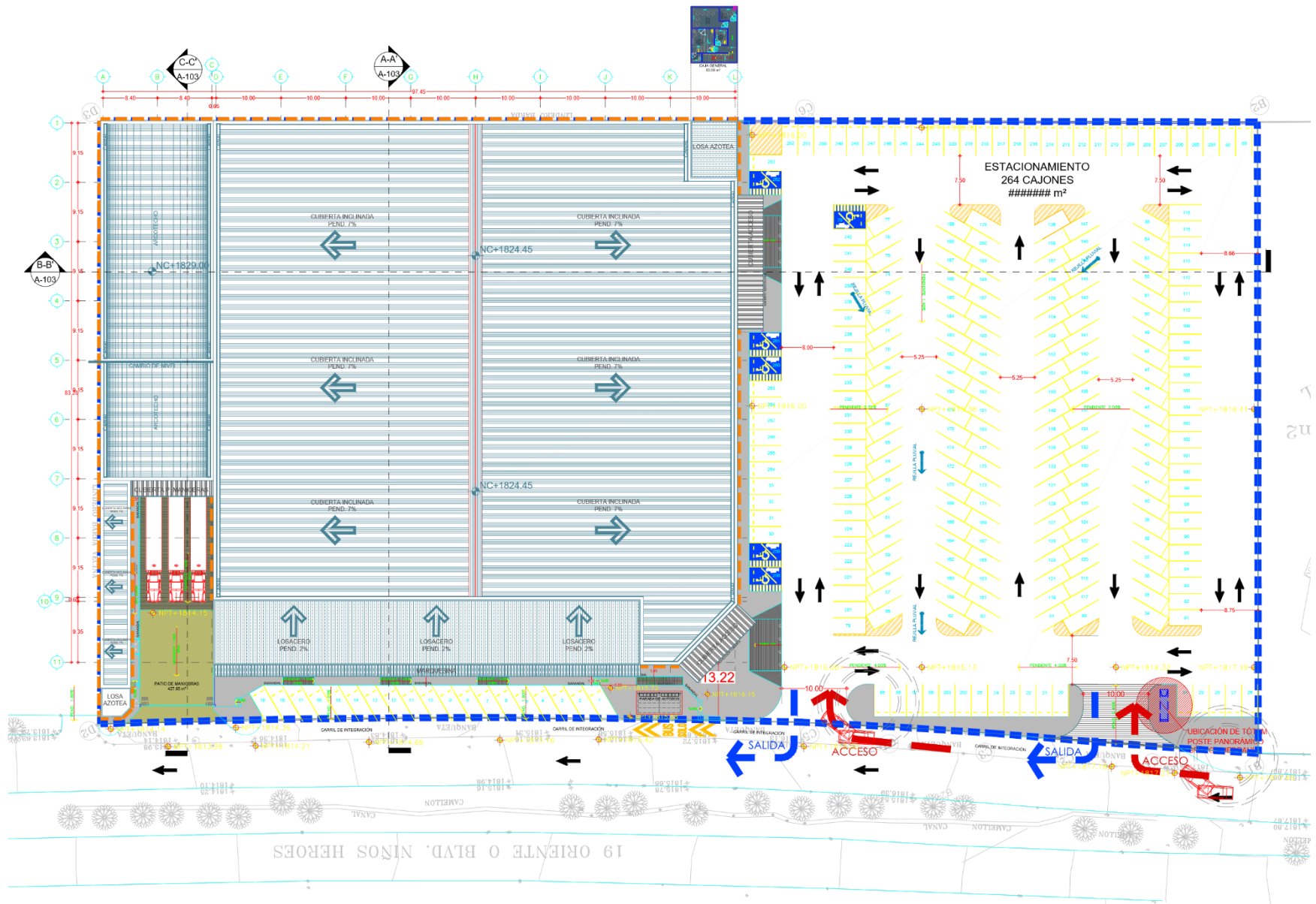


Imagen N°32. Plano vista planta de proyecto original. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.

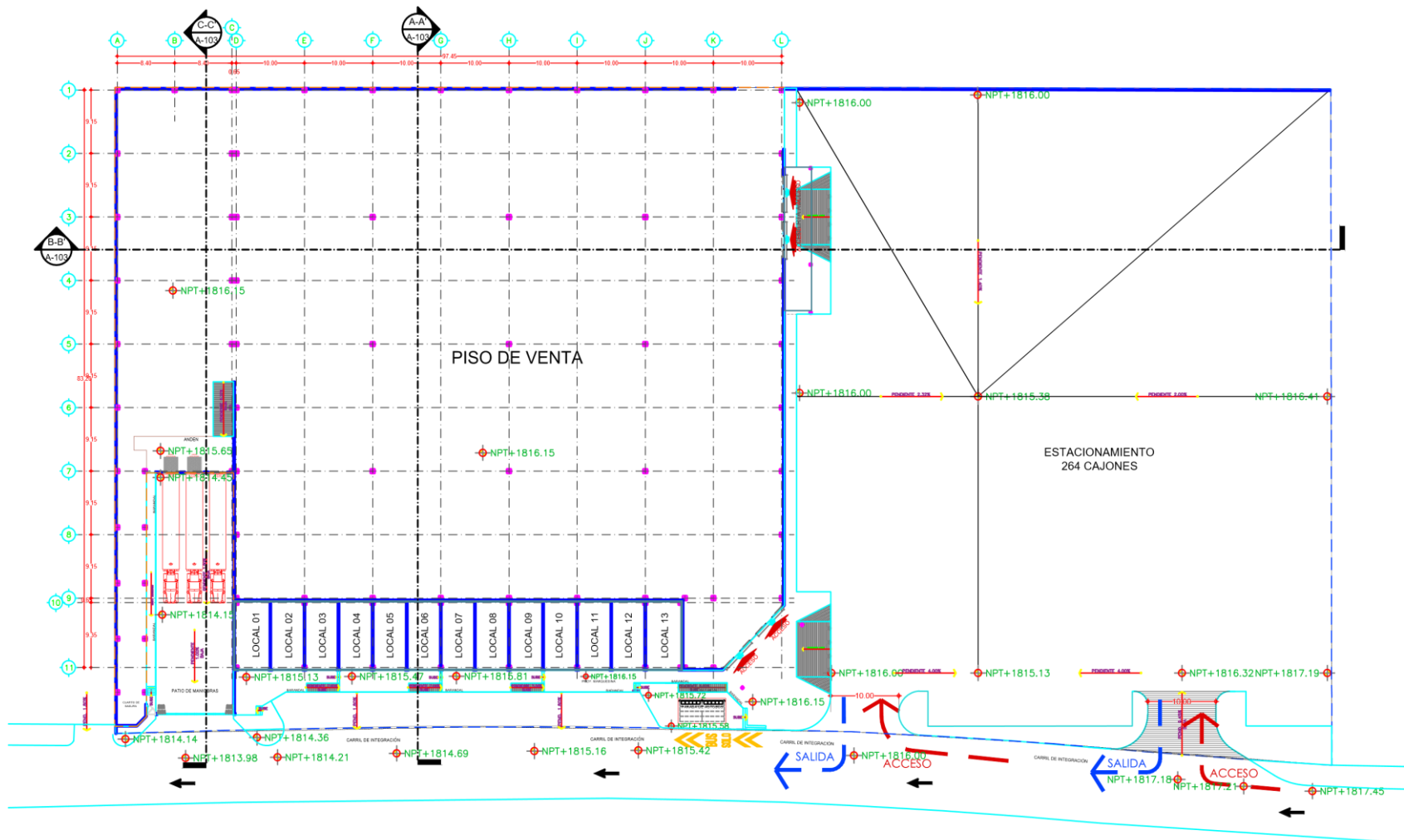
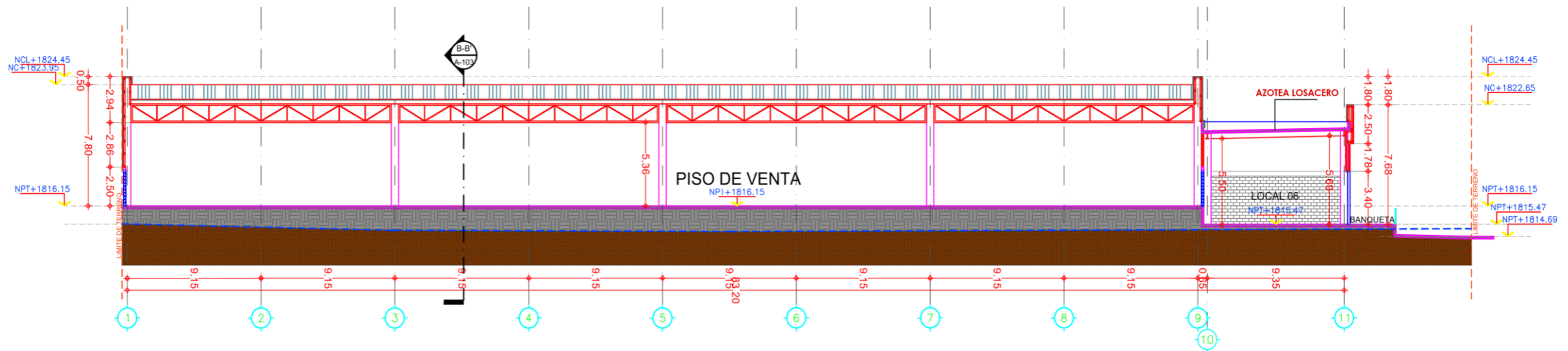
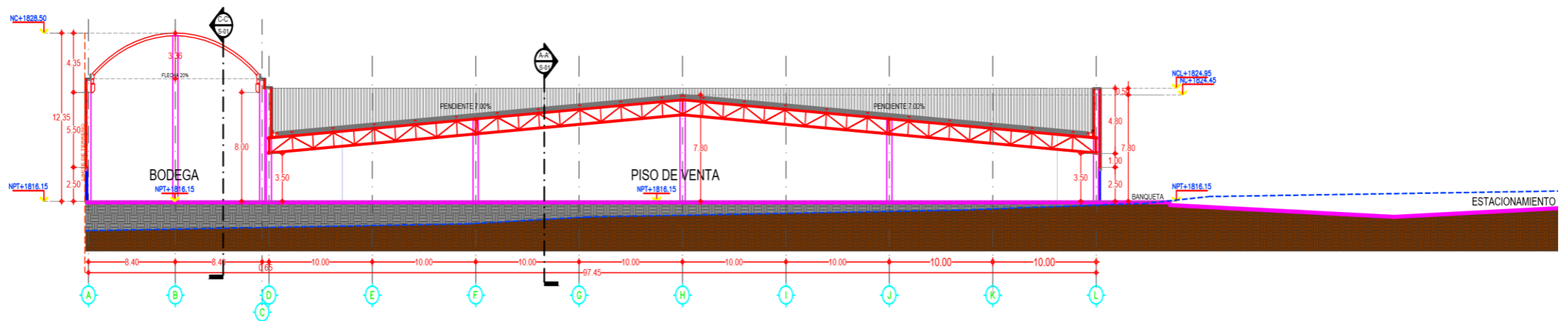


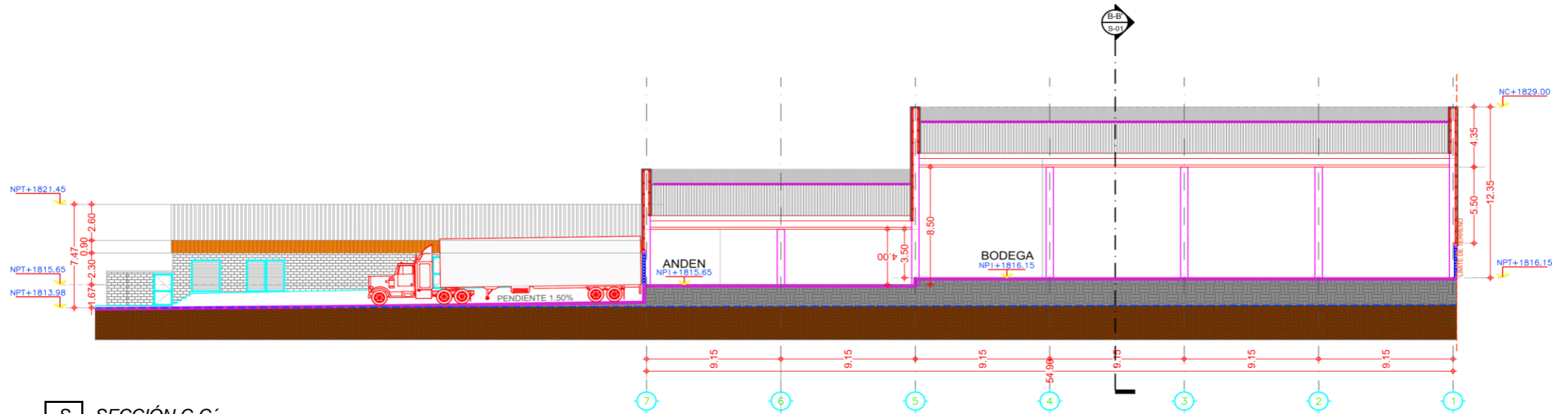
Imagen N°33. Plano vista planta de proyecto limpio. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.



S	SECCIÓN A-A'
01	Imagen N°34. Corte en donde se observan cambios de nivel en piso de venta, local 06 y límite de terreno. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.

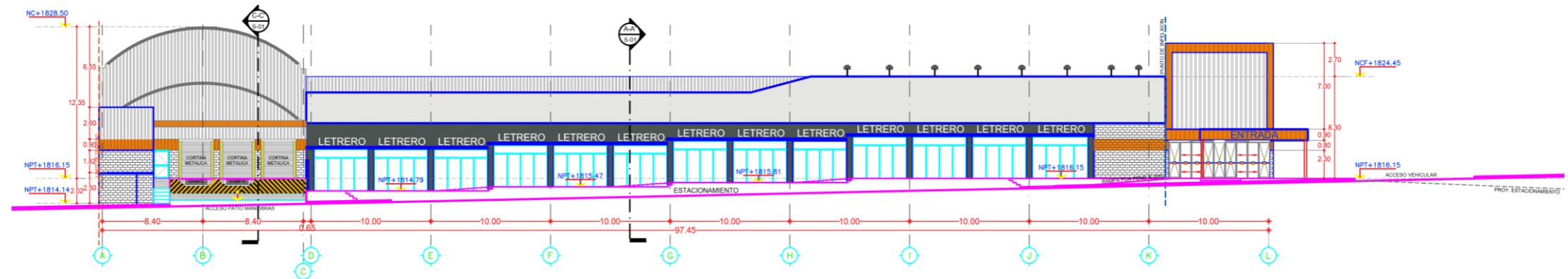


S	SECCIÓN B-B'
01	Imagen N°35. Corte mostrando mismo nivel en bodega y piso de venta, cambiando al inicio de estacionamiento y este tiene dos pendientes encontradas, pero, no se muestran las cotas correspondientes. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.



S SECCIÓN C-C'

01 Imagen N°36. Este corte es de los más importantes, nos brinda información sobre la conformación del andén respecto a niveles de bodega y patio de maniobras, existen cambios de nivel en las tres áreas y en el patio de maniobra existe una pendiente. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.



F FACHADA CONJUNTO POR BLVD. NIÑOS HÉROES

01 Imagen N°37. Fachada con varios cambios de nivel desde el patio de maniobras hasta la entrada de la tienda. Fuente: Proyecto de tienda de Supermercado.

2.3. Levantamiento topográfico

Según Miguel Montes de Oca. (1996). “La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco (grados sexagesimales).”

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente en México “Levantamiento”.

La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la Topografía.

Para su estudio los dividimos en:

- Levantamiento topográfico planimétrico o control horizontal: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.
- Levantamiento topográfico altimétrico o control vertical: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación.
- Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico simultáneos.

Después de analizar cuidadosamente el plano del proyecto de tienda, para la construcción de las terracerías, se puede determinar hasta donde se deba hacer el levantamiento topográfico. En este caso como el objetivo es el cálculo de volúmenes se deberá tener precaución al realizar un levantamiento topográfico altimétrico en todo el polígono, seccionando no solo el predio si no también el carril del bulevar frente al predio, tomando como banco de nivel el que antes fue

mencionado de los planos de apoyo, ya que como se dijo este Banco de Nivel fue tomado como referencia para realizar el proyecto de tienda y todos los proyectos que le anteceden y preceden.

En cuanto al levantamiento topográfico planimétrico se levantará lo necesario para poder ensamblar el levantamiento topográfico altimétrico en el plano de proyecto de tienda, por necesario nos referimos a límites de polígono de proyecto de tienda estos pueden ser bardas o muros, no debe de existir ningún desplazamiento considerable al comparar con el plano del levantamiento de apoyo que fue proporcionado y el plano de proyecto de tienda que también cuenta con esos límites, asimismo se representará el bulevar.

2.3.1. Equipo de trabajo

Un equipo de trabajo se conforma de diversos recursos; los recursos son todos aquellos elementos que se requieren para que se pueda lograr un objetivo. Una parte importante en este proyecto son los recursos humanos, materiales y tecnológicos.

- Recursos humanos

Lo más importante de un proyecto son las personas. Para conseguir el éxito es necesario contar con un buen equipo y además coordinar bien sus esfuerzos.

Los proyectos requieren expertos en temas concretos en cada momento de su desarrollo. Probablemente, la composición del equipo deberá cambiar dependiendo de la fase del proyecto y de su objetivo concreto, para adaptarlo a las necesidades específicas del momento. Sin embargo, otros integrantes del equipo deberán formar parte de él desde el principio hasta el final del proyecto para garantizar la continuidad.

El equipo de trabajo está conformado por:

1. Persona a cargo del proyecto
2. Auxiliar
3. Cadenero

- Recursos materiales

Son aquellos bienes tangibles, son los medios físicos y concretos que ayudan a conseguir algún objetivo.

Los recursos materiales que se utilizaron son:

1. Estación total
2. Tripie
3. Bastón
4. Prisma
5. Radios
6. Tarjeta reflejante
7. Maleta de herramienta
8. Mazo
9. Clavos de todo tipo y tamaño
10. arandelas
11. Cinta
12. Pintura de color fosforescente
13. Plumón de aceite
14. Estacas
15. Machete

- Recursos tecnológicos

Un recurso tecnológico es un medio que se vale de la tecnología para cumplir con su propósito, son herramientas e instrumentos auxiliares en coordinación de los anteriores recursos.

“Lo recursos tecnológicos sirven para optimizar procesos, tiempos, recursos humanos; agilizando el trabajo y tiempos de respuesta que finalmente impactan en la productividad y muchas veces en la preferencia del cliente o consumidor final” Rojas, 2010.

La tecnología es el proceso de transformación que convierte a los insumos en productos de una organización. Por ende, la tecnología es el conocimiento, herramientas técnicas y acciones que se utilizan para transformar las ideas, información y materiales en bienes y servicios terminados.

Estos pueden ser tangibles e intangibles

Los recursos tecnológicos que se utilizan son:

1. Laptop
2. Visualizado de imágenes
3. Hojas de cálculo digitales
4. Programa de dibujo asistido por computadora
5. Internet
6. Celular

Capítulo III. Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico

Uno de los aspectos que se debe contemplar en el desarrollo de los trabajos que se realizan en campo es lo que se conoce como levantamiento planimétrico y altimétrico, el cual consiste como se verá más adelante de una serie de acciones, que lleva a obtener la información necesaria del terreno como son las medidas de ángulos, distancias y alturas, las cuales darán una idea clara del terreno en cuestión.

3.1. Recorrido, identificación y recuperación de puntos topográficos y Banco de Nivel.

Una vez en campo, se realiza un recorrido de identificación con ayuda de los planos de apoyo que se proporcionaron, buscando además de los predios a medir, puntos de control del levantamiento anterior que aún pudieran existir, y lo más importante el Banco de Nivel.

Se localizó fácilmente el BN en el lugar indicado en el plano de apoyo, siendo este el tornillo de una cámara de seguridad se encontraba en el camellón central, frente a la farmacia *Foto N°1*.



Foto N°1. Fuente: Elaboración propia

Durante el recorrido, se lleva una maleta de herramienta, la cual contiene: clavos de concreto, pintura fosforescente, plumones de aceite, mazo y una escobilla para limpiar. Estos elementos servirán para marcar o remarcar el nombre original del punto o si conviene renombrarlo y pintar de anaranjado fosforescente la zona en donde esté ubicado para una rápida localización durante el trabajo.

De acuerdo con la nomenclatura que se les asignó a los predios, el predio C y D se encontraban protegidos. El predio C rodeado por barda y el predio D cercado, como se pueden dar cuenta en las *fotografías N°.2 y N°3* este dato coincide con lo ya analizado con las imágenes de representación virtual.



Foto N°2. Predio C. Fuente: Elaboración propia



Foto N°3. Predio D, delimitado por malla. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los puntos de apoyo antes mencionados en el capítulo 2, se localizó el punto denominado Aux.2, en el quiebre de una guarnición del camellón central del bulevar, pero en el asfalto, además de estar muy alejado de los predios de interés, su ubicación es muy peligrosa; el punto denominado Aux. 1 se localizó en banqueta junto al estacionamiento de la farmacia, ambos puntos se recuperaron.

3.2. Equipo Topográfico

Si bien las herramientas topográficas como la Estación Total facilitan el trabajo en campo y disminuye los tiempos de jornada se le debe tener cuidados especiales.

Se denomina Estación Total a un instrumento electro óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Los EDM (Electronic Distance Measurement) son ondas electromagnéticas o pulsos luminosos, se utilizan para medir distancias que se determinan por el tiempo que tarda la onda en recorrer cierta distancia y ser reflejada al punto inicial.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en un formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en computadoras personales, prácticamente lo que este equipo realiza es una sustitución de elementos básicos que antes se utilizaban constantemente por elementos electrónicos como son:

DISTANCIÓMETRO	⇒	CINTA
DISPLAY DIGITAL	⇒	VERNIER
CALCULADORA	⇒	COMPUTADORA
LIBRETA DE CAMPO	⇒	PANTALLA ALFANUMÉRICA

Como todo equipo o aparato, puede presentar algunos errores que se deben tomar en cuenta ya que estos podrían afectar el trabajo en campo al realizar un levantamiento topográfico. Los errores instrumentales que puede tener una estación total son los que se muestran en la *Imagen N°38*.

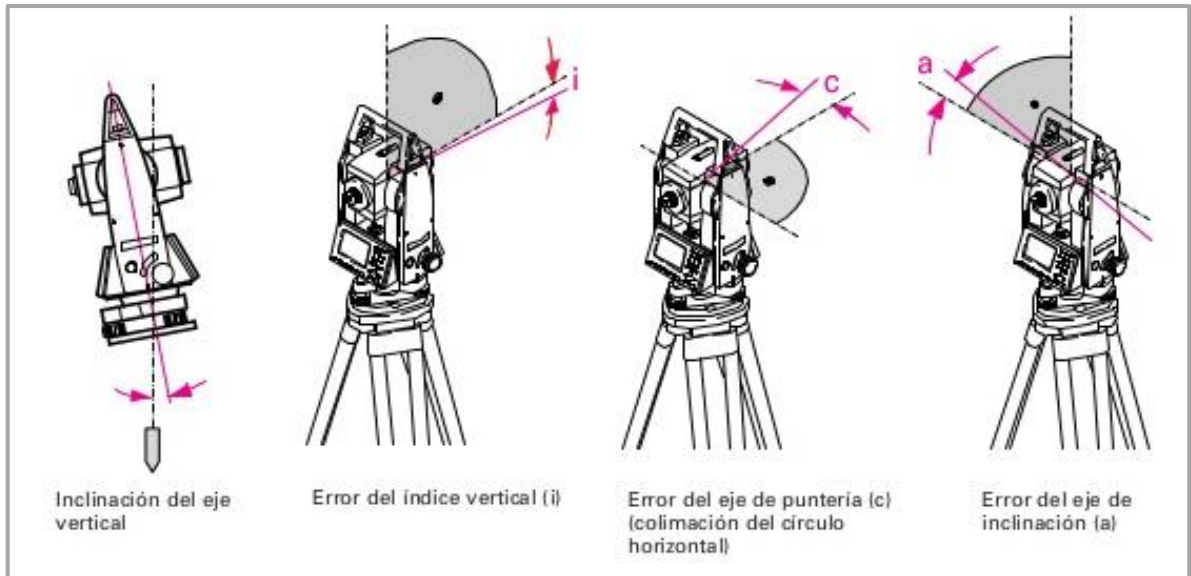


Imagen N°38. Errores instrumentales. Fuente: Ing. Guillermo N. Bustos. pág.5

Los errores instrumentales y como solucionar o ajustar cada error antes mencionado vienen descritos en el manual de usuario que cada equipo tiene, existen otros errores instrumentales como ejemplo, errores con el trackeador, errores en los resultados arrojados en la pantalla, entre otros; este tipo de errores solo se pueden corregir en un laboratorio especializado.

El equipo que se muestra en la *Imagen N°39* es el que se utilizó durante el levantamiento topográfico.

El equipo utilizado es una estación total marca FOIF modelo RTS362R500 con un software MicroSurvey FIELDGenius en español de las siguientes características:



Imagen N°39. Fuente: FP Topografía, S.A de C.V.

Características Generales	
Sistema operativo	WINDOWS CE 5.0
Precisión angular	2 segundos
Resolución en pantalla	1 segundo
Precisión en distancia	2mm + 2ppm
Medición SIN prisma/Tarjeta	500m/800 metros
Medición con UN prisma	3,000 metros
Pantalla	Táctil TFT a COLOR en ambas caras con teclado alfanumérico
Memoria interna	4 GB
Transferencia de datos	RS-232, Mini USB, USB
Compensador	Doble eje
Plomada	Láser precisión de 1.00 mm
Puntero	Cuenta con puntero laser para las labores de medición
Protección ambiental	IP55
Rango de temperatura	-20°C hasta 50°C
Batería recargable de Litio	16 horas de duración

Imagen N°40. Fuente: FP Topografía, S.A. de C.V.

Otra de las grandes ventajas de levantamiento con estación total es la toma y registro de datos ya que es automática, eliminando los errores de lectura, anotaciones, transcripciones y cálculo, además de que los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas de computación incorporados a dichas estaciones.

El complemento de este equipo es el llamado prisma topográfico, un prisma es un instrumento que está conformado por cristales que tienen como finalidad reflejar la señal EDM, este prisma es utilizado sobre un bastón que comúnmente es de un color vistoso, de diferentes tamaños y que se puede ajustar la altura por medio de su extensión; este lleva ensamblada una burbuja circular que sirve para mantener el bastón verticalmente para una correcta medición topográfica.



Imagen N°41. Fuente: www.toporrey.com

Muchas otras veces se utiliza una tarjeta reflejante en donde su función es la misma, solo que para su utilización no se requiere de un bastón y es una opción para los lugares en donde no se puede colocar el bastón; se debe de tener cuidado ya que la configuración de la señal EDM en el equipo cambia.

3.3. Levantamiento Topográfico planimétrico

La finalidad de realizar un levantamiento topográfico consiste en la recopilación de datos como son ángulos y distancias para calcular la superficie del polígono levantado, para posteriormente representar está en un plano.

3.3.1. Métodos topográficos de levantamiento planimétrico

Al realizar el levantamiento topográfico se toman en cuenta los diferentes métodos de levantamiento que existen, a continuación, se describirán los más usados.

- ◆ Método de radiación. Con este método se puede colocar el equipo en cualquier lugar procurando ser visible todo lo que interesa medir, este punto debe tener coordenadas conocidas para que, al momento de medir los puntos de interés, estos tengan coordenadas asociadas. No tiene comprobación.
- ◆ Método de poligonal o itinerario. Para este método solo se necesita un azimut y una distancia, partiendo de un punto con coordenada conocida, este método exige que desde el punto de control se pueda observar el punto anterior y el siguiente. Tiene comprobación solo la poligonal cerrada.
 - Poligonal cerrada. Se inicia en un punto y termina en el mismo punto.
 - Poligonal abierta. Se parte de un punto conocido y termina en un punto desconocido.
- ◆ Método de triangulación. Prácticamente con este método se debe de tener una línea con dos puntos conocidos, partiendo de estos puedes saber un tercer punto al medir los ángulos que conforman el triángulo, lo que significa muchas puestas de estación, además de que los vértices de

triangulación deben ser visibles a los otros dos vértices del triángulo. Tiene comprobación.

- ◆ Método de intersección. Con este método se pueden calcular la posición de puntos mediante un ángulo tomando como referencia puntos con coordenadas ya conocidas. Tiene comprobación
 - Intersección directa. Partiendo de un punto con coordenadas conocidas
 - Intersección inversa. Partiendo de un punto con coordenadas desconocidas.

El método por el que se optó es el método de radiaciones ya que al tener un equipo con las características antes mencionadas el trabajo en campo resulta más rápido al no requerir de muchas puestas de aparato, el problema es que este método no tiene comprobación, es por eso que se lee dos veces algunos puntos de coordenadas conocidas en el transcurso del levantamiento; otro punto a favor de este método es que los puntos no tienen que ser visibles entre sí por lo que se puede ubicar el equipo en cualquier lugar a conveniencia.

3.3.2. Exposición del levantamiento topográfico planimétrico

La organización durante el trabajo de campo es uno de los factores que determinan los resultados de tu trabajo, tener una secuencia de actividades y que cada una de ellas sea entendida por la brigada garantiza un ritmo de trabajo adecuado.

Una vez hecho el recorrido de reconocimiento y haber recuperado los puntos de apoyo del levantamiento anterior, se explicará cuáles son los elementos que se tomaron en cuenta para el levantamiento topográfico planimétrico, aunque el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico se desarrollaron simultáneamente en campo.

Durante el levantamiento topográfico planimétrico fuera de los predios de interés C y D se midió el camellón, boulevard, guarniciones, banquetas, postes de luz, postes de teléfono, árboles y carpeta; esto tiene como objetivo el tener información sobre la ubicación de cada uno de ellos para después plasmarlo en nuestro plano topográfico y poder determinar si existirá alguna afectación al proyecto.



Foto N°4. Fuente: Elaboración propia

Dentro del predio C existía una pequeña construcción la cual se debe representar en el plano, al medir los límites de este predio se tuvo en cuenta desde qué lugar se colocó el equipo para medir, ya que, él predio se encontraba bardeado y la barda es parte de la superficie del predio, cuando se entró al predio C se midieron los límites sobre la pared por esta razón se debe considerar el grosor de esta ya que está totalmente rodeado, pero también, se midieron los límites del mismo predio C que se podían observar por fuera de este, en este caso el frente y sus dos costados.



Foto N°5. Construcción dentro del predio C. Fuente: Elaboración propia

Mientras que dentro del predio D no tiene construcción, pero sí tiene algunos árboles que podrían ser importantes, así que también se midieron.



Foto N°6. Árboles dentro del predio D. Fuente: Elaboración propia

Hay que considerar que el predio D se encontraba cercado por malla, pero solo por la parte de enfrente, y los otros lados colindantes son propiedad privada y se encuentran sin acceso, así que al medir esta vez los límites del predio se tomó en cuenta que la barda perimetral es de los predios colindantes por lo tanto esta barda es el verdadero límite del predio, a diferencia del predio C.



Foto N°7. Predio D y colindancia con fraccionamiento. Fuente: Elaboración propia.

Se colocaron puntos de apoyo que no se usaron para el levantamiento en ese momento, estos puntos tienen como fin el respaldo de los puntos de control que se utilizan para las mediciones, si el trabajo en campo tarda más de un día y si alguno de estos puntos de control es borrado o quitado de su sitio se pueda recuperar por medio de un replanteo de forma fácil y rápida con otros puntos de apoyo que se colocan retirados del lugar de trabajo, estos puntos de apoyo también están considerados para futuros trabajos que podrían ser ya al ejecutar el proyecto de tienda.

Los códigos que se utilizaron para el levantamiento se grabaron en la estación total con anterioridad para la agilización del trabajo en campo, por otro lado, si es necesario utilizar un código diferente que no se encuentre pregrabado en el equipo se tendrá que grabar en campo. Los códigos sirven para la identificación del objeto que se va midiendo y poder crear su forma en el plano.

Esta es la lista de los códigos utilizados para el levantamiento topográfico planimétrico:

♣ GUARNI.	♣ LIMITE	♣ POZO
♣ BQ	♣ MALLA	♣ TELMEX
♣ CARPETA	♣ ÁRBOL	♣ CFE
♣ COLIN	♣ PARM.	

Como pueden notar algunos códigos no son específicos, por ejemplo, “Telmex” con ese código se hace referencia a un poste de teléfono y con el código “COLIN” se refiere a colindancia esto ya dependerá de la interpretación a la que su equipo de trabajo esté acostumbrado, se intenta que los códigos sean simples y cortos esto con la finalidad de no saturar el plano al importar los datos; si se requiere algo más específico que con la ayuda del código no baste se crea una nota para ese punto, no todos los equipos contienen esta función, otra opción es escribir en la libreta de campo la nota que se necesita.

Para introducir las coordenadas de arranque para el levantamiento, es recomendable que contengan pocas cifras, pero las suficientes para no tener coordenadas negativas ayuda mucho para no confundirse y no saturar nuestra pantalla de cifras.

3.4. Levantamiento topográfico altimétrico

Fernando García Márquez, (1994), nos recuerda que: “Recibe el nombre de nivelación o altimetría el conjunto de trabajos que suministran los elementos para conocer las alturas y forma del terreno en sentido vertical”

Todo trabajo topográfico altimétrico está referenciado a un plano común, a este plano se le conoce como plano de comparación o plano de referencia, esta es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura que más convenga.

Se denomina cota, elevación o altura de un punto a la distancia vertical que existe desde la superficie de comparación de dicho punto hasta el punto de interés para saber tal cota.

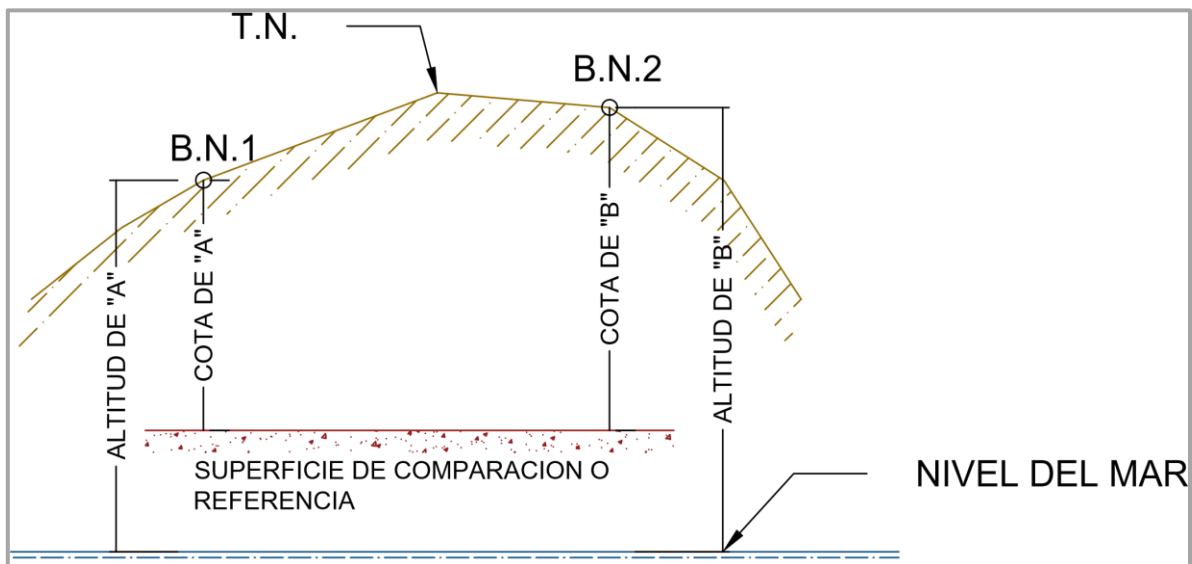


Imagen N°42. Fuente: Elaboración propia

Comúnmente se usa como plano de comparación el del nivel medio del mar, pero ya que el levantamiento topográfico altimétrico es sobre una porción de la superficie de la tierra muy pequeña el plano de comparación es arbitrario y para comodidad siempre se procura que las cotas sean positivas; en este caso si se recuerda, ya se tiene el BN establecido por el proyecto de tienda con una cota de 1819.101.

El desnivel entre dos puntos es la diferencia de alturas que existe entre las superficies de nivel distintas, en donde todos sus puntos es normal a la dirección de la gravedad; se le llama altitud cuando la cota está referida al nivel del mar, como se muestra en la *Imagen N°42*

Durante todo el trabajo se ha mencionado Banco de Nivel (BN) pero no se había definido lo que es; un BN se le denomina a un punto fijo, de carácter más o menos permanente cuya elevación con respecto a algún otro punto, es conocida. Se usan como punto de partida para un trabajo, así como lo utilizamos en el proyecto de cálculo de volúmenes; estos puntos deben de estar muy bien colocados en lugares estratégicos que sean inamovibles, pueden ser mojoneras de concreto, árboles, postes, en este caso el BN se encontró en el tornillo de un poste de cámaras de seguridad *Foto N°1*.

3.4.1. Métodos altimétricos

- ◆ Nivelación barométrica. Para poder realizar este método se requiere de barómetros este instrumento se encarga de medir la presión atmosférica; la presión atmosférica es la fuerza que ejerce el aire sobre cualquier punto de la atmósfera. Este método es muy poco utilizado.
- ◆ Nivelación Trigonométrica. Como su nombre lo dice, este método calcula desniveles por medio de la trigonometría; solo se necesitan ángulos verticales y distancias, después solo es la resolución de fórmulas trigonométricas.
- ◆ Nivelación Geométrica. Este método es el más utilizado, consta de leer desde una estación de manera completamente horizontal los diferentes puntos que son de interés en el cual estará colocado un estadal o regla, por medio de la diferencia de estas dos lecturas se podrán saber los desniveles, el instrumento más utilizado para este método es el nivel fijo.

Si bien estos métodos se utilizaron por mucho tiempo y se siguen utilizando para diferentes tipos de trabajos topográficos, con la introducción de la estación total al campo de la Ingeniería Topográfica se desarrollaron métodos que son vertiginosos.

Método de levantamiento altimétrico con Estación Total

Se habla mucho de la forma adecuada de cómo utilizar la estación total y en esta ocasión se hablará de la medición de coordenadas tridimensionales, de la forma en como realiza estos cálculos la estación total sin ayuda, solo con la introducción correcta de los datos necesarios para que realice el trabajo.

Para hallar las coordenadas del prisma, la medición con prisma debe basarse en los valores de configuración de la estación del instrumento y de la estación de referencia, como se muestra en la *Imagen N°43*.

Los valores de las coordenadas del prisma se calculan con las siguientes fórmulas.

- Coordenada $N_1 = N_0 + S (\text{seno } Z) (\text{coseno } Az)$
- Coordenadas $E_1 = E_0 + S (\text{seno } Z) (\text{coseno } Az)$
- Coordenadas $Z_1 = Z_0 + S (\text{coseno } Z) + ih - fh$

En donde:

N_0 = Coordenadas N del punto de estación.

E_0 = Coordenadas E del punto de estación.

Z_0 = Coordenadas Z del punto de estación.

S = Distancia geométrica.

Z = Ángulo cenital.

Az = Ángulo de dirección.

ih = Altura del instrumento.

fh = Altura del prisma.

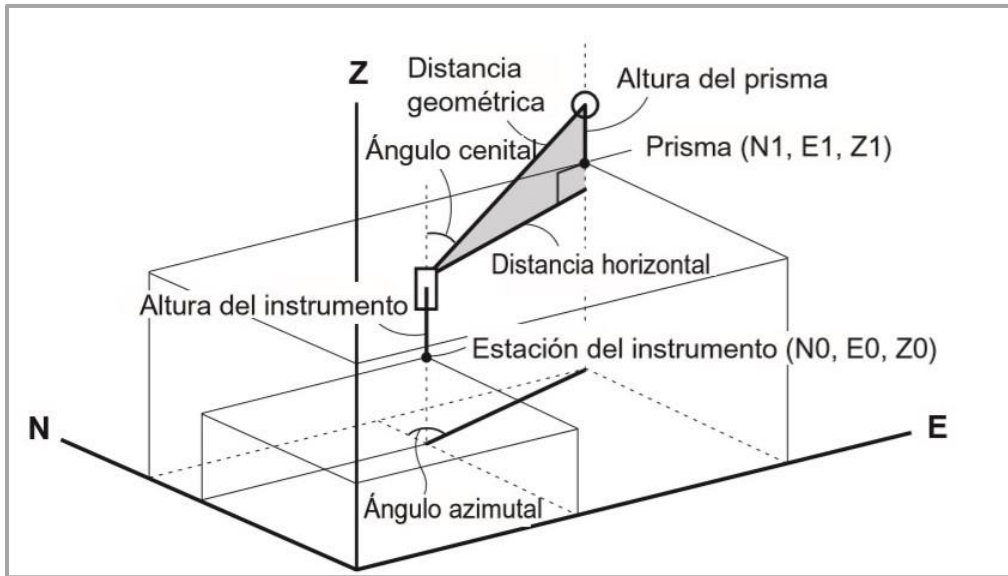


Imagen N°43. Fuente: Manual Sokkia

Una función de la Estación total que se utilizó para este trabajo fue la medición de distancias entre dos o más puntos MLM (Missing Line Measurement) en sus siglas en inglés, con esta función no es necesario coordenadas, medir la altura del prisma o la altura de la estación y nos podemos estacionar en cualquier lugar; los resultados que nos da la estación total es la distancia geométrica entre la posición inicial y el segundo prisma, la distancia horizontal y el desnivel.

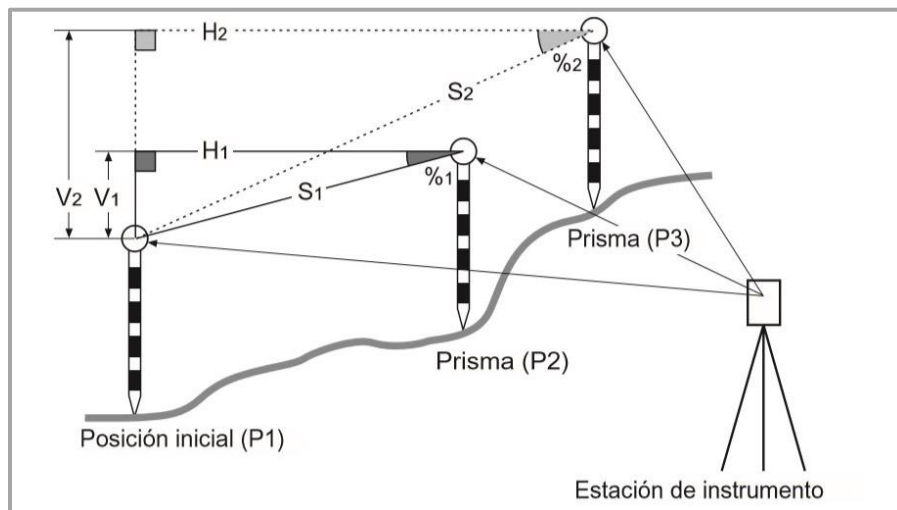


Imagen N°44. Fuente: Manual Sokkia

3.4.2. Exposición del levantamiento topográfico altimétrico

En cuanto al levantamiento de tipo altimétrico, lo primero que se realizó fue pasar el nivel correspondiente de acuerdo al BN ya establecido, tomándolo como punto de referencia para los puntos de apoyo como si fuera una nivelación trigonométrica, solo que nosotros no tenemos que hacer ningún cálculo, gracias al programa MLM que ya se explicó; colocándose en un lugar estratégico donde se pudieran visualizar todos nuestros puntos de apoyo o al menos la mayoría y nuestro BN, estos datos se anotan en la libreta de campo y se realizan unas sumas y restas necesarias según el valor arrojado por la estación hablando de los desniveles, y así se obtienen las cotas de nuestros puntos de apoyo primarios; estas cotas quedarán en nuestra libreta de campo así cuando se mida algún punto conocido de control sabremos la discrepancia hasta ese momento del levantamiento, así mismo; podremos saber si estamos en tolerancia, esto lo hacemos como una forma de comprobación.

En cuanto a los códigos que se utilizaron para el levantamiento topográfico altimétrico son los siguiente:

♣ T.N

♣ S.N

♣ B.N

♣ CARP.N.

Estos códigos siempre contienen una "N" que significa nivel.

Ahora hablando de los predios, la topografía del predio C era un terreno con poca pendiente y pocos cambios de nivel.



FotoN°8. Predio C, con vegetación seca moderadamente alta. Fuente: Elaboración propia.

Mientras que el predio D tenía algunos cambios de pendiente abruptos en colindancia con el fraccionamiento.



Foto N°9. Predio D, con poca vegetación. Fuente: Elaboración propia.

Cuando se mide dentro de los predios, como lo que interesa es la topografía del lugar el recorrido del levantamiento debe ser uniforme; anteriormente se marcaba una cuadrícula físicamente para poder posteriormente interpolar datos de terreno natural que faltaran con la finalidad de representar el terreno mediante curvas de nivel. Ahora lo que se trata de hacer es la misma cuadrícula lo más simétricamente posible, pero sin marcarla físicamente ya que con ayuda del software las curvas de nivel aparecerán solas; para medir puntos en forma de cuadrícula se suele guiar por lo que allá alrededor, en el caso del predio bardeado en los castillos de la pared con pintura se marcan para no confundirse.

Durante las mediciones altimétricas existían excepciones, cuando se encontraba terreno quebrado o existe un cambio de nivel drástico, los puntos medidos estarán más juntos representando el relieve ya que entre más información tenga el software mejor interpretación del terreno mostrará. En cuanto a las banquetas y bulevar se procura mantener la misma cuadrícula fuera de los predios, los puntos altimétricos con respecto a la carpeta son importantes ya que será en donde nuestras secciones de proyecto se ligen y el área de volúmenes se delimite.

Capítulo IV. Cálculo de Volúmenes

Todos los datos obtenidos en campo serán interpretados y plasmados en planos y reportes, el trabajo que se desarrolló a partir de este momento es en gabinete; se debe tener cuidado con la información obtenida para no confundirla o mezclarla, si es necesario anotar todos los datos para llevar un orden.

4.1. Datos obtenidos en campo

Durante el desarrollo del trabajo en campo la estación total guarda la información de cada uno de los puntos que son constituidos por el valor de las tres coordenadas x, y y z, para poder interpretarlos con el programa de dibujo asistido por computador se necesita extraer los datos; el equipo cuenta con un software de transferencia de datos que trabaja por medio de memoria USB, con este software no es necesario el uso de algún otro programa de transformación de datos ya que los datos recabados son transferidos en el formato que el programa acepta, en este caso txt.

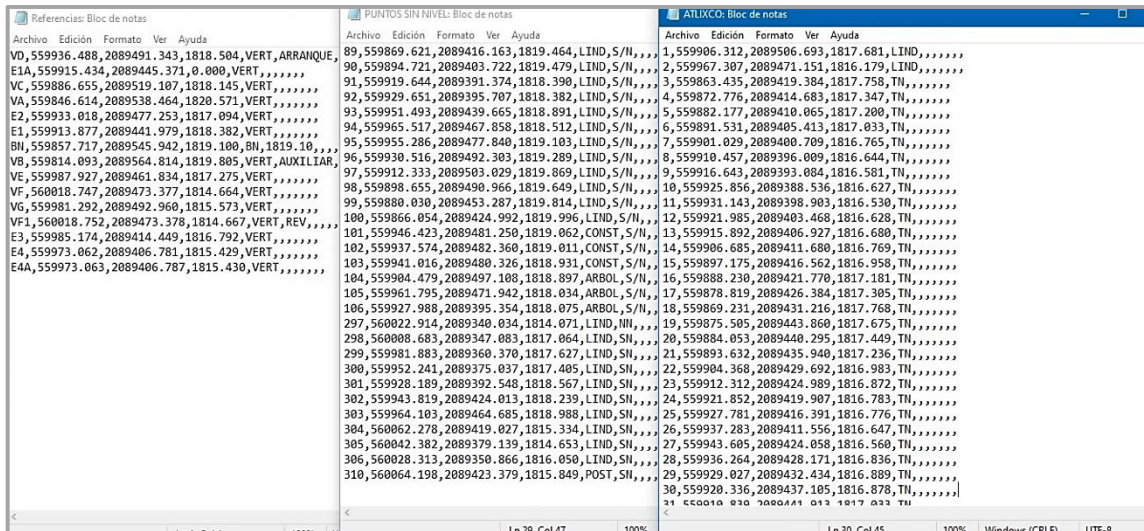


Imagen N°45. Bloc de notas con puntos guardados en el equipo. Fuente: Elaboración propia

En la Imagen N°45 se muestran tres bloc de notas, originalmente al descargar los datos sólo existía un bloc de notas, pero, existen puntos que en el transcurso del levantamiento se miden solo para la representación planimétrica del plano y no sirven para la representación altimétrica ya que la elevación de los puntos se

encuentra mal, así que antes de abrir ese bloc de notas en el programa de dibujo asistido por computadora, se clasifican los puntos formando un segundo bloc de notas y el tercero contiene sólo las referencias. Los puntos están ordenados por número de punto, coordenada x, coordenada y, coordenada z y por último descripción, en esta secuencia es como se seleccionará en nuestro software.

Cada equipo en su manual de usuario describe la forma correcta de cómo transferir información del equipo a un PC.

Ya en el programa de dibujo asistido por computadora se importa la información recabada en campo, mediante los siguientes comandos.

Menú CivilCAD → Puntos → Terreno → Importar

Aparecerá la *Imagen N°46*, se seleccionará el formato de cómo se requiere que se presenten los puntos en el ordenador y se activará la opción Anotar número de punto.

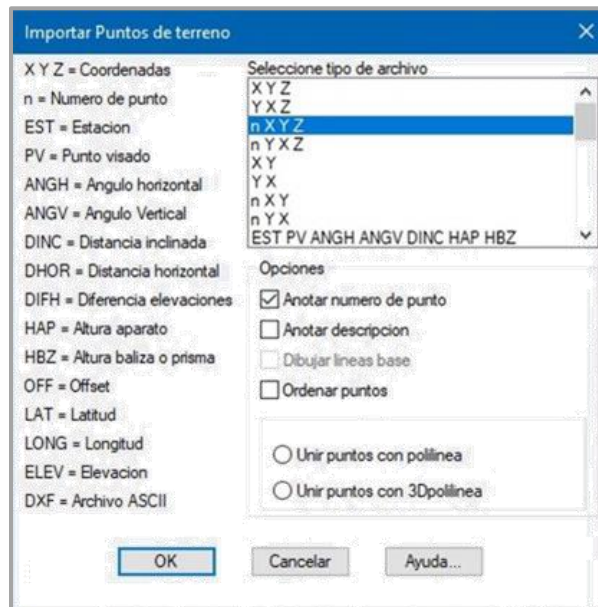


Imagen N°46. Fuente: Elaboración propia.

Ahora aparecerá una ventana en donde tenemos que buscar y selecciona el documento que contiene los puntos obtenidos en campo y se selecciona abrir, automáticamente los puntos medidos aparecerán en la pantalla representados con muchos puntos.

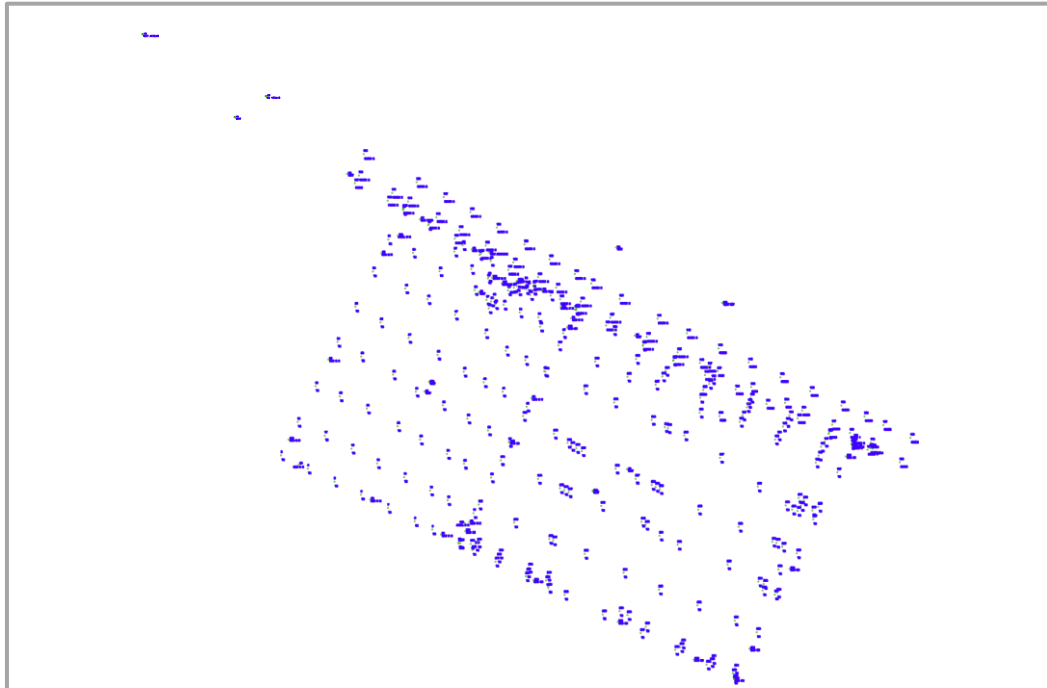


Imagen N°47. Puntos levantados en campo. Fuente: Elaboración propia.

Al tener los puntos medido en AutoCAD, se configuro las características de estos para mejor visualización, se cambió el tamaño de punto, tamaño del nombre de número de punto, tamaño de nombre de código y hasta se puede apreciar la cuadrícula de configuración del terreno.

Se dibujó los límites del predio y guarniciones; durante el proceso de dibujo se debe llevar orden con capas, ya que cuando el levantamiento esté empalmado con el plano de proyecto de tienda habrá demasiadas capas y se pueden confundir o hasta modificar cosas del proyecto original, por lo tanto, se personalizan las capas con nombres como, por ejemplo: TOPO-CONSTRUCCIÓN, TOPO- SECCIONES, TOPO-GUARNICIÓN o algún otro nombre que se reconozca y no esté en las capas de proyecto de tienda.

Los puntos que se midieron con tarjeta o que no se encuentren medidos para la representación del terreno natural, como ejemplo los puntos de paramento se deben de colocar en una capa diferente para ser identificados rápidamente y cuando el software procese la información para niveles no tome en cuenta estos puntos y no arroje información equivocada del terreno natural.

Al tener el polígono dibujado lo que se necesita es acoplar el levantamiento que se realizó recientemente con el plano de proyecto de tienda.

Lo primero que se realizará es copiar del plano de apoyo en donde se encuentra el conjunto de levantamientos previos, la línea de apoyo y los puntos de apoyo que se recuperaron en campo y que se volvieron a medir Aux 1, Aux 2 y BN; así mismo se copiara la línea de guarnición y polígono D; esta información se colocará en el plano de proyecto de tienda que es el plano en el que se trabajara.

Se utilizó como línea de apoyo para ensamblar el levantamiento de apoyo en el plano de tienda y después girarlo la línea del polígono D colindante al fraccionamiento, se revisó que todas las líneas del plano de apoyo coincidieran con las del proyecto de tienda, polígono D y guarniciones; es recomendable antes de pasar el levantamiento de apoyo conformar un bloque para que todos sus elementos se muevan simultáneamente.

Ahora en el plano del proyecto para cálculo de volúmenes se formó un bloque para ensamblarlo al plano de proyecto de tienda, la línea de apoyo será la que se conforma del punto Aux.1 y Aux.2 en el plano de levantamiento se renombraron como A y B respectivamente.

En la *Imagen N°48* se puede observar el conjunto de puntos medidos dentro de nuestro polígono de proyecto, estos puntos se pueden identificar como manchas amarillas y a un lado la línea auxiliar, de color azul cian se tiene la descripción de los puntos del levantamiento de apoyo y de color amarillo los puntos del levantamiento para el cálculo de volúmenes.

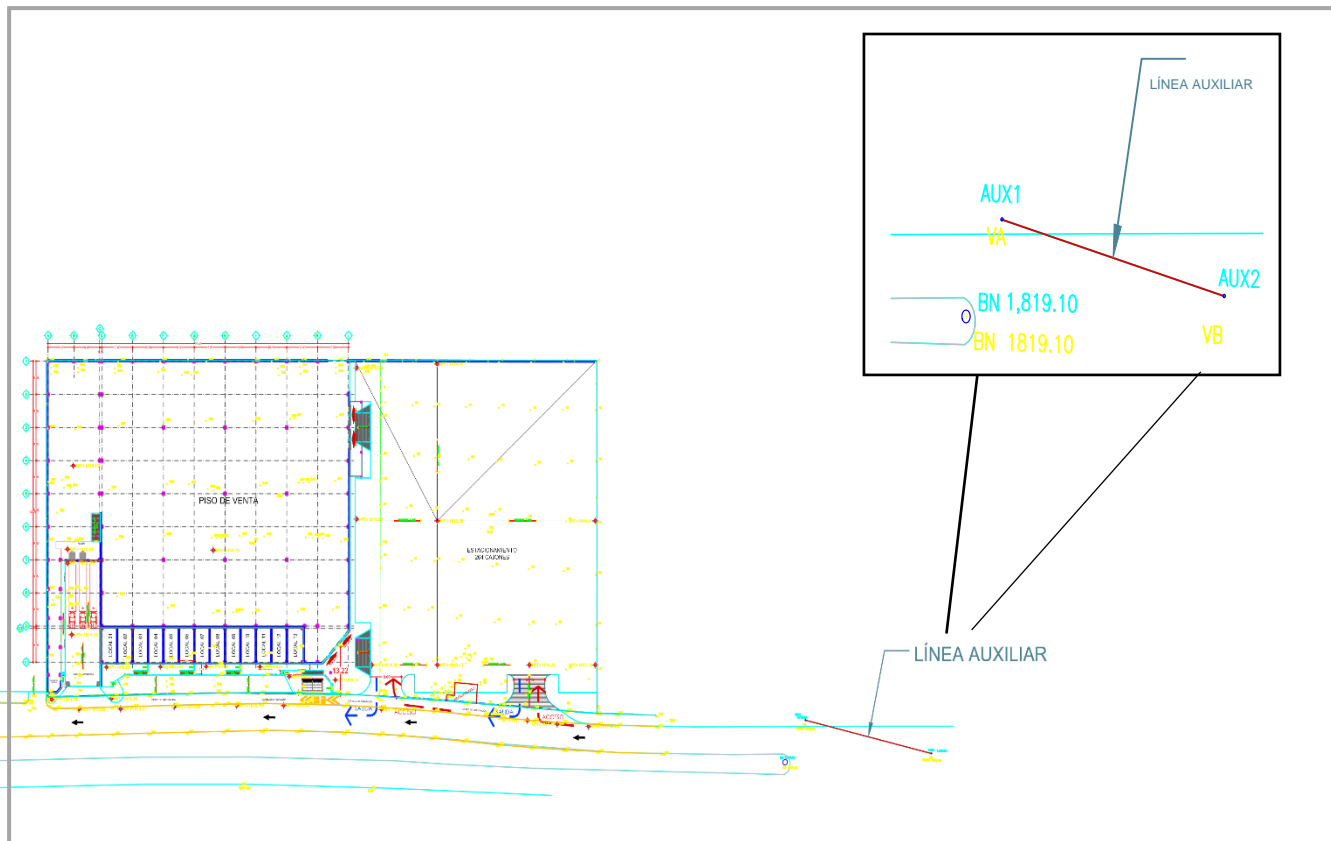


Imagen N°48. Fuente: Elaboración propia.

Al obtener el proyecto de tienda ya con la información del levantamiento para el cálculo de volúmenes, se ara la representación del terreno natural por medio de la triangulación del terreno; la triangulación de terreno es la base para poder calcular por interpolación datos como curvas de nivel, que servirán para representar la forma del terreno natural.

Menú CivilCAD→ Altimetría→ Triangulación→ Terreno

Se especificará puntos (P), a continuación, se seleccionan todos los puntos del levantamiento, al dar enter pedirá una distancia máxima, esta distancia es con referencia a que tan grandes se requieren los triángulos, se coloca el valor de 500 y en ángulo mínimo se dejará el valor predeterminado. Se obtendrá algunos triángulos fuera del polígono, estos se borran y se quedan los correspondientes a el predio, obteniendo el siguiente resultado.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

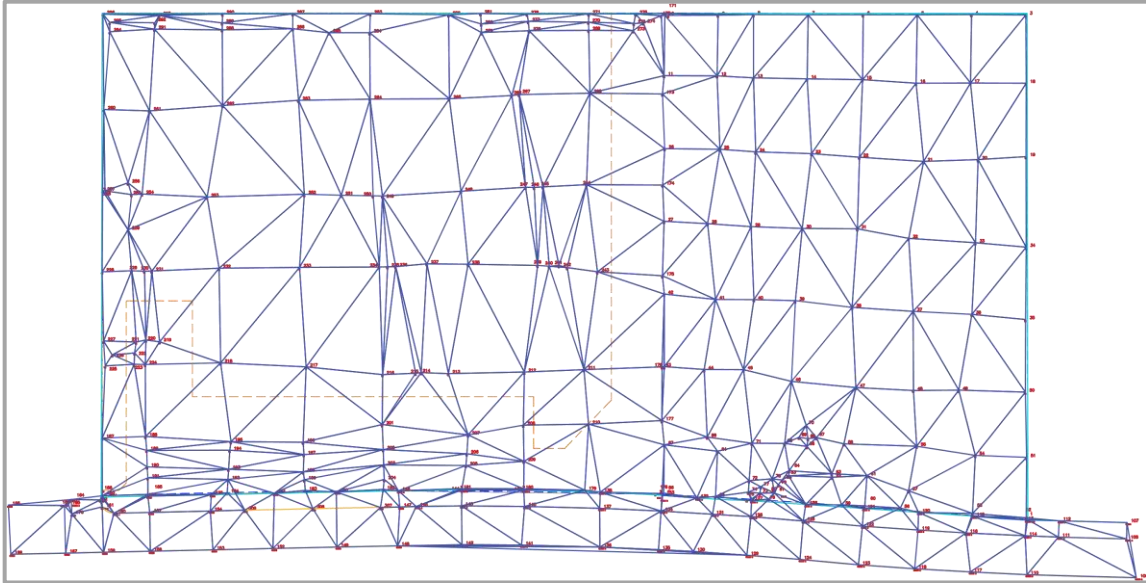


Imagen N°49. Triangulación del terreno. Fuente: Elaboración propia

Para poder visualizar las curvas de nivel se sigue la siguiente rutina.

CivilCAD → Altimetría → Curvas de nivel → Terreno

A continuación, aparecerá la siguiente caja de diálogo y se especificarán los datos de las curvas.

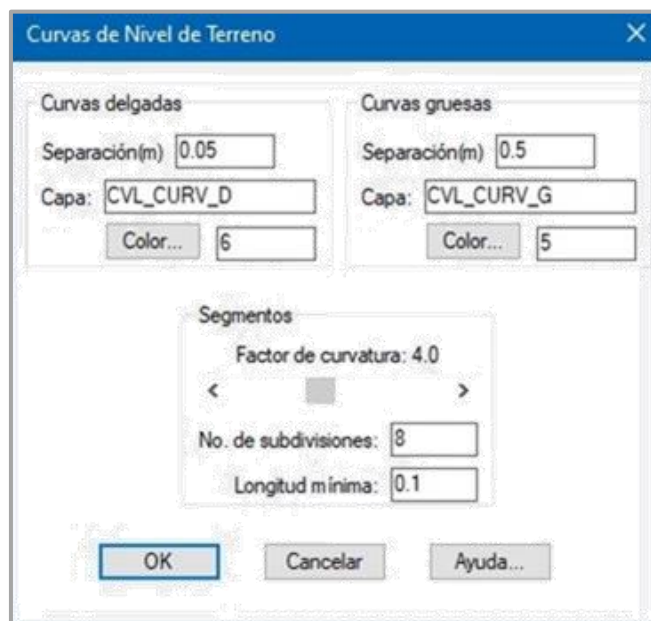


Imagen N°50. Fuente: Elaboración propia.

Las curvas maestras están representadas en color azul a cada medio metro y las curvas secundarias están representadas en color magenta a cada 5 centímetros ya que el terreno no es tan accidentado, el factor de curvatura depende de que tan rectas o curvas quieran ver las líneas de las curvas de nivel, después de introducir estos datos se selecciona Ok; el programa nos pedirá seleccionar la triangulación que se realizó en el paso anterior, al dar enter aparecer las curvas de nivel en los colores seleccionados, se revisarán para detectar cualquier anomalía en ellas y poder corregirlas, después de esta parte se procederá a etiquetarlas.

Menú CivilCAD→ Altimetría→ Curvas de nivel→ Anotar.

El programa nos pedirá la altura del texto (tamaño de fuente) y en qué unidades se requiere, este caso será en metros y la altura de texto ya determinada; El número de decimales que casi siempre se manejan son dos y si se quiere etiquetar también las curvas delgadas, en este caso no se etiquetaron ya que las curvas delgadas están a cada 5 centímetros; por último nos pide el primer punto y para esto solo basta con atravesar la curvas que se quiera etiquetar y aparecerán las etiquetas sobre esta.

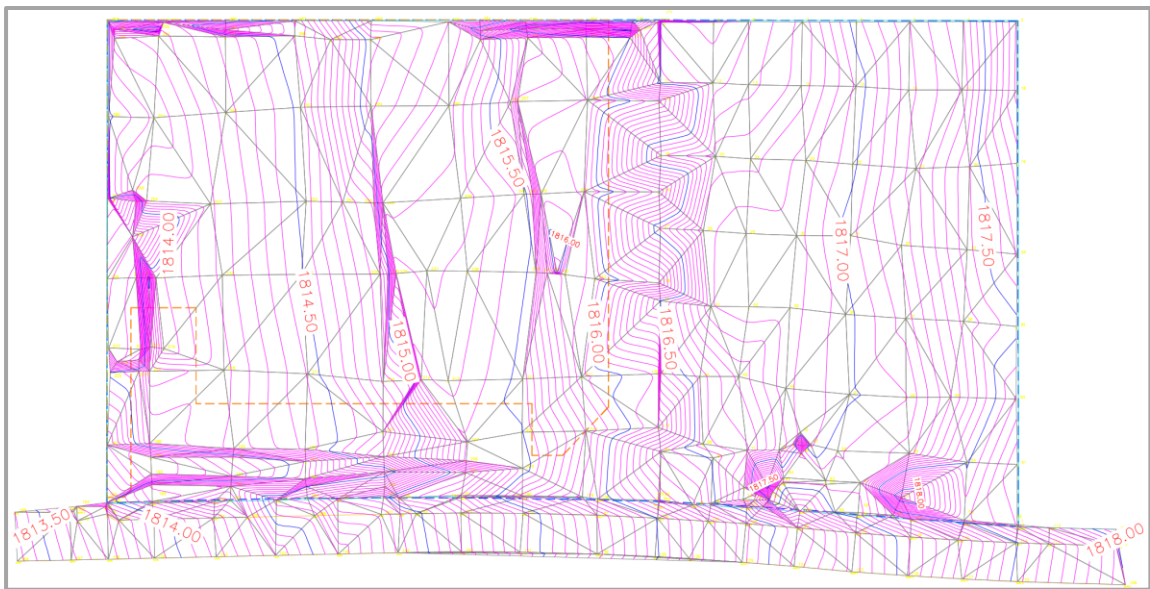


Imagen N°51. Curvas de nivel de predio, después del proceso de triangulación. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Secciones de terreno natural y proyecto

Antes de procesar la información para dibujar las secciones, se tiene que tomar en cuenta un elemento importante para el dibujo y cálculo de volúmenes, este es, el estudio de mecánica de suelos.

El estudio de mecánica de suelos también conocido como Estudio Geotécnico se refiere a lo siguiente:

“El estudio geotécnico se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación” Rodríguez Ortiz y otros, (1984).

Este estudio contiene información de la estructura que tendrán las terracerías, estas están divididas en tres áreas: piso de venta, zona de maniobras (anden de descarga) y estacionamiento.

De acuerdo con los resultados del estudio, características del proyecto y del sitio, la conformación del sitio deberá incluir el retiro de capa de suelos residuales en un espesor mínimo de 40 cm (Despalme). Bajo estas condiciones se escarificará y recompactará la superficie en un espesor mínimo de 30 cm (Subrasante). La siguiente imagen es un segmento del estudio de mecánica de suelo mostrando la conformación del suelo de proyecto.

IV.9 Pavimentos

Como superficie de rodamiento en la zona de maniobras, estacionamientos y firme en el piso de venta, se propone la construcción de un pavimento rígido.

La estructura de pavimento se formará mediante el colado de losas de concreto sobre una capa de sub-base constituida sobre las terracerías.

El espesor de las capas para cada área se indica a continuación, adicionalmente, en la figura 14 se muestra la sección estructural de cada solución.

Área	Espesor (cm)	
	Losas de concreto	Sub-base
Zona de maniobras	20	20
Estacionamiento	12	15
Firme en piso de venta	14	15

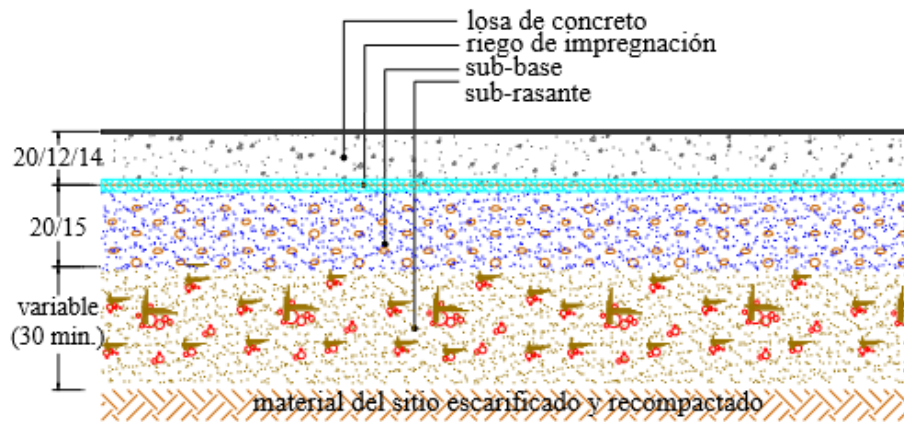


Imagen N°52. Estructura de secciones de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la estructura de las secciones de proyecto podemos recopilar la información en la siguiente tabla.

	PISO DE VENTA	ESTACIONAMIENTO	PATIO DE MANIOBRAS
DESPALME	0.40 m	0.40m	0.40m
LOSA DE CONCRETO	0.14m	0.12m	0.20m
SUB-BASE	0.15m	0.15m	0.20m
SUBRASANTE	0.30m	0.30m	0.30m

Tabla N°2.

Para facilitar el manejo de información se dividió en tres el cálculo de volúmenes, la primera parte piso de venta con locales comerciales, la segunda estacionamiento y por último patio de maniobras, para esto, se trabajó con tres ejes de proyecto distintos.

Una vez obtenido el dibujo con triangulación y curvas de nivel, se dibujó una polilínea que atraviesa el piso de venta, este es el primer eje de proyecto (EJE A), tendrá estaciones a intervalos de 5 metros, con 55.00 metros a la derecha y 43 metros a la izquierda, estos valores se obtuvieron tomando como referencia la polilínea del eje, midiendo a la izquierda de ella y a la derecha con referencia al extremo de la línea que se tomará como inicio del cadenamiento; el programa muestra el inicio del cadenamiento con una cruz.

Menú CivilCAD→ Altimetría→ Eje de proyecto→ Marcar Estaciones

A continuación, se selecciona el eje de proyecto y aparecerá sobre este la cruz que indica el inicio del cadenamiento, por lo tanto, nuestra distancia a la derecha será hacia los locales.



Imagen N°53. Eje A, piso de venta. Fuente: Elaboración propia.

La nomenclatura de estación inicial será 0+000, longitud derecha 55 metros y a la izquierda 43 metros; marcaremos en el programa que se requiere a intervalos (I) y la separación de las estaciones como se acordó cada 5 metros; se indica intervalos por estación (E) aceptando la estación inicial y final que muestra.

Se colocarán dos cadenamientos más estratégicamente en los límites del andén de descarga, antes de terminar la secuencia interior con T, se escribe Puntos (P), y se selecciona el punto en el eje, en el inicio y fin del patio de maniobras y después se escribe Terminar (T), para concluir la secuencia de órdenes y obteniendo el siguiente resultado.

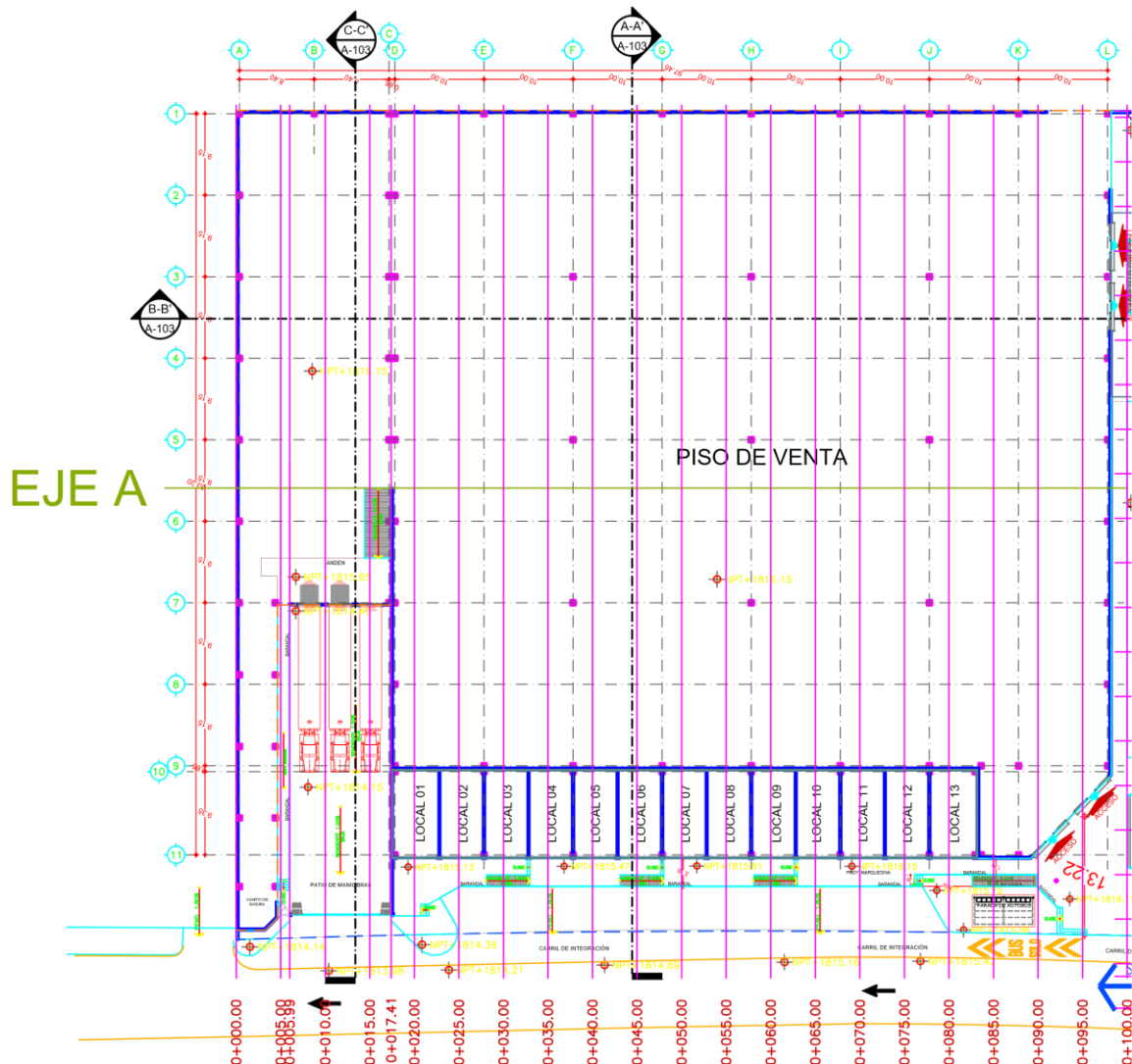


Imagen N°54. Cadenamiento eje A. Fuente: Elaboración propia.

Para poder procesar el eje de proyecto este debe tener la información de la rasante, esto se logró obteniendo el perfil del terreno natural y posteriormente el de proyecto.

Menú CivilCAD → Altimetría → Perfiles → Terreno → Dibujar

Se selecciona el eje de proyecto y se especifica una escala vertical y horizontal, siempre exagerando la horizontal para una mejor visualización de los cambios de nivel, se coloca el resultado en alguna parte del plano en donde no existan objetos dibujados. A continuación, se dibujará el perfil del proyecto.

Menú CivilCAD→ Altimetría→ Perfiles→ Proyecto→ Dibujar

Se selecciona el perfil del terreno natural, aparecerá una cruz en el inicio del perfil con el cadenamiento del eje, se especifica la elevación de rasante (piso de venta 1816.15 metros) y como la elevación es constante solo se dará enter y a continuación aparecerá la misma cruz anterior, pero al final del perfil de terreno natural, se vuelve a introducir la elevación de rasante.

Este es el resultado de los perfiles de terreno natural y el de proyecto.

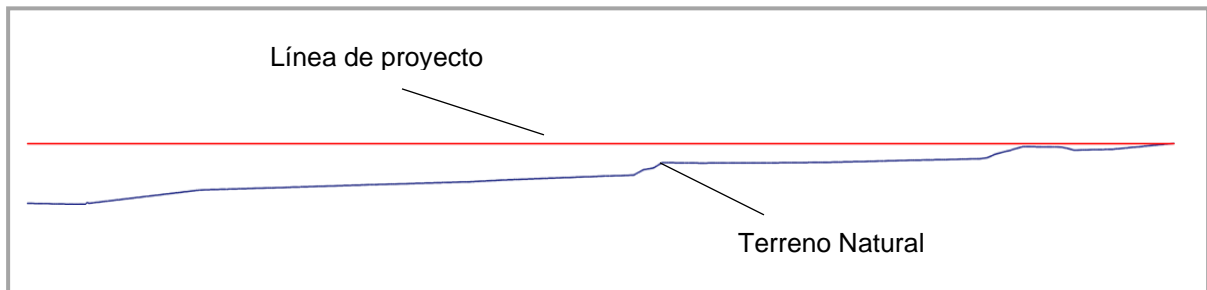


Imagen N°55. Perfil de terreno natural y de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Para poder dibujar las secciones de proyecto tal y como nos lo indica el plano, fue necesario sacar distancias entre espacios donde existen cambios de nivel o rampas, el plano de proyecto marca estos cambios de nivel con pendientes o cotas.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

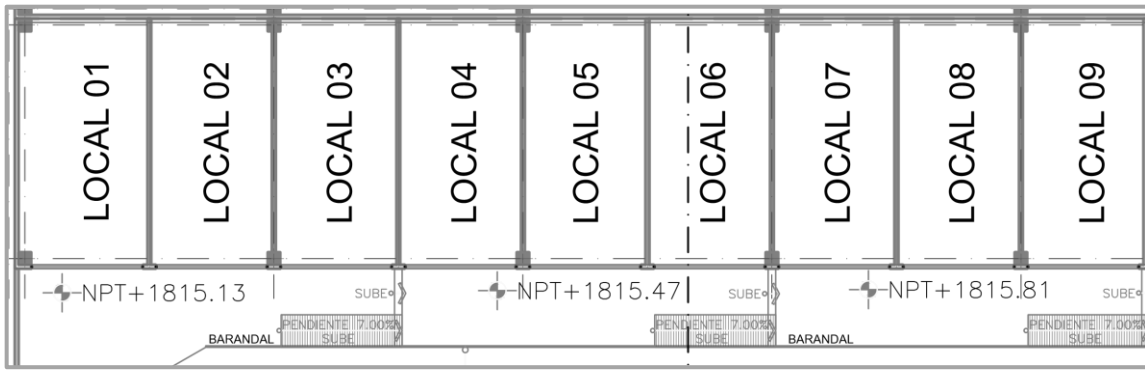


Imagen N°56. Cotas de cambios de nivel. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Imagen N°57 las secciones a la izquierda fueron iguales en distancia (42.38 metros) y nivel (1816.15 metros), esto facilitara mucho el trabajo de dibujo, en cambio a la derecha del eje existen distintos desniveles y las distancias varían en cada sección.

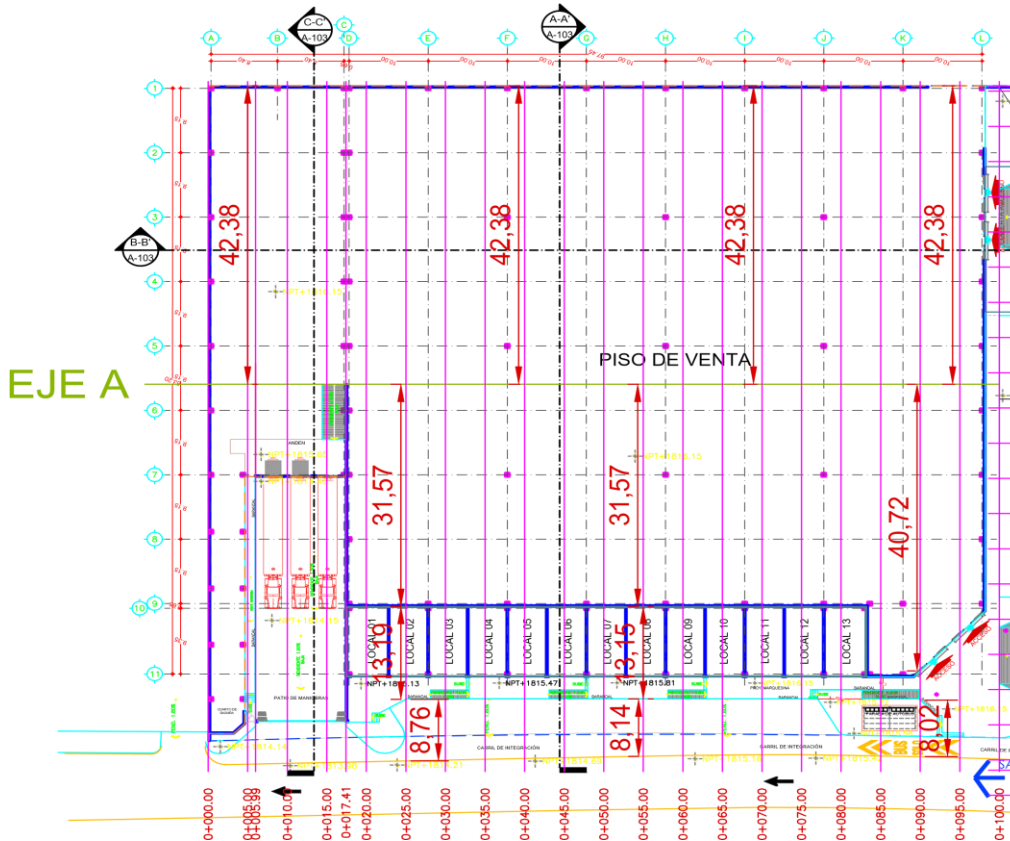


Imagen N°57. Muestra de algunas distancias para las secciones de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

Como se menciona en capítulos anteriores, tomar el nivel de carpeta es muy importante ya que todas las secciones de proyecto deben terminar ahí, y con el correcto nivel, si algún punto no fue medido exactamente en donde pasa la línea de sección, lo que se realizó fue interpolar la elevación con los puntos colindantes medidos. Procesado el eje a continuación se dibujarán las secciones con ayuda de la siguiente rutina.

Menú CivilCAD→ Altimetría→ Secciones→ Volúmenes→ Procesar eje...

La sección que se muestra como ejemplo es la del cadenamiento 0+050.00

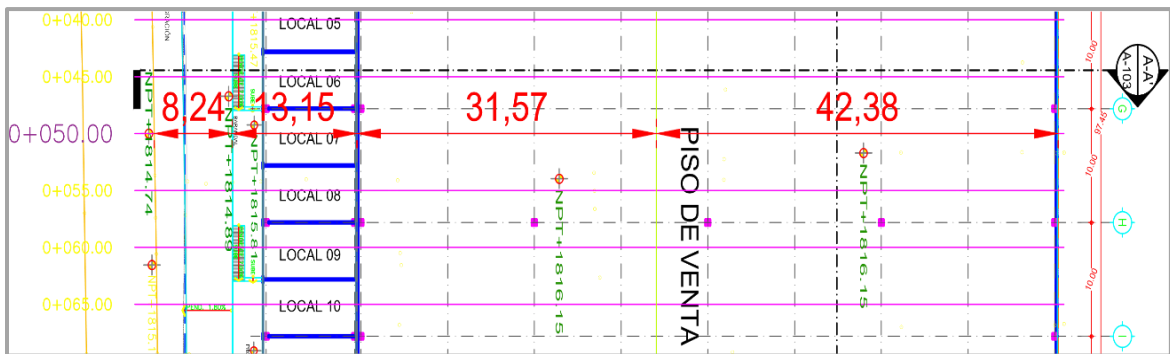


Imagen N°58. Sección de ejemplo. Fuente: Elaboración propia.

Después de procesar el eje aparecerá la siguiente caja de diálogo.



Imagen N°59. Fuente: Elaboración propia.

En la opción estación se selecciona el cadenamiento en este caso para el ejemplo 0+050.00 y después se selecciona Definir, aparecerá la siguiente caja de diálogo.

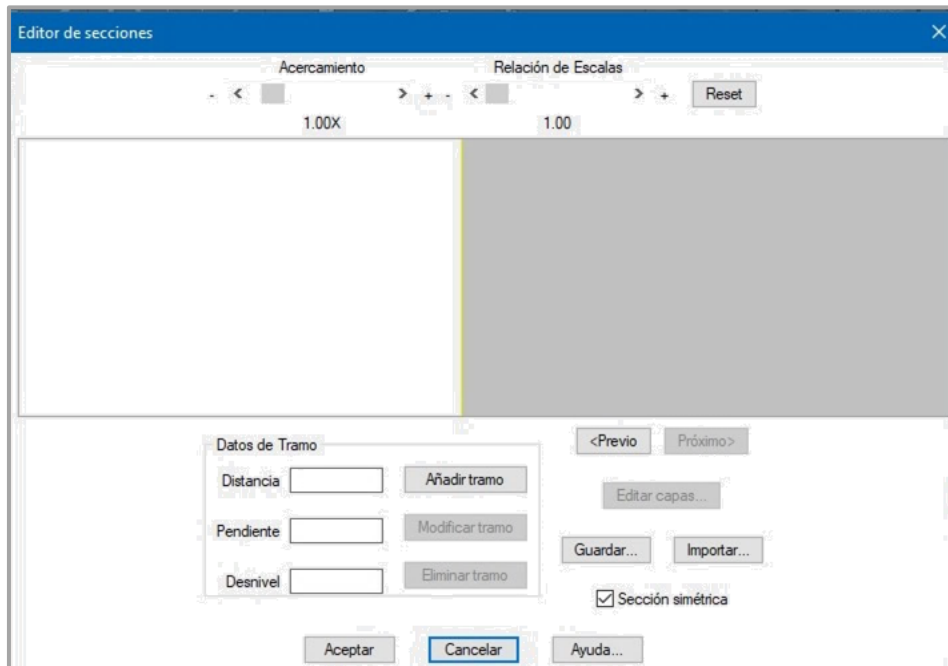


Imagen N°60. Fuente: Elaboración propia.

La parte derecha de la ventana que se muestra en la caja de diálogo se puede notar que es de un color más oscuro y es la parte en la que se inició el dibujo de sección, pero antes se desmarca la opción de Sección simétrica ya que las secciones no lo son.

Hay que remarcar el hecho de que la sección a la derecha es hacia donde están los locales comerciales en la *Imagen N°58* se puede observar que a la derecha del eje A se tiene la primera distancia de 31.57 metros con una elevación de 1816.15, lo que significa que se introducirá el valor de 31.57 metros en la opción Distancia y en la opción pendiente se pondrá el valor de cero ya que durante 31.57 metros no existe una pendiente ni desnivel, al colocar cero en pendiente automáticamente aparecerá cero en desnivel y se seleccionara Añadir tramo, se tiene el siguiente resultado.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

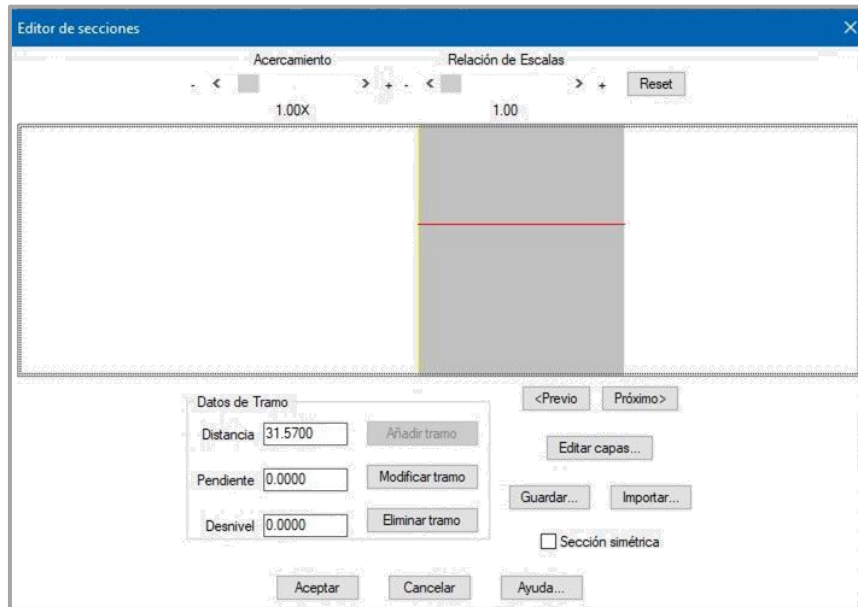


Imagen N°61. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente tramo de 13.15 metros en donde la elevación es de 1815.81 existe un desnivel de -0.34 metros con respecto al anterior que era de 1816.15, por lo tanto, el siguiente tramo tendrá la siguiente información: en distancia se pone el valor de cero, en automático en la opción pendiente aparecerá VERT, ahora en Desnivel se pone el valor de -0.34, no debemos olvidar el signo, seleccionaremos Añadir tramo y como resultado la sección se verá de la siguiente forma.

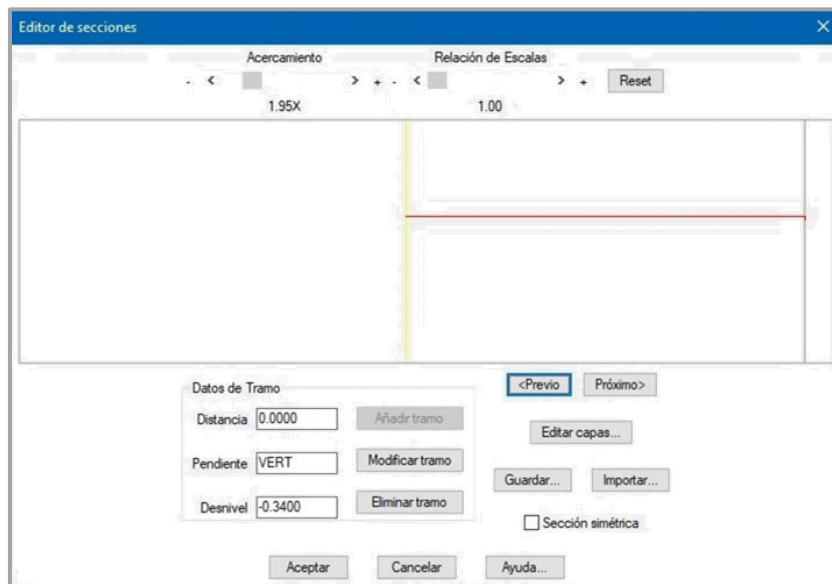


Imagen N°62. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

Ahora el tramo que sigue de 13.15 metros que corresponde a el nivel que se acaba de obtener 1815.81, los datos del siguiente tramo serán: distancia 13.15, pendiente cero y por lo tanto desnivel cero, se añade tramo.

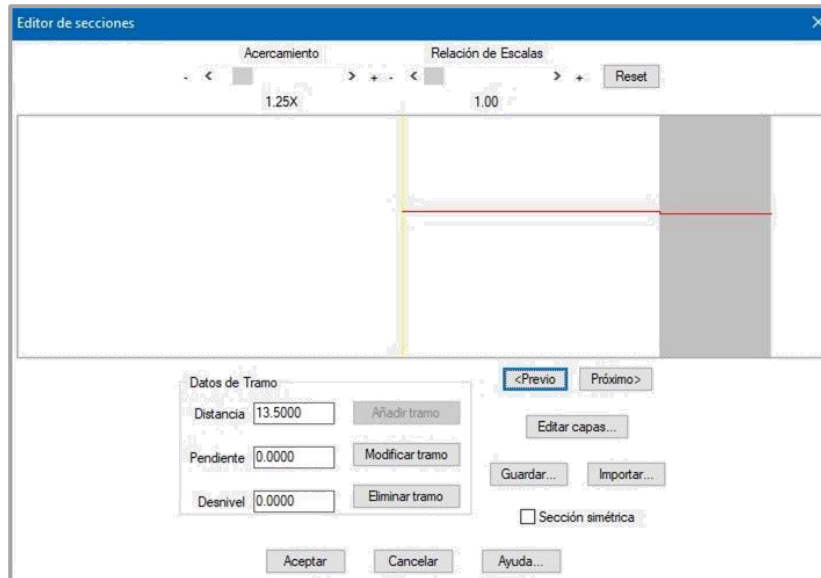


Imagen N°63. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente tramo se tiene un desnivel con respecto al anterior de -0.92 metros, los datos del tramo serán: distancia 0, pendiente VERT, este valor lo pone el programa y por último Desnivel -0.92, se añadirá tramo.

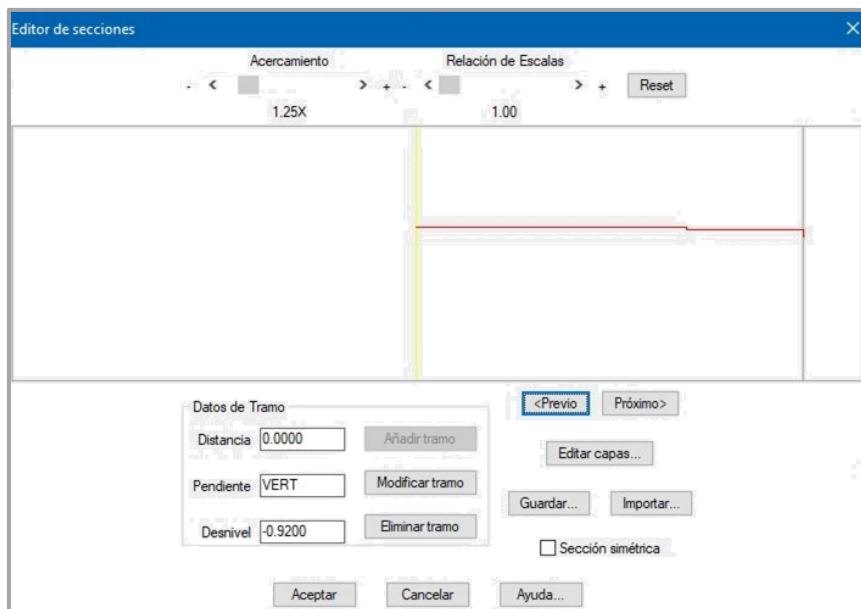


Imagen N°64. Fuente: Elaboración propia.

En el último tramo de la sección a la derecha de eje se termina con la cota que llega a la carpeta ya existente, por lo que se tendrá los siguientes datos de tramo: Distancia 8.24, desnivel -0.15 y la pendiente el programa la calcula automáticamente, en caso de que tengamos el valor de la pendiente y no el desnivel, este valor se debe especificar correctamente, por ejemplo, para especificar una pendiente del 2% se debe escribir 2 o 2.0 ya que el programa divide la cantidad entre 100 para convertir el porcentaje en decimales. Se añadirá el tramo.

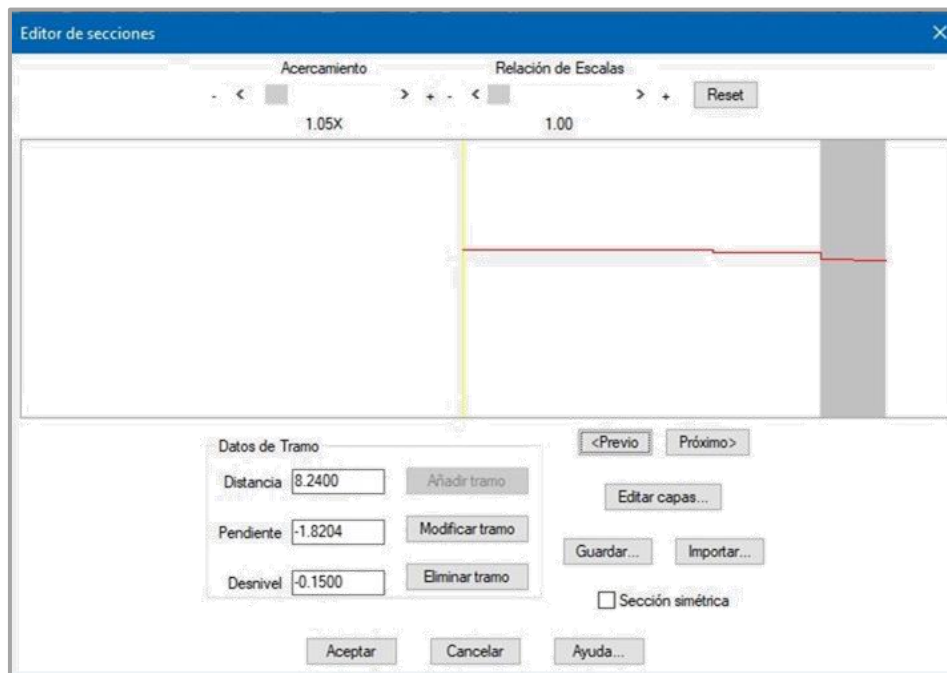


Imagen N°65. Fuente: Elaboración propia.

Para dibujar el tramo del lado izquierdo se da clic en ese lado y como este tramo es constante en todos los cadenamientos de 42.38 metros con un solo nivel 1816.15 será más fácil dibujarlo, los datos del tramo serán: Distancia 42.38, Pendiente cero y desnivel cero. La sección terminada será la siguiente:

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

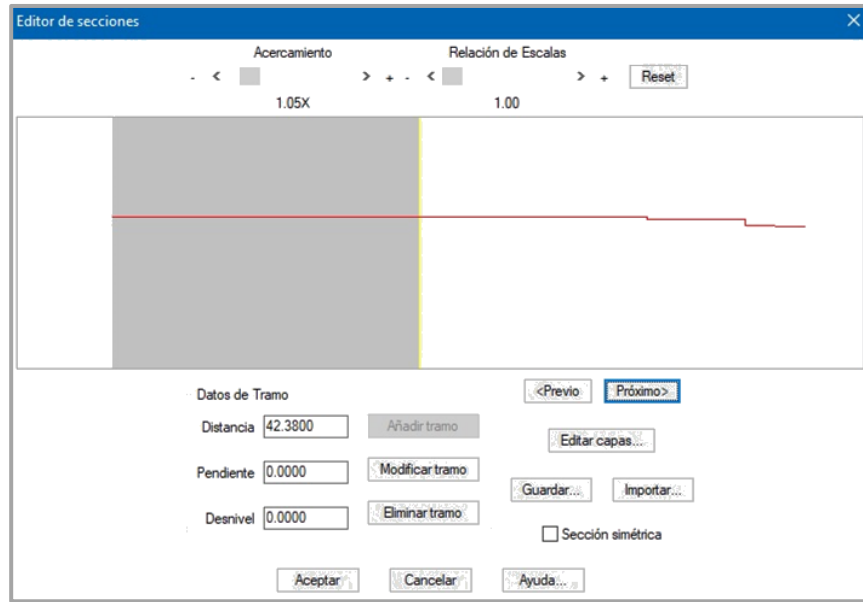


Imagen N°66. Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida en el estudio de mecánica de suelos se dibujan las capas de cada sección; Se selecciona la opción Editar capas que se encuentra en la caja de diálogo en donde fueron dibujadas las secciones y aparecerá lo siguiente:

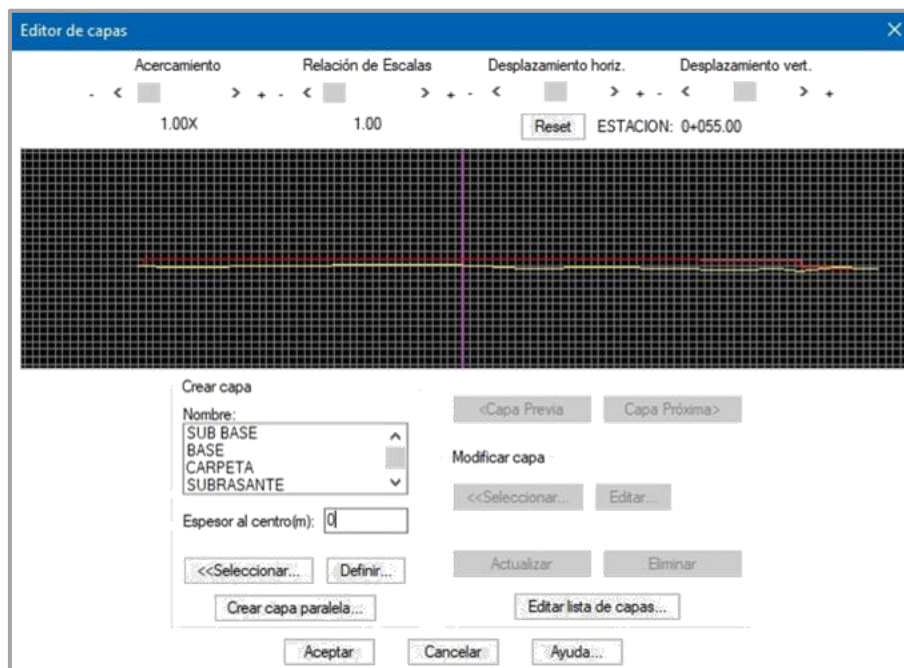


Imagen N°67. Fuente: Elaboración propia.

En esta caja de diálogo se selecciona Editar lista de capas, a continuación, aparecerá otra caja de diálogo en la que se puede ver distintos nombres de capas y si se necesita alguno que no tenga la lista se puede agregar poniendo el nombre, la clave y dar clic en agregar. Para que las capas sean paralelas debajo de la línea de proyecto, se debe marcar la opción colocar debajo de subrasante, "incluir en cálculo de volúmenes" es una de las opciones que dará los resultados al final de procesar el eje en hojas de Excel, la opción aplicar sobreelevación en curva no se marca ya que el proyecto no es sobre carreteras por lo tanto no hay sobreelevación en curvas y la opción extender extremos hasta sección se marca para cerrar las áreas de capas en el dibujo de secciones como se muestra en la *Imagen N°68*; se da aceptar y se regresa a la caja de diálogo anterior.

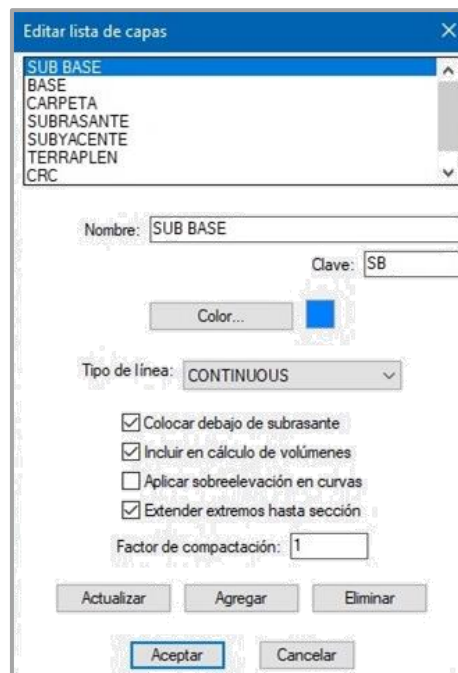


Imagen N°68. Fuente: Elaboración propia.

Para dibujar las capas se debe llevar un orden, si la primera capa es carpeta esta es la que se debe dibujar primero ya que el programa irá desfasando paralelamente del nivel de la rasante hacia abajo y después de la línea de la primera capa hacia abajo y así sucesivamente. En este caso primero se dibujó la capa losa, seleccionaremos la capa en opciones y abajo se escribe el espesor al centro, como se trata de piso de venta, según la tabla el espesor es de 0.14

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

metros y se selecciona la opción crear capa paralela apareciendo la siguiente caja de diálogo

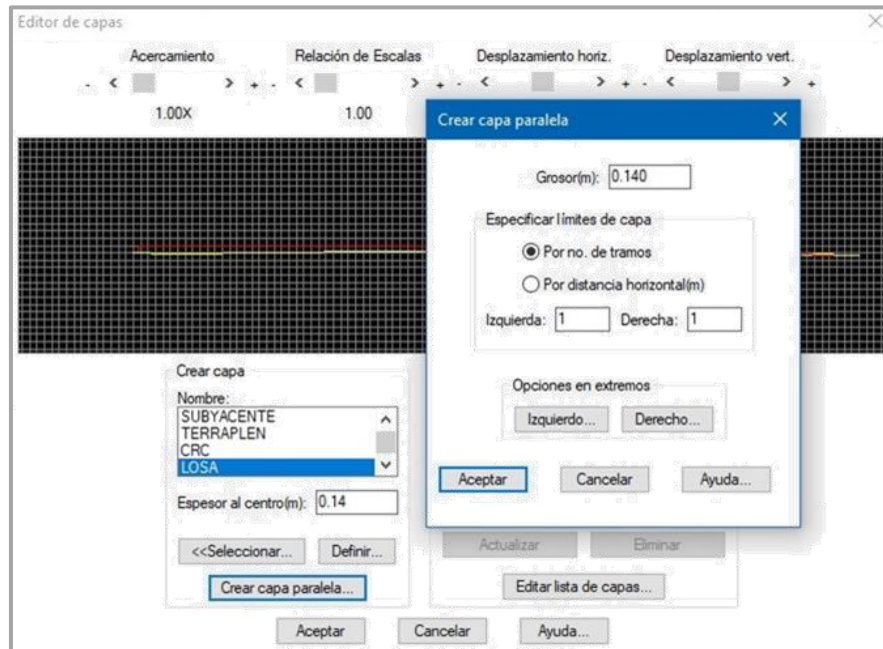


Imagen N°69. Fuente: Elaboración propia.

Al especificar límites de capa, se selecciona la opción por distancia horizontal; estas distancias se obtienen de la información previamente sacada de cada sección, en este caso el cadenamiento 0+050.00, en donde la distancia a la izquierda del eje es de 42.38 metros y a la derecha 52.96 metros. En las opciones en extremos izquierda y derecha al dar clic en izquierdo, aparecerá lo siguiente:

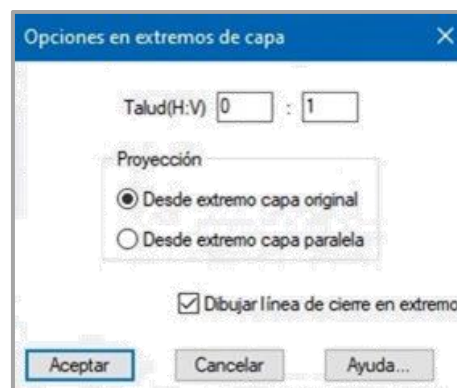


Imagen N°70. Fuente: Elaboración propia.

Como lo que se va a calcular son volúmenes de plataformas, una plataforma no tiene un talud así que, en esta opción se coloca cero (0) en H y uno (1) en V solo para que dibuje la línea de cierre en las capas, en las opciones de proyección se selecciona la opción desde extremos capa original y se marca la opción dibujar línea de cierre en extremo, se selecciona aceptar y lo mismo se repetirá en la opción en extremos derecha.

Se observa que la línea de losa se dibujó automáticamente en la sección, así se continúa con la siguiente capa Sub-base con un espesor de 0.15 metros siguiendo los mismos pasos anteriores.

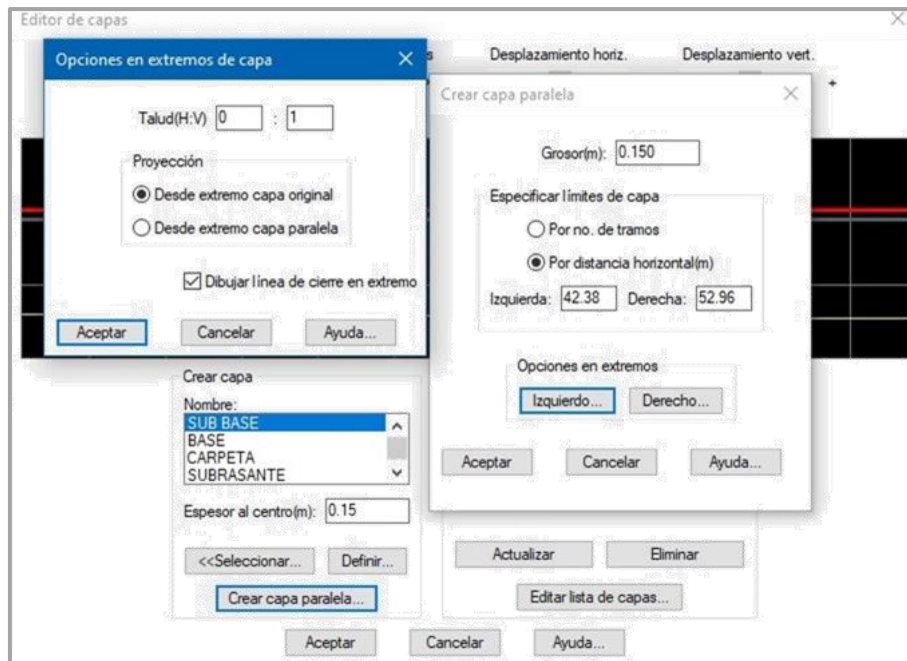


Imagen N°71. Fuente: Elaboración propia.

Por último, la capa de subrasante con espesor de 0.30 metros.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

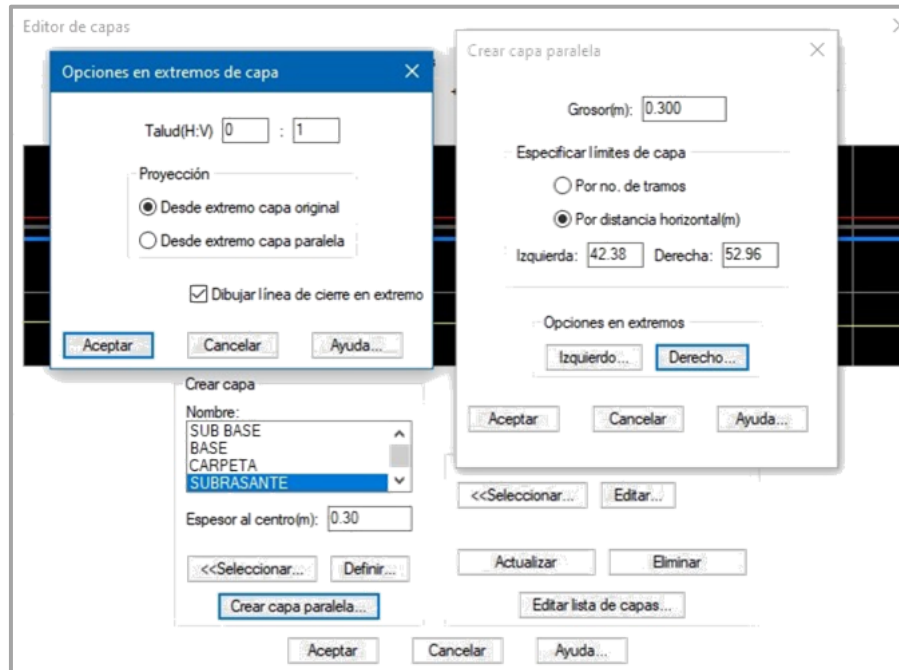


Imagen N°72. Fuente: Elaboración propia

Esta secuencia se realiza en cada sección del cadenamamiento y el resultado de las capas será el siguiente:

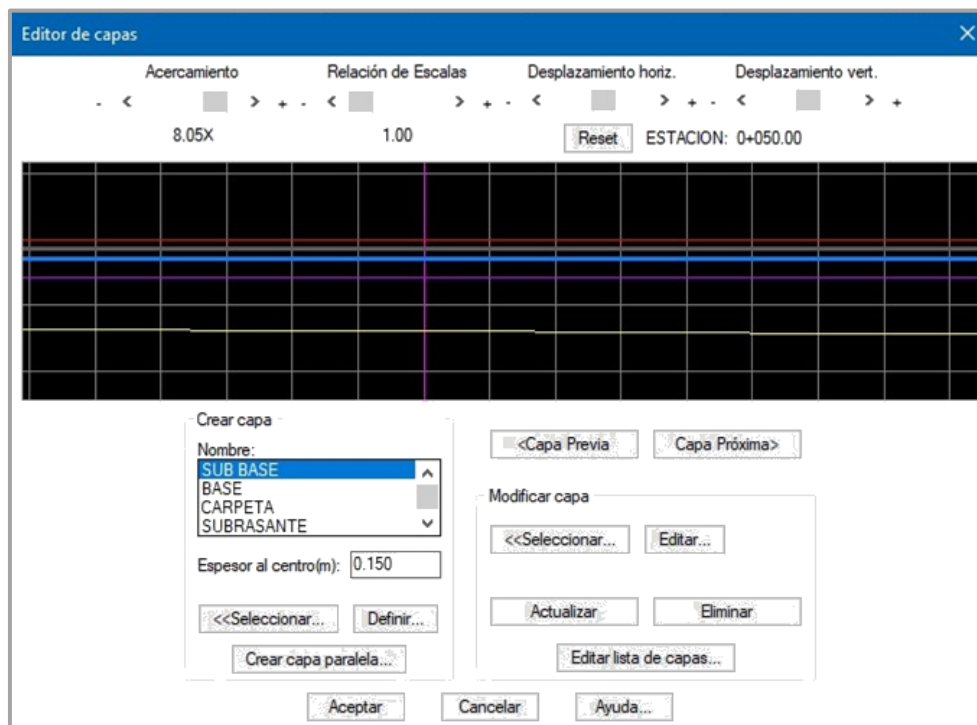


Imagen N°73. Fuente: Elaboración propia.

La *Imagen N°73* muestra la línea de color rojo que es la representación de la sección de proyecto, la línea en color gris es la capa de la losa, la línea en color azul es la capa de la Sub-base y por último la línea en color morado es la capa de la subrasante.

Una vez teniendo todas las secciones con todas las capas en la caja de diálogo secciones y volúmenes se da clic en Datos se sección y en la siguiente caja de diálogo se coloca el valor de despalme en corte y en terraplén con valor de 0.40 metros como se muestra en *la Imagen N°74*. En la parte que dice talud se da clic en Indicar relación H:V en donde aparecerá la caja de diálogo que muestra la *Imagen N°75*, en todas las opciones del valor H se pondrá cero (0) para no generar talud en las secciones y en V se pone uno (1), se selecciona aceptar y en la caja de diálogo de Datos de sección, se selecciona aplicar datos y aceptar.

Imagen N°74. Fuente: Elaboración propia

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

Talud

Derecho

CORTE (H:V) 0 : 1

TERRAPLEN (H:V) 0 : 1

Izquierdo

CORTE (H:V) 0 : 1

TERRAPLEN (H:V) 0 : 1

Talud simétrico

Aceptar Cancelar

Imagen N°75. Fuente: Elaboración propia.

Regresando a la caja de diálogo Secciones y Volúmenes ahora se entra a la parte de Datos de proyecto, en ella se llenarán los campos con la información del proyecto, estos datos saldrán en el archivo de cálculo en Excel.

Datos de proyecto

Obra: Atlixco_Piso_de_Venta

Nombre de eje: Eje A

Autor: Sandra Guevara

Ordenada inicial curva masa: 10000

Volumen inicial de corte: 0

Volumen inicial de terraplén: 0

Factor de abundamiento en corte: 1

Factor de abundamiento en terraplén: 1.0

Aceptar Cancelar Ayuda...

Imagen N°76. Fuente: Elaboración propia.

Como último paso en la caja de diálogo Secciones y Volúmenes que es la principal se entra a la parte de Opciones, en la siguiente caja de diálogo se

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

selecciona las opciones que reforzarán los resultados del trabajo, en este caso son las que se muestra en la siguiente imagen.

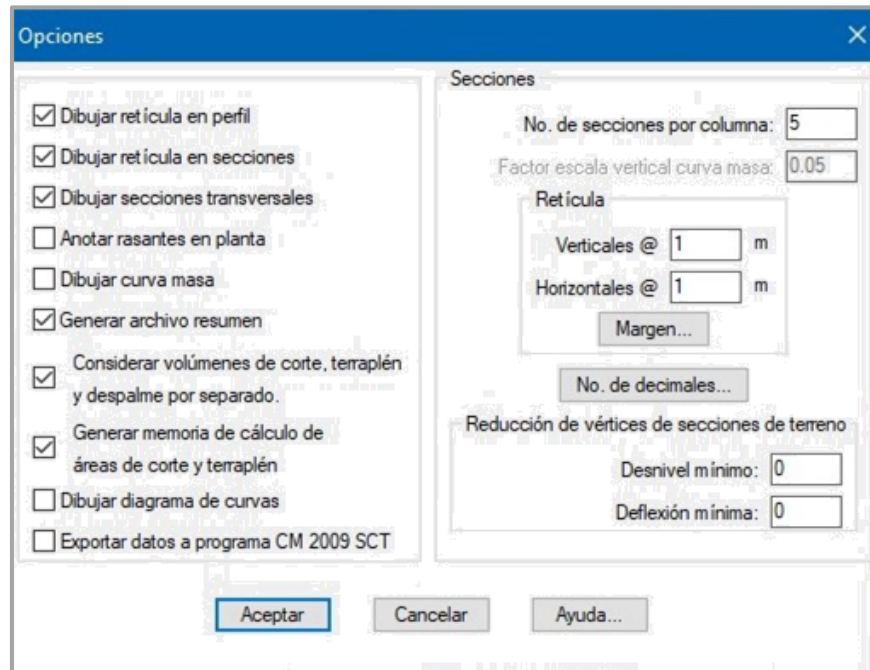


Imagen N°77. Fuente: Elaboración propia.

Una vez procesado el eje el programa da opción de donde guardar el archivo resumen.

Este proceso se hará con los dos ejes faltante, eje B (estacionamiento) y eje C (zona de maniobra). En el caso del eje B los cadenamientos deben abarcar toda la zona de Estacionamiento y sus secciones a la izquierda deben de terminar en donde comienzan las del Eje A y ala derecha en donde está marcado el límite del predio, aun cuando las secciones de terreno natural se dibujen más prolongadas, se puede ver en la *Imagen N°78* que el cadenamiento 0+000.00 solo queda dentro del predio la parte derecha, por lo que no es necesario dibujar la sección de proyecto a la izquierda aunque exista sección de terreno natural.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

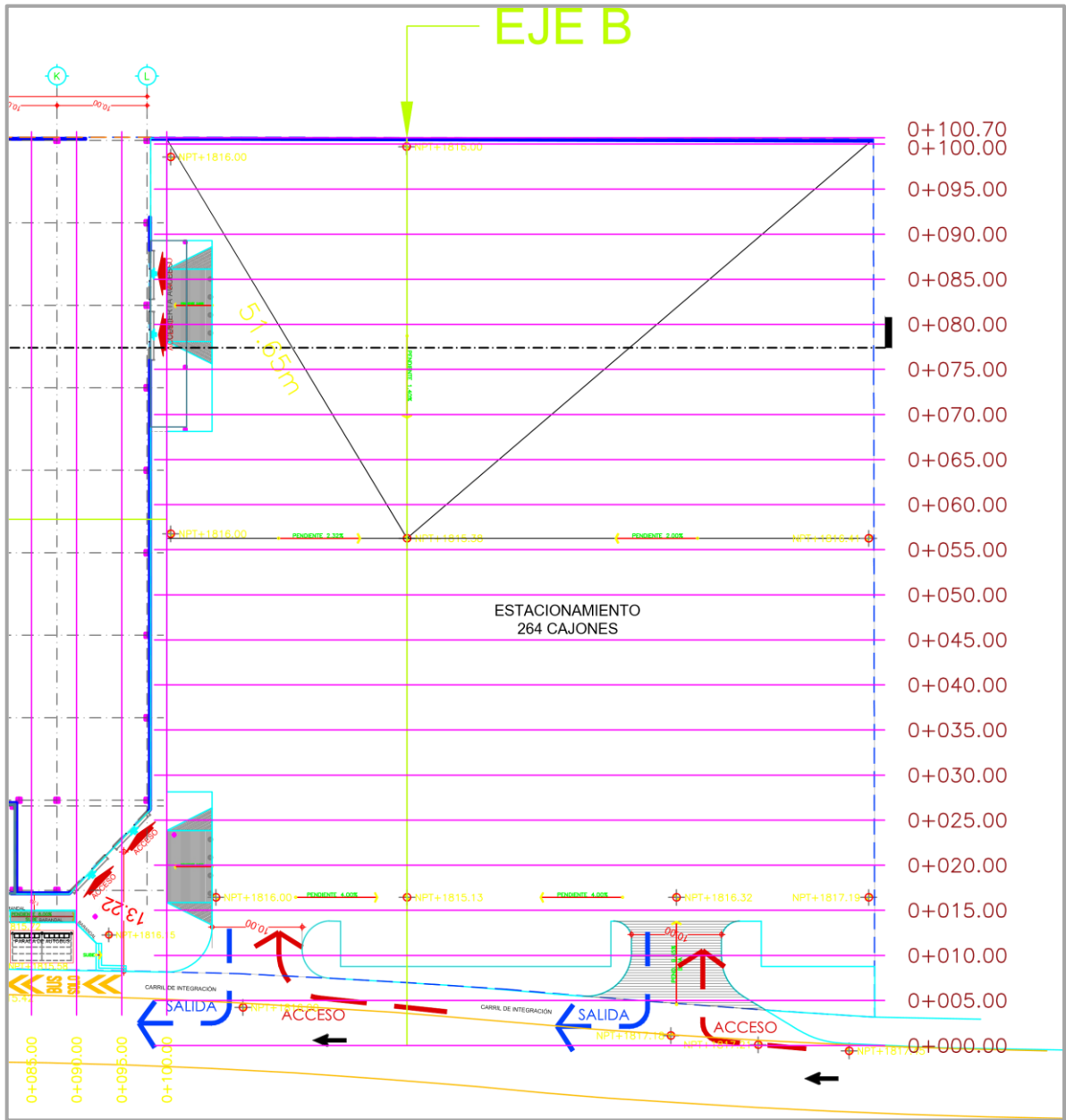


Imagen N°78. Eje B (Estacionamiento). Fuente: Elaboración propia.

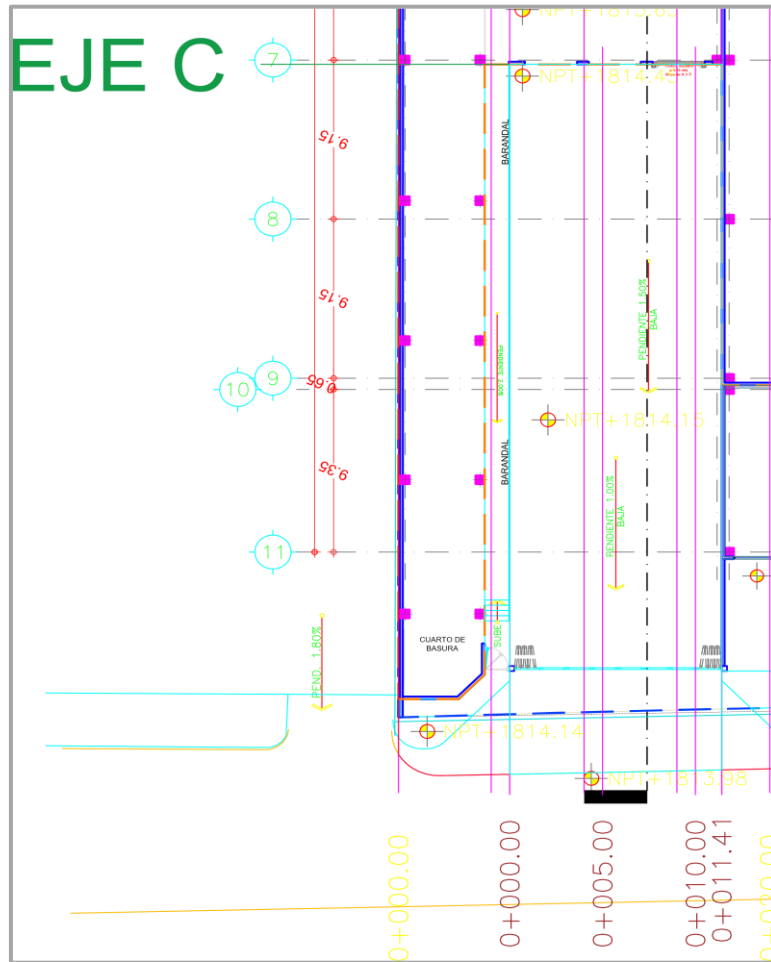


Imagen N°79. Eje C (Zona de maniobra). Fuente: Elaboración propia.

El Eje C contiene pocos cadenamientos en ellos el cadenamiento 0+000.00 y el cadenamiento 0+011.41 coinciden con los cadenamientos 0+005.99 y 0+017.41 del Eje A (piso de venta), así no existirá ningún tramo de terreno sin introducir al cálculo; si se analiza la situación las líneas de cadenamiento del eje C coinciden con las líneas de cadenamiento del eje A solo cambian el valor de este, pero al dibujar las secciones de proyecto del eje A en estos cadenamientos las secciones terminaron antes de la línea del Eje C, aun cuando las secciones del terreno natural llegaron hasta la carpeta.

Cada sección contiene información del área de cada capa: losa, subbase, subrasante, despalme, corte y terraplén.

El Eje A cuenta con un área de cálculo de 9,088.15 m² con cadenamamiento de que van de 0+000.00 al 0+100.00 y secciones a cada 5 metros.

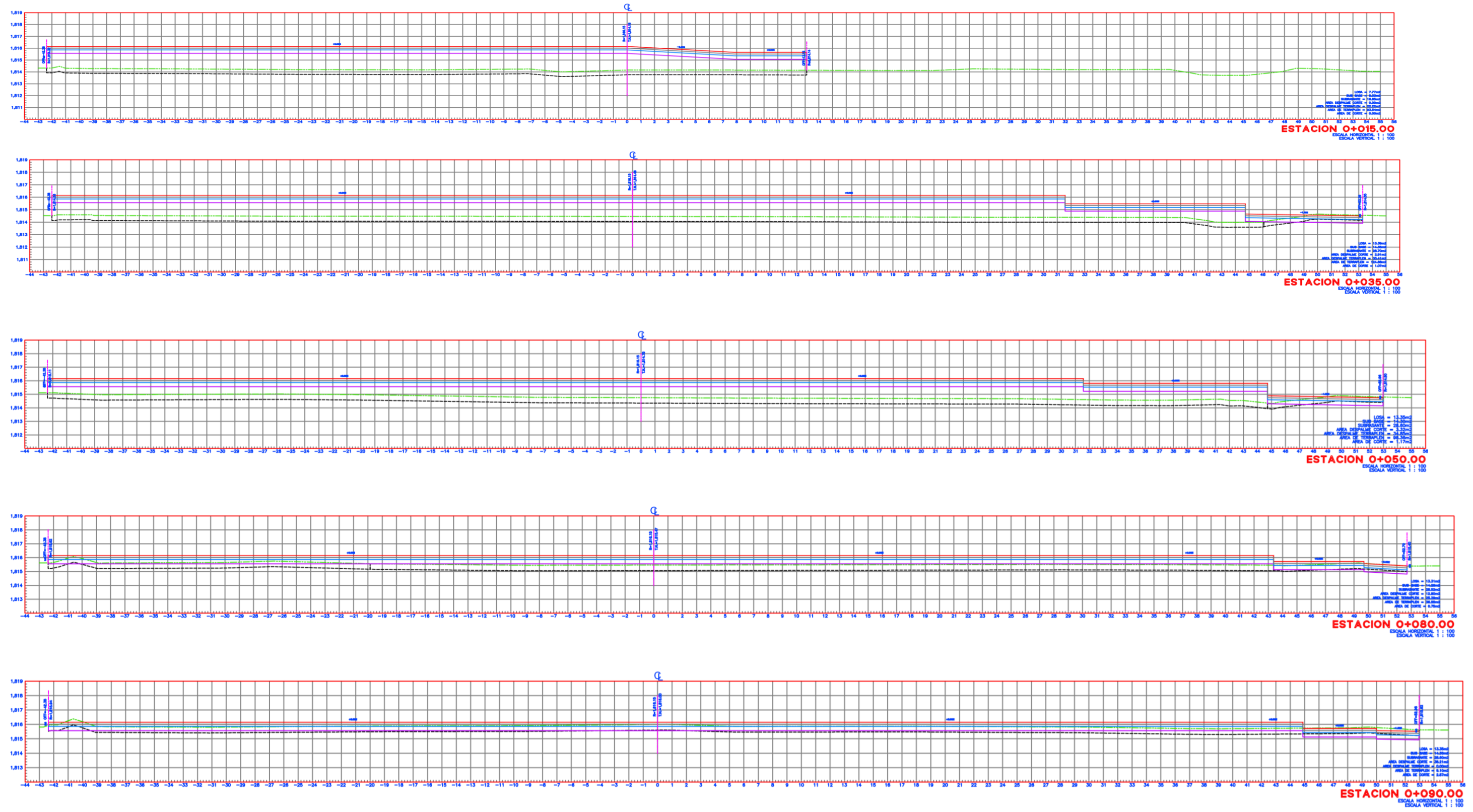
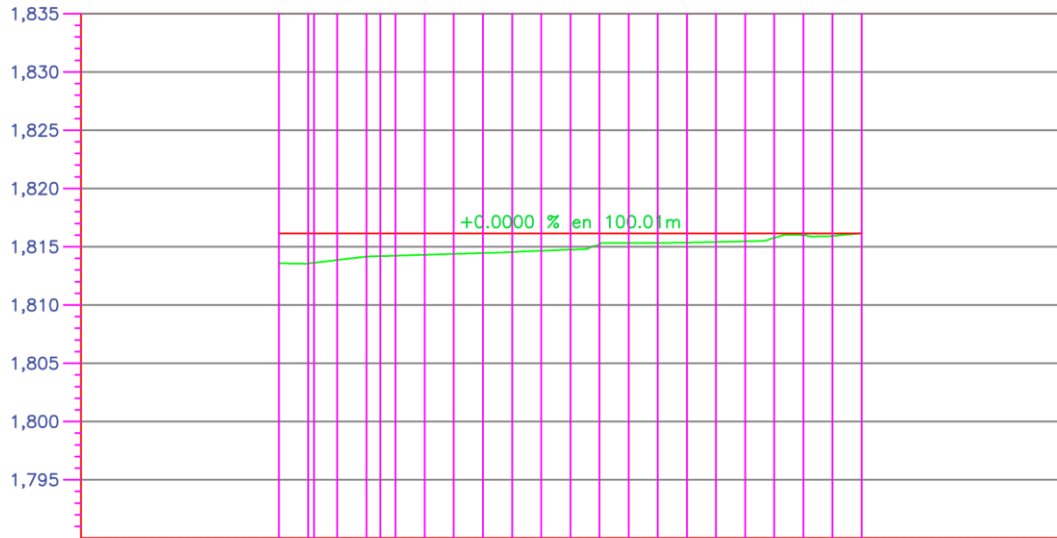


Imagen N°81. Secciones Eje A. Fuente: Elaboración propia.

La Imagen N°82 muestran los perfiles de proyecto obtenidos después del proceso de secciones, la línea color rojo representa proyecto y la línea color verde representa terreno natural que se dibujaron al inicio y los cuales se utilizaron para poder procesar el eje, estos perfiles después de todo el proceso en el dibujo de las secciones aparecerá con datos anotados y los volúmenes totales de corte, terraplén y despalme. La imagen no tiene escala, aunque esté escrita en ella, esta escala corresponde al dibujo en nuestro software.

La tabla que se muestra a continuación es el resultado de generar la memoria en Excel, la información que se muestra son los volúmenes de las capas, estos resultados no son mostrados en el programa de dibujo asistido por computadora, estos resultados se requieren por petición del cliente, además de que el proyecto volumétrico estará más enriquecido.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.



TIPO DE MATERIAL		A	
FACTOR DE ABUNDAMIENTO		1.000	
FACTOR DE COMPACTACION		1.000	
ORDENADAS DE LA CURVA MASA			
VOLUMEN	TERRAPLEN		
	CORTE		
ESPESOR	TERRAPLEN		
	CORTE		
ELEVACION	SUBRASANTE		
	TERRENO		
0+000.00	1,813.58	1,816.15	10,000
0+005.99	1,813.55	1,816.15	9,131
0+010.00	1,813.86	1,816.15	8,592
0+015.00	1,814.16	1,816.15	8,109
0+017.41	1,814.19	1,816.15	7,886
0+020.00	1,814.23	1,816.15	7,587
0+025.00	1,814.31	1,816.15	6,896
0+030.00	1,814.38	1,816.15	6,242
0+035.00	1,814.46	1,816.15	5,621
0+040.00	1,814.55	1,816.15	5,020
0+045.00	1,814.65	1,816.15	4,468
0+050.00	1,814.75	1,816.15	3,965
0+055.00	1,815.22	1,816.15	3,529
0+060.00	1,815.32	1,816.15	3,184
0+065.00	1,815.33	1,816.15	2,890
0+070.00	1,815.35	1,816.15	2,620
0+075.00	1,815.41	1,816.15	2,385
0+080.00	1,815.47	1,816.15	2,188
0+085.00	1,815.77	1,816.15	2,049
0+090.00	1,816.00	1,816.15	1,983
0+095.00	1,815.92	1,816.15	1,961
0+100.00	1,816.16	1,816.15	1,986

PERFIL EJE A

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 500

TOTAL VOLUMEN CORTE = 123.69m³

TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -8,137.22m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN CORTE = 917.70m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN TERRAPLEN = -2,697.29m³

Imagen N°82. Perfiles finales Eje A (Piso de venta). Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

VOLÚMENES DE CAPAS DE SECCIÓN

Obra: ATLIXCO_PISO_DE_VENTA

EJE_A

Autor: SANDRA GUEVARA

CAPA	ESTACIÓN	ÁREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
SUBRASANTE	0+000.00	28.58	0.00	0.00
	0+005.00	28.71	2.50	143.23
	0+005.99	16.65	0.50	22.59
	0+010.00	16.65	2.00	66.67
	0+015.00	16.65	2.50	83.25
	0+017.41	16.65	1.21	40.14
	0+020.00	28.81	1.29	58.84
	0+025.00	28.77	2.50	143.94
	0+030.00	28.73	2.50	143.76
	0+035.00	28.70	2.50	143.59
	0+040.00	28.67	2.50	143.42
	0+045.00	28.63	2.50	143.24
	0+050.00	28.60	2.50	143.09
	0+055.00	28.57	2.50	142.94
	0+060.00	28.54	2.50	142.79
	0+065.00	28.52	2.50	142.64
	0+070.00	28.50	2.50	142.54
	0+075.00	28.51	2.50	142.52
	0+080.00	28.52	2.50	142.57
	0+085.00	29.50	2.50	145.06
0+090.00	28.60	2.50	145.25	
0+095.00	28.64	2.50	143.09	
0+100.00	28.71	2.50	143.36	
TOTAL VOLUMEN SUBRASANTE (M3):				2708.51
SUB BASE	0+000.00	14.29	0.00	0.00
	0+005.00	14.36	2.50	71.61
	0+005.99	8.33	0.50	11.29
	0+010.00	8.33	2.00	33.33
	0+015.00	8.33	2.50	41.63
	0+017.41	8.33	1.21	20.07
	0+020.00	14.40	1.29	29.42
	0+025.00	14.38	2.50	71.97
	0+030.00	14.37	2.50	71.88
	0+035.00	14.35	2.50	71.79
	0+040.00	14.33	2.50	71.71
	0+045.00	14.32	2.50	71.62
	0+050.00	14.30	2.50	71.54
	0+055.00	14.29	2.50	71.47

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

	0+060.00	14.27	2.50	71.39
	0+065.00	14.26	2.50	71.32
	0+070.00	14.25	2.50	71.27
	0+075.00	14.25	2.50	71.26
	0+080.00	14.26	2.50	71.29
	0+085.00	14.61	2.50	72.17
	0+090.00	14.30	2.50	72.27
	0+095.00	14.32	2.50	71.55
	0+100.00	14.35	2.50	71.68
TOTAL VOLUMEN SUB BASE (M3): 1353.54				
LOSA	0+000.00	13.34	0.00	0.00
	0+005.00	13.40	2.50	66.84
	0+005.99	7.77	0.50	10.54
	0+010.00	7.77	2.00	31.11
	0+015.00	7.77	2.50	38.85
	0+017.41	7.77	1.21	18.73
	0+020.00	13.44	1.29	27.46
	0+025.00	13.43	2.50	67.17
	0+030.00	13.41	2.50	67.09
	0+035.00	13.39	2.50	67.01
	0+040.00	13.38	2.50	66.93
	0+045.00	13.36	2.50	66.85
	0+050.00	13.35	2.50	66.77
	0+055.00	13.33	2.50	66.70
	0+060.00	13.32	2.50	66.63
	0+065.00	13.31	2.50	66.57
	0+070.00	13.30	2.50	66.52
	0+075.00	13.30	2.50	66.51
	0+080.00	13.31	2.50	66.54
	0+085.00	13.63	2.50	67.36
	0+090.00	13.35	2.50	67.45
	0+095.00	13.36	2.50	66.78
	0+100.00	13.40	2.50	66.90
TOTAL VOLUMEN LOSA (M3): 1263.31				

Tabla N°3

El eje B correspondiente a la zona de estacionamiento con un área de proyecto de 7,781.46 m² con cadenamientos de 0+000 al 0+100.70 y secciones a cada 5 metros las Imagen N°83 muestran los resultados obtenidos en las secciones y en la Imagen N°84 se muestran los perfiles de terreno natural y de proyecto terminando con el reporte de las capas en Excel.

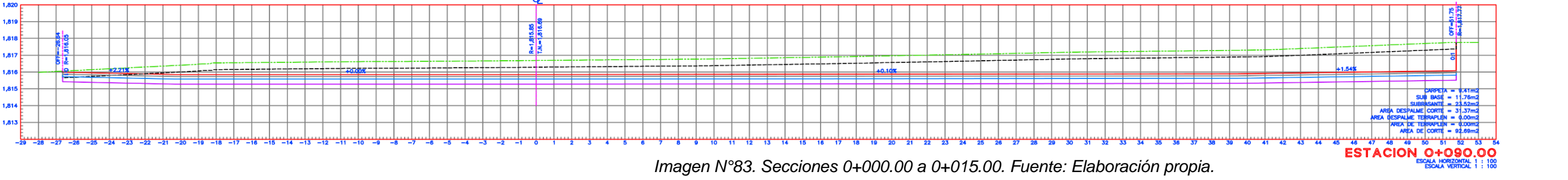
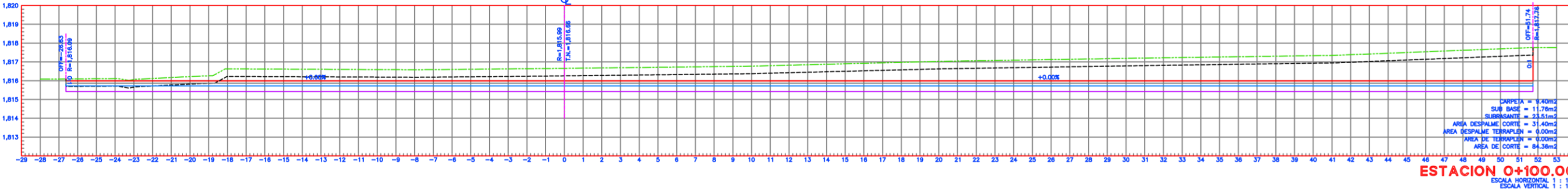
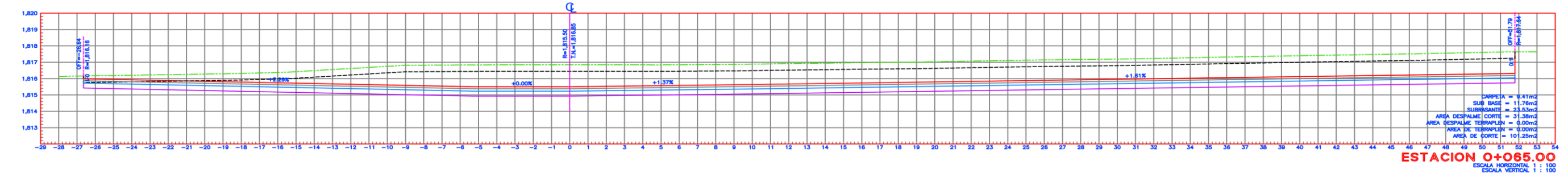
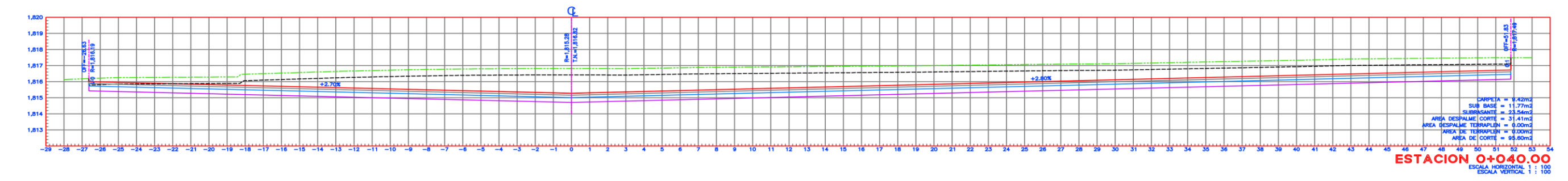
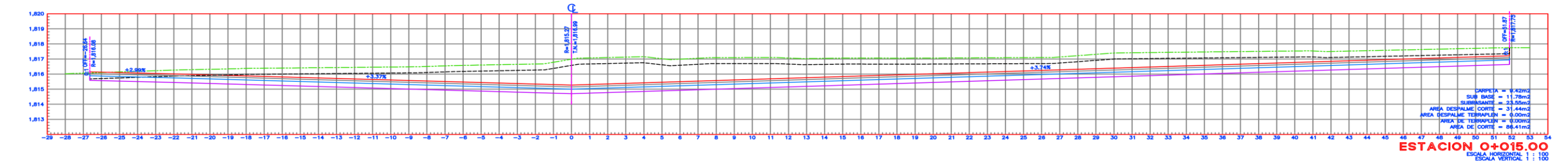
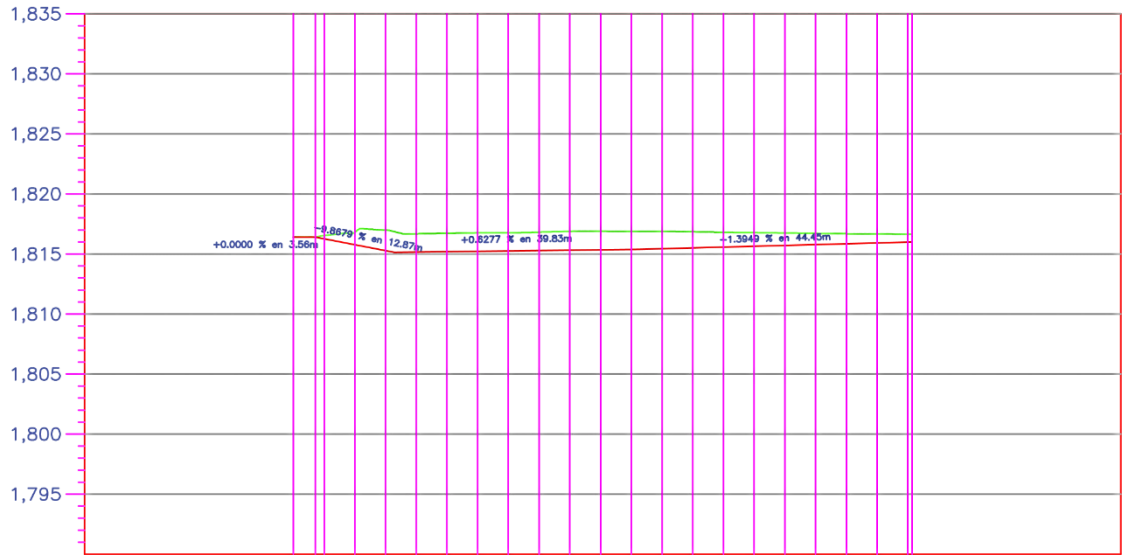


Imagen N°83. Secciones 0+000.00 a 0+015.00. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.



TIPO DE MATERIAL		A	
FACTOR DE ABUNDAMIENTO		1.000	
FACTOR DE COMPACTACION		1.000	
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10.000	
VOLUMEN	TERRAPLEN	0.00	0.00
	CORTE	49.58	0.00
ESPOSOR	TERRAPLEN	0.03	0.01
	CORTE	1.06	1.72
ELEVACION	SUBRASANTE	1,816.43	1,816.40
	TERRENO	1,816.41	1,816.40
0+000.00		1,816.43	1,816.40
0+003.56		1,816.41	1,816.40
0+005.00		1,816.33	1,816.26
0+010.00		1,816.82	1,815.76
0+015.00		1,816.99	1,815.27
0+020.00		1,816.68	1,815.15
0+025.00		1,816.72	1,815.18
0+030.00		1,816.76	1,815.22
0+035.00		1,816.76	1,815.25
0+040.00		1,816.82	1,815.28
0+045.00		1,816.88	1,815.31
0+050.00		1,816.89	1,815.34
0+055.00		1,816.89	1,815.37
0+060.00		1,816.88	1,815.43
0+065.00		1,816.85	1,815.50
0+070.00		1,816.81	1,815.57
0+075.00		1,816.78	1,815.64
0+080.00		1,816.75	1,815.71
0+085.00		1,816.71	1,815.78
0+090.00		1,816.69	1,815.85
0+095.00		1,816.67	1,815.92
0+100.00		1,816.66	1,815.99
0+100.70		1,816.66	1,816.00

PERFIL EJE_B

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 500

TOTAL VOLUMEN CORTE = 8,820.05m³

TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -0.01m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN CORTE = 3,116.86m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN TERRAPLEN = 0.00m³

Imagen N°84. Perfiles eje B (Estacionamiento). Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

VOLÚMENES DE CAPAS DE SECCIÓN

Obra: ATLIXCO_ESTACIONAMIENTO

EJE_B

Autor: SANDRA GUEVARA

CAPA	ESTACIÓN	ÁREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
SUBRASANTE	0+000.00	15.56	0.00	0.00
	0+003.56	15.56	1.78	55.55
	0+005.00	23.56	0.72	27.99
	0+010.00	23.55	2.50	117.77
	0+015.00	23.55	2.50	117.76
	0+020.00	23.55	2.50	117.76
	0+025.00	23.55	2.50	117.74
	0+030.00	23.54	2.50	117.72
	0+035.00	23.54	2.50	117.71
	0+040.00	23.54	2.50	117.70
	0+045.00	23.54	2.50	117.68
	0+050.00	23.53	2.50	117.67
	0+055.00	23.53	2.50	117.66
	0+060.00	23.53	2.50	117.66
	0+065.00	23.53	2.50	117.65
	0+070.00	23.53	2.50	117.65
	0+075.00	23.53	2.50	117.64
	0+080.00	23.52	2.50	117.62
	0+085.00	23.52	2.50	117.60
	0+090.00	23.52	2.50	117.58
0+095.00	23.51	2.50	117.58	
0+100.00	23.51	2.50	117.56	
0+100.70	23.51	0.35	16.60	
TOTAL VOLUMEN SUBRASANTE (M3): 2335.85				
SUB BASE	0+000.00	7.78	0.00	0.00
	0+003.56	7.78	1.78	27.77
	0+005.00	11.78	0.72	14.00
	0+010.00	11.78	2.50	58.89
	0+015.00	11.78	2.50	58.88
	0+020.00	11.78	2.50	58.88
	0+025.00	11.77	2.50	58.87
	0+030.00	11.77	2.50	58.86
	0+035.00	11.77	2.50	58.85
	0+040.00	11.77	2.50	58.85
	0+045.00	11.77	2.50	58.84
	0+050.00	11.77	2.50	58.83
	0+055.00	11.77	2.50	58.83
	0+060.00	11.77	2.50	58.83
0+065.00	11.76	2.50	58.83	

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

	0+070.00	11.76	2.50	58.82
	0+075.00	11.76	2.50	58.82
	0+080.00	11.76	2.50	58.81
	0+085.00	11.76	2.50	58.80
	0+090.00	11.76	2.50	58.79
	0+095.00	11.76	2.50	58.79
	0+100.00	11.76	2.50	58.78
	0+100.70	11.76	0.35	8.30
TOTAL VOLUMEN SUB BASE (M3): 1167.92				
CARPETA	0+000.00	6.23	0.00	0.00
	0+003.56	6.23	1.78	22.22
	0+005.00	9.42	0.72	11.20
	0+010.00	9.42	2.50	47.11
	0+015.00	9.42	2.50	47.11
	0+020.00	9.42	2.50	47.10
	0+025.00	9.42	2.50	47.10
	0+030.00	9.42	2.50	47.09
	0+035.00	9.42	2.50	47.08
	0+040.00	9.42	2.50	47.08
	0+045.00	9.41	2.50	47.07
	0+050.00	9.41	2.50	47.07
	0+055.00	9.41	2.50	47.06
	0+060.00	9.41	2.50	47.06
	0+065.00	9.41	2.50	47.06
	0+070.00	9.41	2.50	47.06
	0+075.00	9.41	2.50	47.05
	0+080.00	9.41	2.50	47.05
	0+085.00	9.41	2.50	47.04
	0+090.00	9.41	2.50	47.03
	0+095.00	9.41	2.50	47.03
	0+100.00	9.40	2.50	47.02
	0+100.70	9.40	0.35	6.64
TOTAL VOLUMEN CARPETA (M3): 934.34				

Tabla N°4

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

Por último, el eje C correspondiente a la zona de maniobra con un área de proyecto de 464.67 m² con cadenamientos de 0+000 al 0+011.41 y secciones a cada 5 metros la *Imagen N°85* muestran los resultados obtenidos en las secciones y en la *Imagen N°86* se muestran los perfiles de terreno natural y de proyecto, terminando con el reporte de las capas en Excel que se muestra a continuación.

VOLUMENES DE CAPAS DE SECCIÓN
 Obra: ATLIXCO_ZONA_DE_MANIOBRAS
 EJE_C
 Autor: SANDRA GUEVARA

CAPA	ESTACIÓN	ÁREA(M2)	D/2 (M)	VOLUMEN(M3)
SUBRASANTE	0+000.00	12.25	0.00	0.00
	0+005.00	12.22	2.50	61.17
	0+010.00	12.18	2.50	61.00
	0+011.41	12.17	0.71	17.23
TOTAL VOLUMEN SUBRASANTE (M3): 139.40				
SUB BASE	0+000.00	8.17	0.00	0.00
	0+005.00	8.15	2.50	40.78
	0+010.00	8.12	2.50	40.67
	0+011.41	8.12	0.71	11.49
TOTAL VOLUMEN SUB BASE (M3): 92.93				
LOSA	0+000.00	8.17	0.00	0.00
	0+005.00	8.15	2.50	40.78
	0+010.00	8.12	2.50	40.66
	0+011.41	8.12	0.71	11.49
TOTAL VOLUMEN LOSA (M3): 92.93				

Tabla N°5.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.

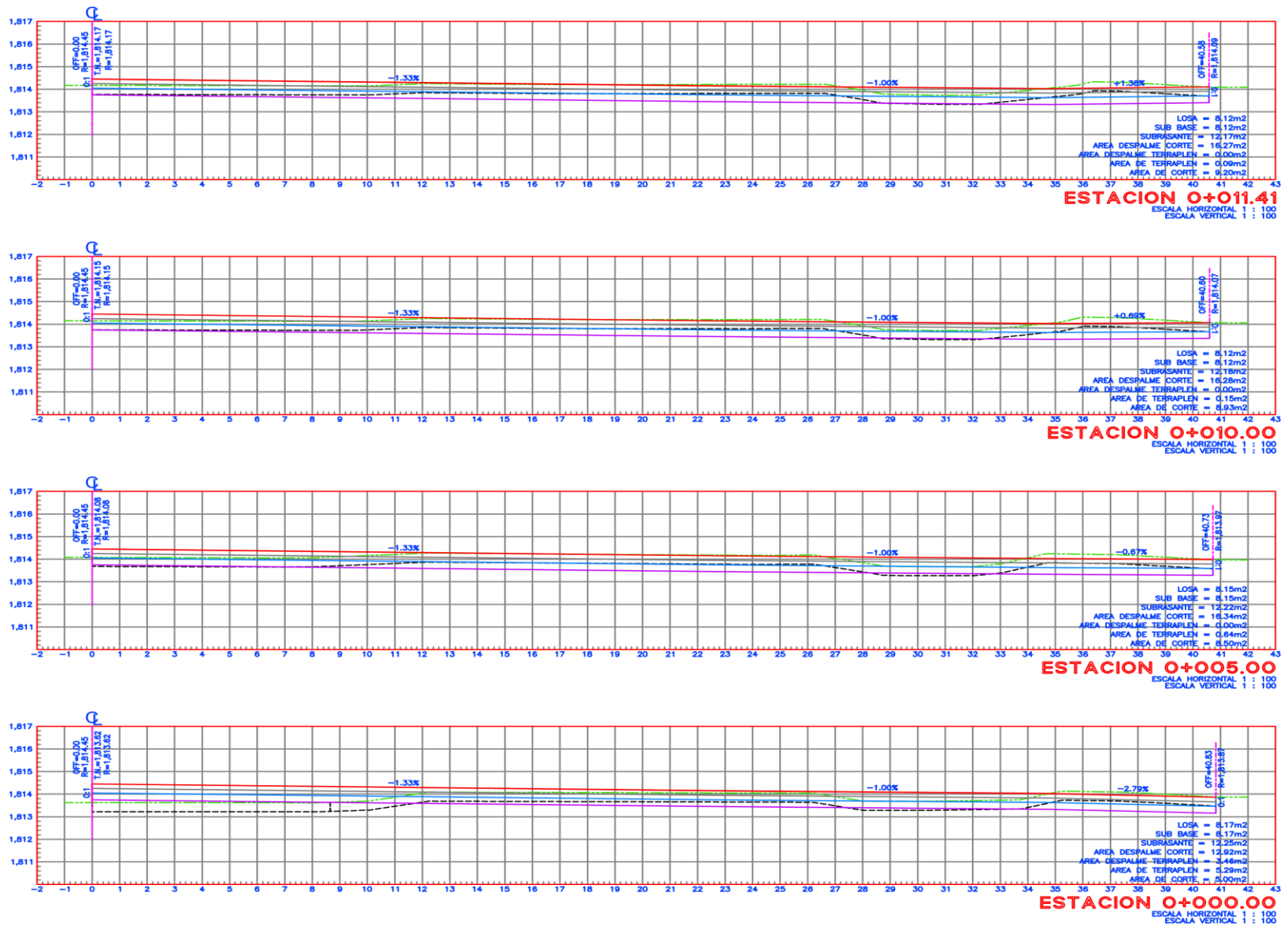
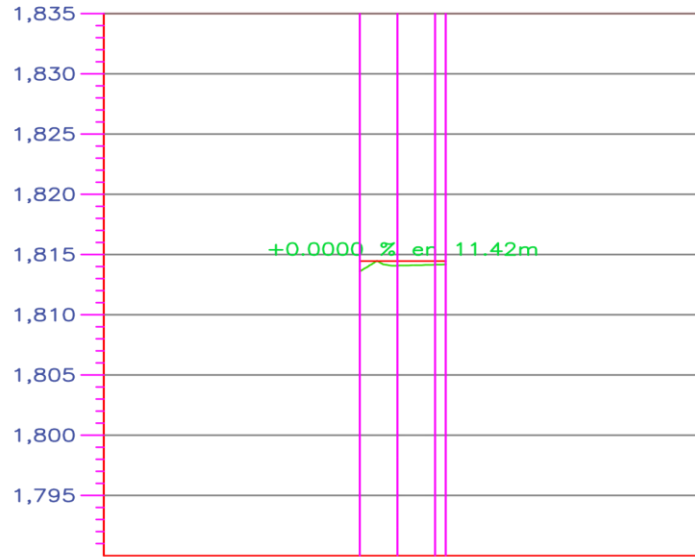


Imagen N°85. Secciones 0+000.00 a 0+011.41. Fuente: Elaboración propia.

Proyecto Topográfico para el cálculo de volúmenes de material en plataformas irregulares, para un Supermercado en Atlixco, Puebla.



TIPO DE MATERIAL			A
FACTOR DE ABUNDAMIENTO			1.000
FACTOR DE COMPACTACION			1.000
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10,000	10,019
VOLUMEN	TERRAPLEN	0.00	14.83
	CORTE	0.00	33.76
ESPESOR	TERRAPLEN	0.83	0.37
	CORTE		0.30
ELEVACION	SUBRASANTE	1,814.45	1,814.45
	TERRENO	1,813.62	1,814.08

0+000.00
 0+005.00
 0+010.00
 0+011.41

PERFIL EJE_C

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 500

TOTAL VOLUMEN CORTE = 90.18m³

TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = -16.98m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN CORTE = 177.77m³

TOTAL VOLUMEN DESPALME EN TERRAPLEN = -8.65m³

Imagen N°86. Perfiles eje C (Zona de maniobra). Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

La realización óptima del levantamiento topográfico aportará la información a el software encargado del procesamiento de la información, que a su vez el programa asistido por computadora deberá ser adecuadamente ejecutado, paso a paso para la obtención de secciones de terreno natural y proyecto siendo estas de cualquier tipo.

La secuencia correcta de los comandos del software evita la interrupción por errores de información de este, impidiendo avanzar en el desarrollo del proyecto al tener que retomar el procesamiento de la información desde el primer paso del desarrollo del proyecto volumétrico.

El resultado final será el cálculo de volumen entre la línea de terreno natural y proyecto obteniendo su valor de corte o terraplén dependiendo el caso de cada sección, dividido en diferentes capas si así se requiere y arrojando por medio del software un reporte del trabajo como complemento o evaluación de los resultados obtenidos; la modificación de parámetros dentro del programa respecto a la conformación de las secciones serán de fácil ejecución, obteniendo nuevamente si es la finalidad el reporte de volumen de corte o terraplén.

El constante desarrollo de proyectos de cálculo de volumen por medio del Software creará un perfeccionamiento de la secuencia de comandos antes mencionados, logrando un método de trabajo propio para cada usuario.

Bibliografías

- Barón, Carlos. (2009). Topografía de Obras de Arquitectura.457-465.
- Carciente, Jacob. (1980). Carreteras, estudio y proyecto. 143-159
- Carretero, A. (2006). Métodos Topográficos. 3-33.
- Casanova, Leonardo. (2002). Topografía Plana. 1-11-1-34.
- De la Cruz, J.L. (2005). Incertidumbres y errores en Topografía.
- Farjas, M. (2007). Levantamientos Topográficos. 1-7.
- Felicísimo, Ángel Manuel. (2001). El modelo digital de elevaciones.
- García, Antonio. Rosique, Manuel. Segada, Francisco. (1994). Topografía Básica para Ingenieros. 202-220.
- García, Fernando. (1994). Curso Básico de Topografía. 208,245.
- Isidoro, Adrián. (2013). Topografía. 1-11.
- Montes, Miguel. (1996). Topografía. 67-68,79-81.
- N. Bustos, Guillermo. Catedra: Topografía II. 1-10.
- Navarro, Sergio. (2008). Topografía II. 1,8,10-14.
- Serafino, Luis Alfredo. (2003). Cálculo de Volúmenes.1-2,11-12.
- Sokkia, CO. (2006). Manual del operador. 80-90.