



Enseñar la explotación de la tierra,
no la del hombre

APUNTES DE ALTIMETRÍA

NIVELACIÓN POR CUADRÍCULA



Preparado por:
Ing. Paul Reyes Ayala

3. NIVELACION DE SUPERFICIES

Para poder conocer como es el relieve de una determinada superficie, de reducida extensión y mejor aún, cuando es más o menos plano; como también cuando se necesite calcular movimientos de suelos de reducida extensión, se recurre a la nivelación areal.

Dentro de la nivelación geométrica (consistente en dirigir visuales horizontales sobre miras verticales) existen dos formas de realizar la nivelación de áreas: Nivelación Areal por Cuadrícula y Nivelación Areal por Radiación (también llamada taquimetría con nivel.

MÉTODO DE CURVAS DE NIVEL

Nos ofrece de forma clara y precisa no solo el relieve del terreno sino también la elevación de cualquier punto. Es necesario su conocimiento para la Ingeniería Civil ya que todos los planos topográficos están contruidos siguiendo estos principios y precisamente sobre ellos que nos basamos para proyectar los emplazamientos.

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL

Para poder efectuar el trazado de Curvas de Nivel sobre un mapa o un plano topográfico es necesario determinar en el terreno las elevaciones de una serie de puntos y sus respectivas posiciones relativas dentro del área que se desea levantar.

Para esto existen métodos Directos e Indirectos. En la práctica utilizaremos uno de los tres métodos indirectos: el de la CUADRICULA.

Los métodos Indirectos aunque son menos precisos que los Directos son los de mayor utilización por su menor laboriosidad y mayor rapidez.

METODO DE CUADRICULA

Este procedimiento solamente se emplea en áreas relativamente pequeñas de terreno, debido a su gran laboriosidad.

Si las características topográficas del terreno son muy disímiles pueden emplearse cuadrados de dimensiones diferentes empleando lados pequeños en las partes pendientes y lados mayores en las partes llanas.

Conocida la cota de los vértices de los cuadrados se procede a la interpolación de las Curvas de Nivel.

TRABAJO DE CAMPO

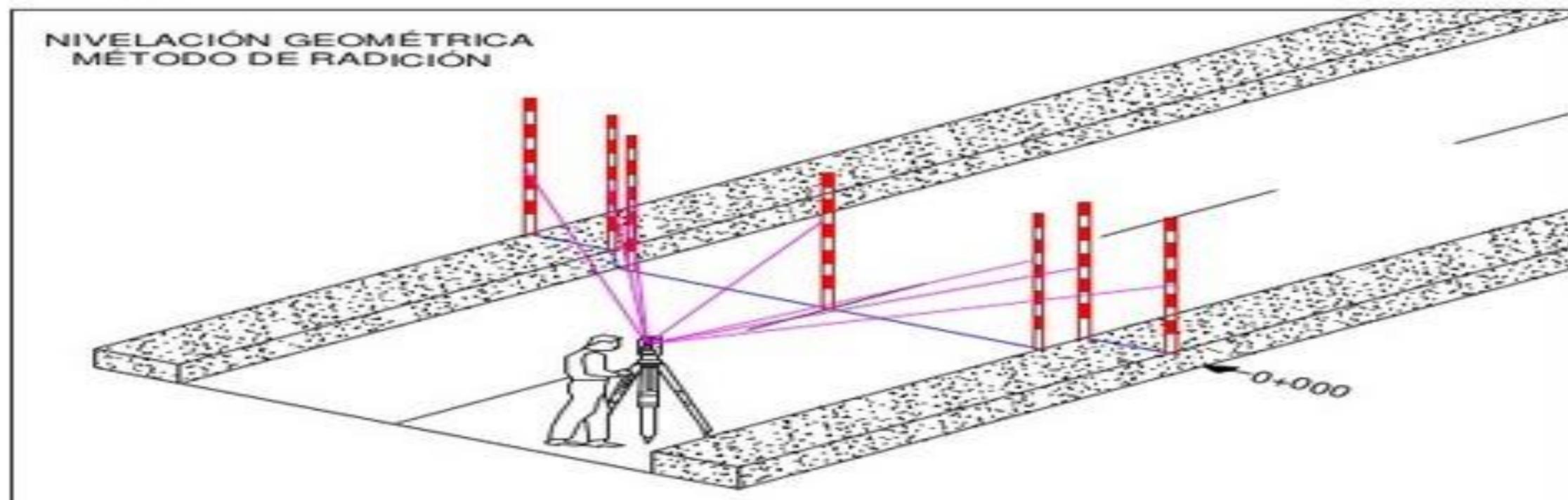
Se divide en dos partes: **PLANIMETRIA** y **ALIMETRIA**

Nivelación geométrica por el método de radiación: La nivelación por el método de radiación, no es más que una nivelación compuesta, solo que desde un mismo punto de Estación (Nivel) se puede visar varios puntos (Estadía) en una circunferencia de 360° o hasta donde alcance la visual del Nivel. Es necesario resaltar, la correcta codificación o numeración de los puntos a levantar para ello es necesario llevar una planilla de registro, para no cometer errores o confusión de puntos.

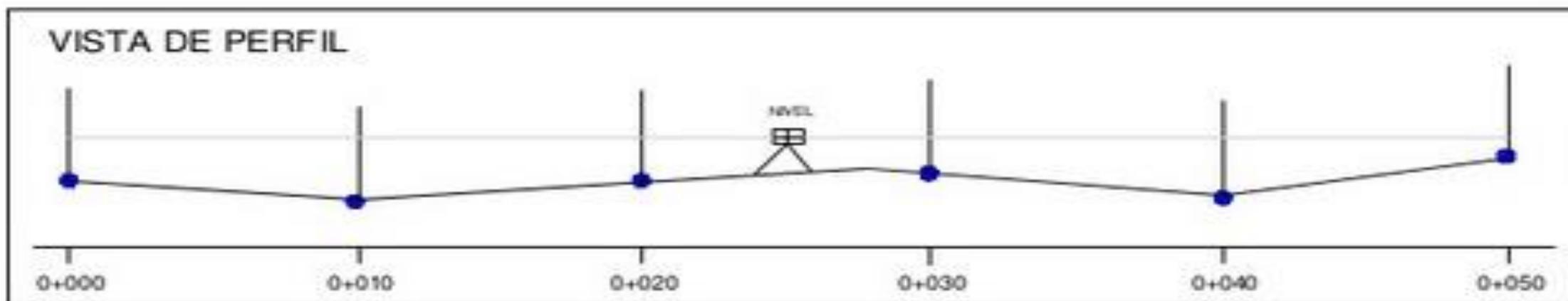
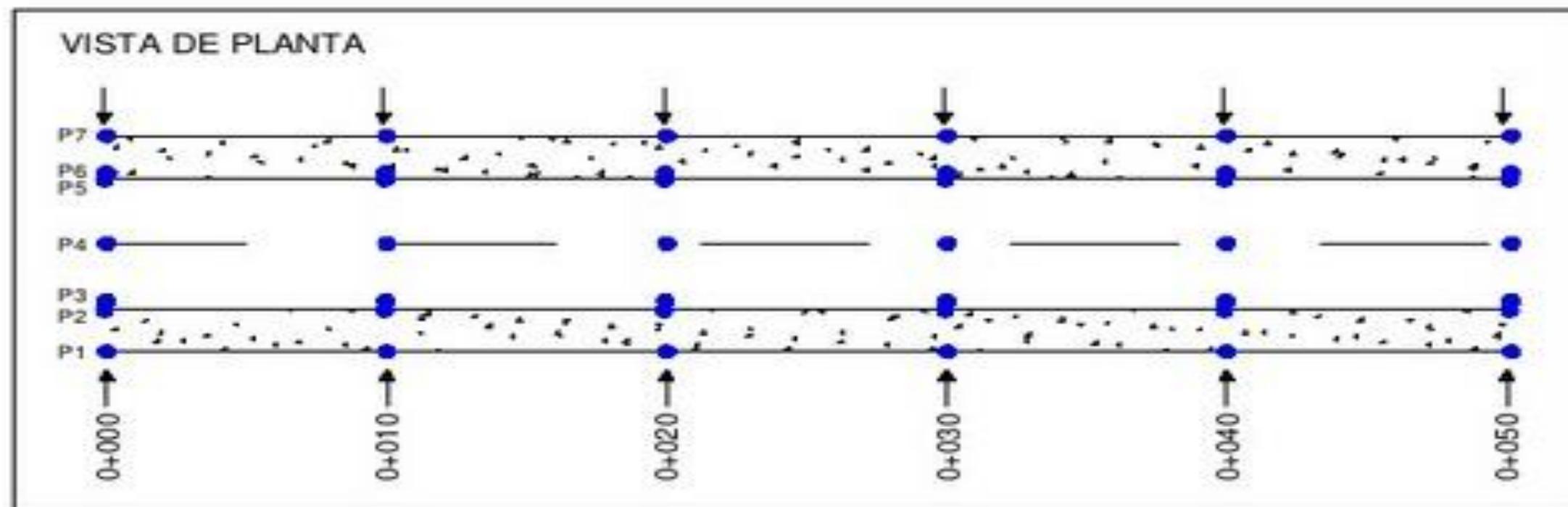
A continuación se presenta un ejemplo de una Nivelación por el método de radiación de una Vialidad.

En la figura # 1 se muestra el Topógrafo visando a la siete (7) estadias una por vez, las misma deben ser colocadas transversalmente en la Vía y en dirección de las progresivas previamente establecidas, una vez realizada la nivelación en una progresiva se pasa a la siguiente y así para el resto de las progresivas.

Figura # 1



En la vista de planta se puede observar la manera correcta de levantar los puntos en una Vialidad.



Como en toda nivelación, requerimos de un punto de partida con cota conocida, de un banco de nivel, por lo regular previo a la nivelación por cuadrícula se debe trasladar un banco de nivel cercano hacia el terreno a nivelar, puede estar a kilómetros de ahí, si se requiere referir al terreno a un sistema altimétrico oficial, se deberá partir de un banco de nivel oficial y realizar una nivelación diferencial compuesta hasta el terreno en cuestión. Si no se requiere referenciarlo y trabajarlo de manera local, para determinar desniveles, pendientes y hacer movimiento de tierras, se puede ubicar un Banco de Nivel arbitrario, con una cota arbitraria: 100, 1000, 50, etc.) con la condición de que el punto que se elija como banco de nivel sea inamovible, de preferencia una construcción, un punto fijo, ya que servirá para nivelaciones posteriores del terreno cuadriculado.

- Materiales utilizados:
- Estadía
- Nivel Geométrico
- Trípode
- Cinta Métrica
- Estacas de Madera

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS DE CAMPO

Se decidió hacer la cuadrícula de $45 \times 45\text{m}$, con separación entre cada punto de 15 m. se comenzó con el trabajo de planimetría, plantando el teodolito donde iba a ser el punto de inicio (1A), para alinear el lado 1A – 4A y el lado 1A - 1E de la cuadrícula, haciendo cintazos de 15m entre punto y punto respectivamente, para completar los 45m del lado, al igual con el otro lado (1A - 1E).

Luego se plantó el teodolito en el vértice 1E para alinear el lado 1E - 4E y el lado 1E – 1A y para marcar los 15m se realizó de la misma forma anteriormente explicada. De la misma manera para terminar con el cierre de la cuadrícula (el lado 4E - 4A).

Estando establecida la cuadrícula, se comenzó con el trabajo de altimetría. Se estacionó el nivel en la parte central de la cuadrícula de manera que nos quedaran todos los puntos visibles, luego se visó hacia el BM, que en este caso se nos dio en el punto 1A, se leyó su hilo central y así encontrar la vista atrás (V.atras) correspondiente. Luego se comenzó realizar las lecturas de frente o vista adelante como suele conocerse (V.adelante) a cada uno de los puntos que determinan la cuadrícula, para luego encontrar sus elevaciones en gabinete. Además se nos dio para trabajar con la cota 30.000. Para encontrar las curvas de nivel se nos dio una equidistancia de 0.1 m.

RESUMEN DE LOS DATOS LEVANTADOS DEL TRABAJO EN GABINETE.

1.- Croquis de la cuadrícula levantada



2.- Datos de la cuadrícula

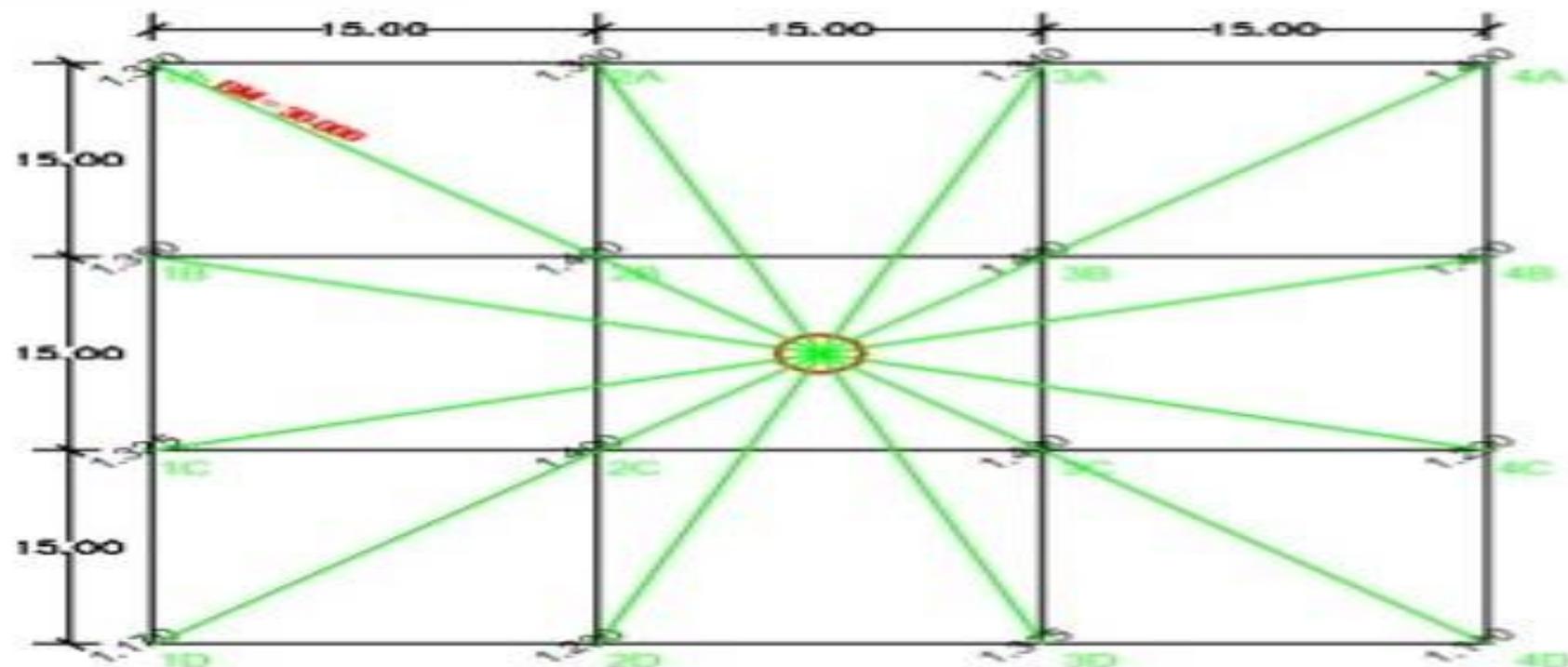
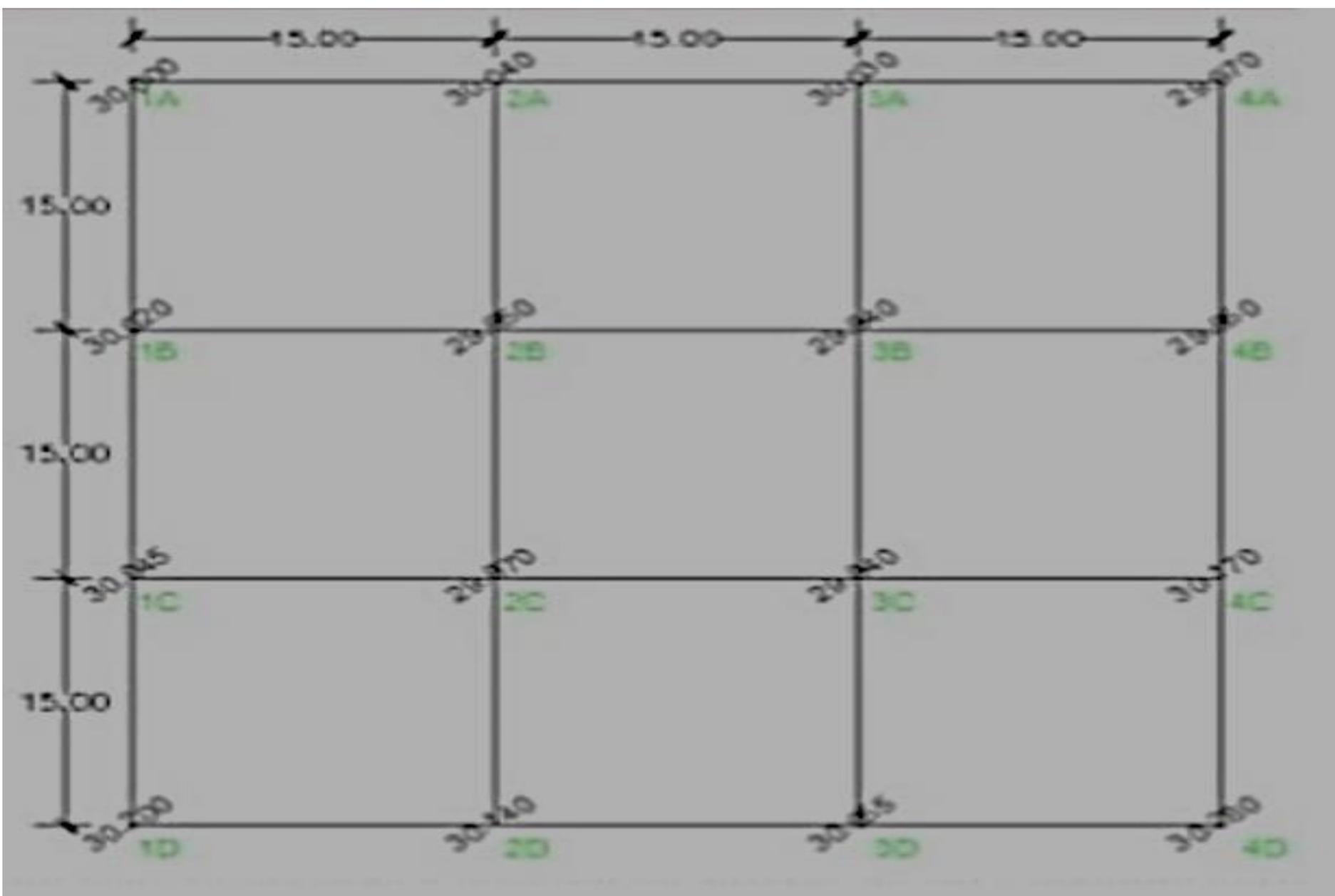


Figura: 02

3.- Resumen de datos obtenidos en la cuadrícula

P. v	V. Atrás	X	V. Adelante	cota
1A	1,370			30,000
2A			1.330	
3A			1.340	
4A			1.400	
1B			1.350	
2B			1.420	
3B			1.430	
4B			1.420	
1C			1.325	
2C			1.400	
3C			1.430	
4C			1.200	
1D			1.170	
2D			1.230	
3D			1.315	
4D			1.110	

- Como pueden ver, el punto 1A se toma como punto de partida y se le asigna una cota arbitraria de 30.000 m, se coloca el estadal en ese punto y se toma la lectura positiva correspondiente: 1.370. Posteriormente hacen las radiaciones hacia los demás puntos (lecturas negativas) de la cuadrícula y se llena el registro como se muestra a continuación: Lo primero es calcular la cota de instrumento (altura de aparato) y en función de las lecturas negativas, calcular las cotas de todos los puntos correspondientes de la cuadrícula, restando cada lectura negativa a la cota de instrumento.



- La cuadrícula en el terreno es de 15 m X 15 m.
- El objetivo de esta nivelación es obtener las curvas de nivel del terreno. Conocidas las cotas de los puntos y las equidistancias entre ellos se procede a localizar los puntos de cota redonda entre los puntos de la cuadrícula. Dependiendo de las características del terreno, si los desniveles no son considerables como en este ejemplo, se podrían localizar curvas de nivel a cada 10 cm (0.1 m) de equidistancia (separación) entre curvas de nivel.
- Si el terreno es muy accidentado con mucha diferencia de desnivel , la equidistancia entre curvas de nivel puede ser a cada metro e incluso en terrenos muy abruptos o accidentados, la equidistancia entre curvas puede ser a cada 2m.

3.- Cálculo del número de curvas a trazar (Nc):

$$Nc = \frac{\text{Elevación mayor} - \text{Elevación menor}}{\text{Equidistancia}}$$

Elevación mayor = 30,260

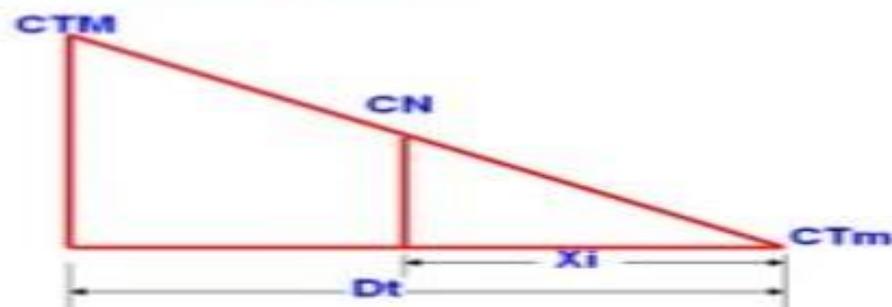
Elevación menor = 29,940

Equidistancia = 0,1m

$Nc = \frac{(30,260 - 29,940)}{0,1} = 3,2$. Se trazaran 3 curvas:

Curvas que trazar: (30.00, 30.10; 30.20)

4.- Cálculo de la distancia horizontal para la curva determinada conociendo la (CN) por interpolación:



$$(CTM - CTm) / \text{Dist. Total} = (CN - CTm) / Xi$$

Donde:

CTM = cota mayor.

CN = cota de la curva de nivel.

CTm = cota menor.

Xi = distancia a interpolar.

Dt = distancia total.

5.- Interpolación de cuadrantes

a).- Análisis en los cuadrantes I

Análisis en "x"

LADO 1A – 2A. No pasa curva.

LADO 2A – 3A. No pasa curva.
LADO 3A – 4A. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.03 - 29.97) / 15 = (30.00 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 7,50m$**

LADO 1B – 2B. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.02 - 29.95) / 15 = (30.00 - 29.95) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,71m$**

LADO 2B – 3B. No pasa curva.
LADO 3B – 4B. No pasa curva.

Análisis en "y"

LADO 1A – 1B. No pasa curva.
LADO 2A – 2B. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.04 - 29.95) / 15 = (30.00 - 29.95) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 8,30m$**

LADO 3A – 3B. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.03 - 29.94) / 15 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,00m$**

LADO 4A – 4B. No pasa curva.

Análisis en las diagonales "xy"

LADO 1A – 2B. No pasa curva.
LADO 2A – 3B. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.04 - 29.94) / 21.21 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 12,73m$**

LADO 3A – 4B. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.03 - 29.95) / 21.21 = (30.00 - 29.95) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 13,26m$**

b).- Análisis en los cuadrantes II

Análisis en "x"

LADO 1C – 2C. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.045 - 29.97) / 15 = (30.00 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 6,00m$**

LADO 2C – 3C. No pasa curva.
LADO 3C – 4C. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.17 - 29.94) / 15 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 3,91m$**

2.- $(30.17 - 29.94) / 15 = (30.10 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,43m$**

Análisis en "y"

LADO 1B – 1C. No pasa curva.
LADO 2B – 2C. No pasa curva.
LADO 3B – 3C. No pasa curva.
LADO 4B – 4C. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.17 - 29.95) / 15 = (30.00 - 29.95) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 3,41m$**
2.- $(30.17 - 29.95) / 15 = (30.10 - 29.95) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,23m$**

Análisis en las diagonales "xy"

LADO 1B – 2C. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.02 - 29.97) / 21.21 = (30.00 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 12,73m$**

LADO 2B – 3C. No pasa curva.
LADO 3B – 4C. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.17 - 29.94) / 21.21 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 5,53m$**
2.- $(30.17 - 29.94) / 21.21 = (30.10 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 14,75m$**

c).- Análisis en los cuadrantes III

Análisis en "x"

LADO 1D – 2D. No pasa curva.
LADO 2D – 3D. Si pasa curva. **CN = 30.10**

1.- $(30.14 - 30.055) / 15 = (30.10 - 30.055) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 7,94m$**

LADO 3D – 4D. Si pasa curva. **CN = 30.10 Y CN = 30.20**

1.- $(30.26 - 30.055) / 15 = (30.10 - 30.055) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 3,29m$**
2.- $(30.26 - 30.055) / 15 = (30.20 - 30.055) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,61m$**

Análisis en "y"

LADO 1C – 1D. Si pasa curva. **CN = 30.10**

1.- $(30.20 - 30.045) / 15 = (30.10 - 30.045) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 5,32m$**

LADO 2C – 2D. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.14 - 29.97) / 15 = (30.00 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 2,65m$**

2.- $(30.14 - 29.97) / 15 = (30.10 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 11,47m$**

LADO 3C – 3D. Si pasa curva. **CN = 30.00**

1.- $(30.055 - 29.94) / 15 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 7,83m$**

LADO 4C – 4D. Si pasa curva. **CN = 30.20**

1.- $(30.26 - 30.17) / 15 = (30.20 - 30.17) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 5,00m$**

Análisis en las diagonales "xy"

LADO 2C – 1D. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.20 - 29.97) / 21.21 = (30.00 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 2,77m$**

2.- $(30.20 - 29.97) / 21.21 = (30.10 - 29.97) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 11,99m$**

LADO 3C – 2D. Si pasa curva. **CN = 30.00 Y CN = 30.10**

1.- $(30.14 - 29.94) / 21.21 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 6,36m$**

2.- $(30.14 - 29.94) / 21.21 = (30.10 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 16,97m$**

LADO 3C – 4D. Si pasa curva. **CN = 30.00; CN = 30.10 Y CN = 30.20**

1.- $(30.26 - 29.94) / 21.21 = (30.00 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 3,97m$**

2.- $(30.26 - 29.94) / 21.21 = (30.10 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 10,61m$**

3.- $(30.26 - 29.94) / 21.21 = (30.20 - 29.94) / X_i$. Por lo tanto: **$X_i = 17,23m$**

Se puede hacer una tabla auxiliar con los datos interpolados que facilite el dibujo, lo recomendable es que conforme se van calculando las distancias horizontales "x" con su cota redonda respectiva se vayan dibujando en la cuadrícula del terreno a la escala correspondiente, recuerden que la representación gráfica de las curvas de nivel es en proyección horizontal, es lo que se conoce también como planialtimetría. Representación General de los Cálculos Realizados.

Por lo general, los datos de interpolación no se presentan en el dibujo, esos cálculos son internos, lo importante es el dibujo. En el dibujo se localizan los puntos con el escalímetro a las distancias calculadas por interpolación y se indica en el dibujo su cota redonda (elevación) y una vez dibujados los puntos, se unen por los puntos que tengan la misma cota o elevación, trazando así las curvas de nivel.

6.- Representación general de los cálculos realizados:

	LADOS (X)	LADOS (Y)	DIAGONALES (XY)	CN1	CN2	CN3	X1 (m)	X2 (m)	X3 (m)	
C U A D R O I	1A - 2A			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2A - 3A			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	3A - 4A			30.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	
	1B - 2B			30.00	0.00	0.00	10.71	0.00	0.00	
	2B - 3B			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	3B - 4B			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		1A - 1B			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2A - 2B			30.00	0.00	0.00	8.30	0.00	0.00
		3A - 3B			30.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00
		4A - 4B			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			1A - 2B		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			2A - 3B		30.00	0.00	0.00	12.73	0.00	0.00
		3A - 4B		30.00	0.00	0.00	13.26	0.00	0.00	
C U A D R O II	1C - 2C			30.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	
	2C - 3C			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	3C - 4C			30.00	30.10	0.00	3.91	10.43	0.00	
		1B - 1C			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		2B - 2C			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3B - 3C			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4B - 4C			30.00	30.10	0.00	3.41	10.23	0.00
			1B - 2C		30.00	0.00	0.00	12.73	0.00	0.00
			2B - 3C		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3B - 4C		30.00	30.10	0.00	5.53	14.75	0.00	
C U A D R O III	1D - 2D			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2D - 3D			0.00	30.10	0.00	0.00	7.94	0.00	
	3D - 4D			0.00	30.10	30.20	0.00	3.29	10.61	
		1C - 1D			0.00	30.10	0.00	0.00	5.32	0.00
		2C - 2D			30.00	30.10	0.00	2.65	11.47	0.00
		3C - 3D			30.00	0.00	0.00	7.83	0.00	0.00
		4C - 4D			0.00	0.00	30.20	0.00	0.00	5.00
			2C - 1D		30.00	30.10	0.00	2.77	11.99	0.00
			3C - 2D		30.00	30.10	0.00	6.36	16.97	0.00
		3C - 4D		30.00	30.10	30.20	3.97	10.61	17.23	

7.- Representación de la cuadrícula con las curvas de nivel

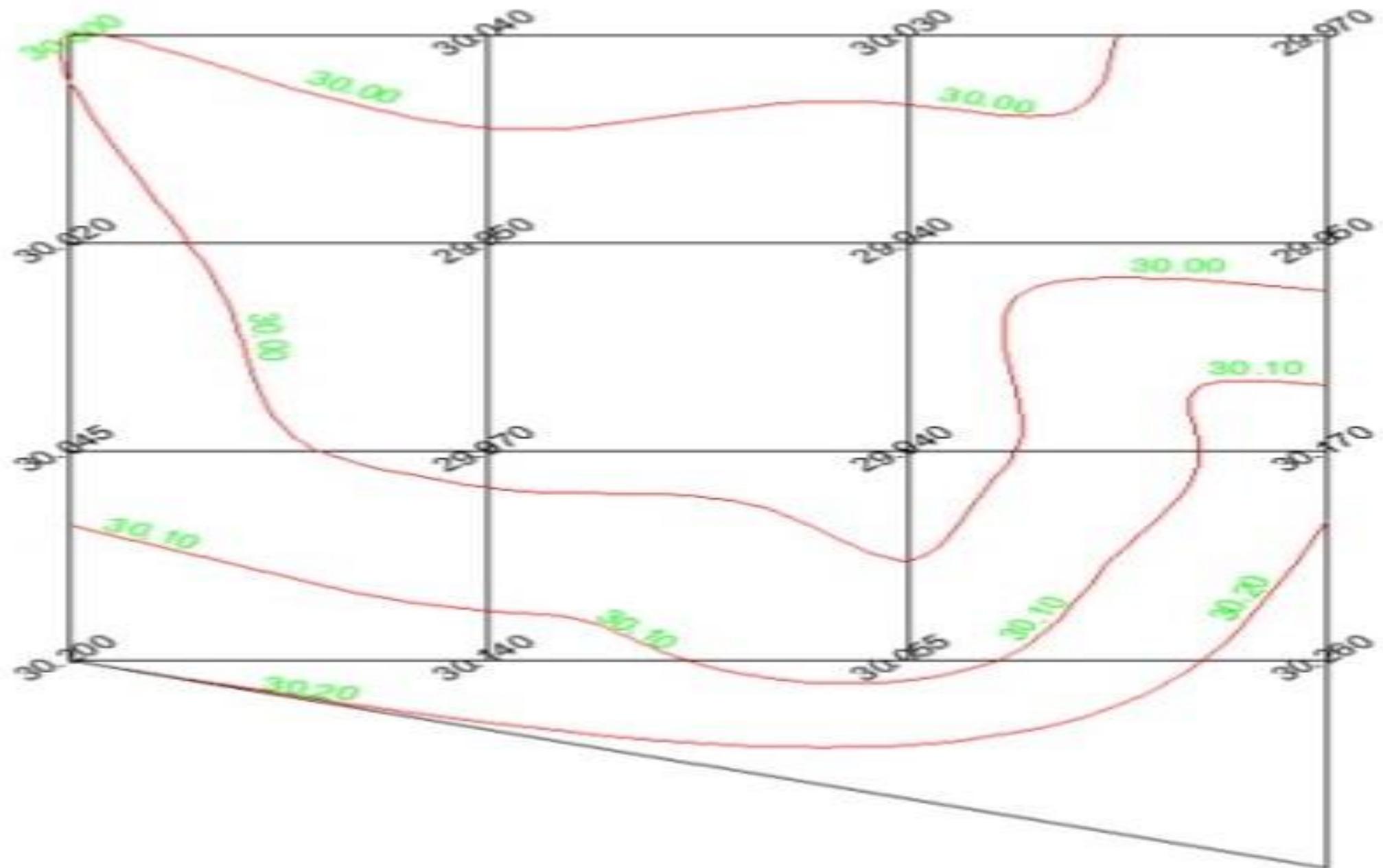
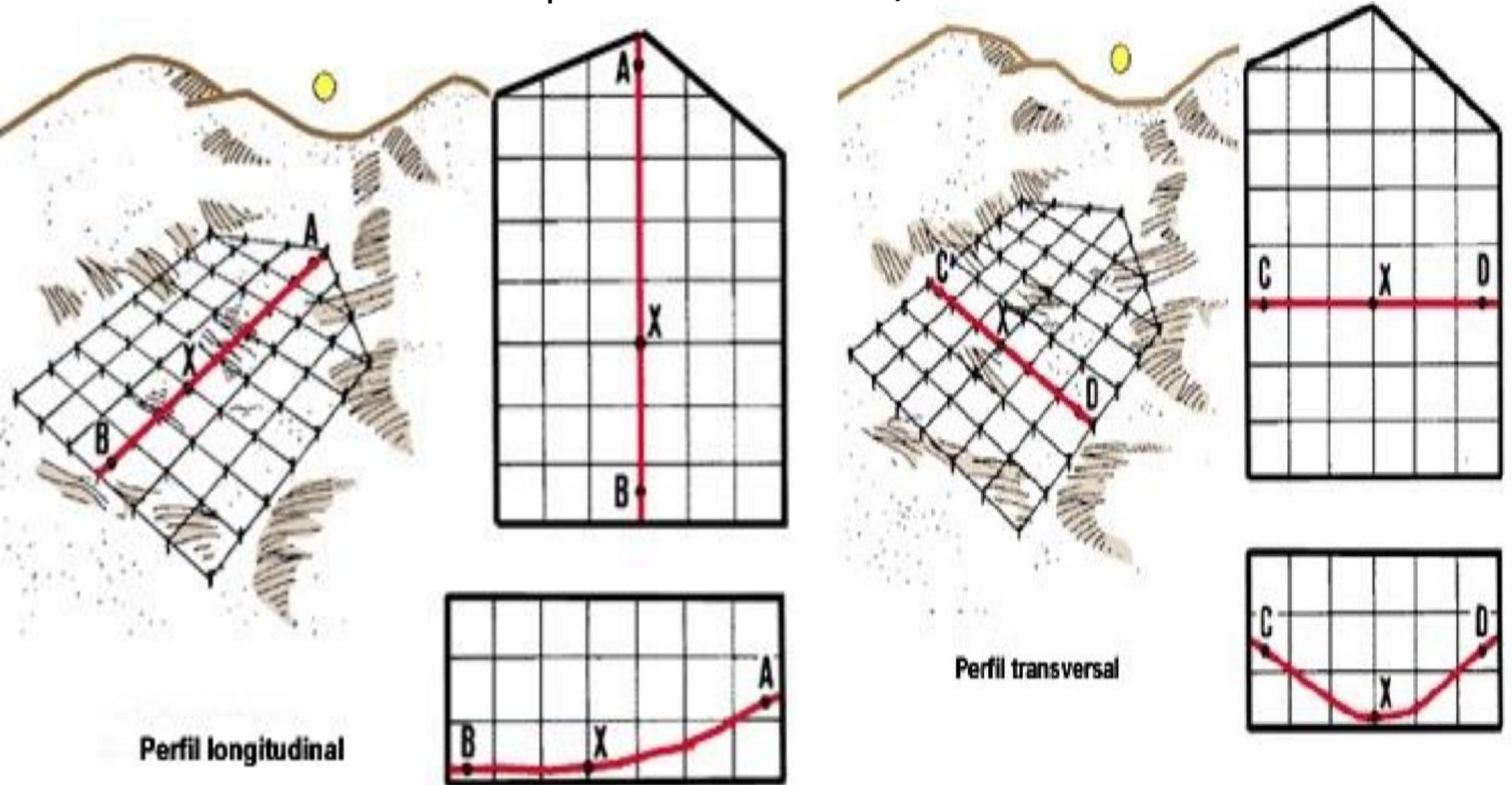


Figura: 04

- Quedando la representación gráfica del relieve del terreno, a una determinada escala, mediante curvas de nivel a una equidistancia de 0.1 m.
- La nivelación areal por el método de la cuadrícula se adapta mejor para determinar las curvas de nivel en terrenos que no presenten quiebres o accidentes marcados, sino que se caractericen por la suavidad en las formas.
- A una equidistancia de 0.1m, nuestra cuadrícula presenta 3 curvas de nivel, las cuales pasan por las cotas 30.00, 30.10 y 30.20.
- Una curva de nivel es una línea cerrada (o contorno) que une puntos de igual altura. Las curvas de nivel pueden ser visibles, como la orilla de un lago, pero por lo general en los terrenos se define solamente las alturas de unos cuantos puntos y se dibujan las curvas de nivel entre estos puntos de control.
- Las curvas concéntricas y cerradas, cuya curva va aumentando, representan montes o prominencias del terreno. Las curvas que forman contornos alrededor de un punto bajo y cuya cota va disminuyendo, se llaman curvas de depresión.
- Un rayado por dentro de la curva de depresión mas baja y que apunta hacia el fondo de una hondonada sin salida, hace a un mapa más fácil de leer. Las cotas de las curvas de nivel se indican en el lado cuesta arriba de las líneas o en interrupciones, para evitar confusión, deben indicarse por lo menos cada quinta curva.
- Los índices son aquellas que arbitrariamente establecemos cada cierta distancia, generalmente divisiones exactas(cada 5, 10, 50, 100, etc) y siempre se les indica su valor.

- Con las curvas de nivel podemos obtener perfiles de terreno.



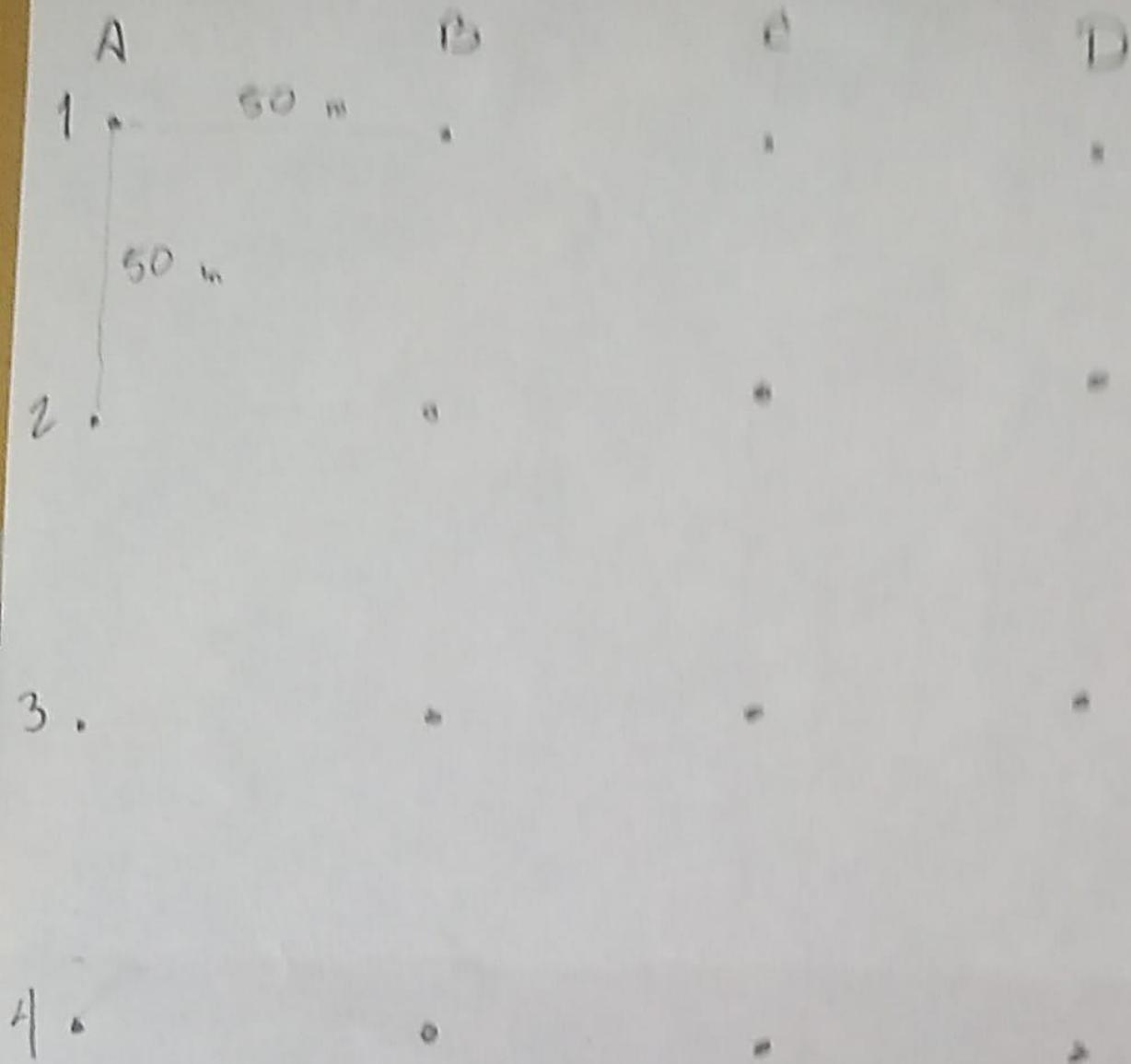
- Otro método para obtener las cotas redondas directamente en campo es mediante nivelaciones de perfil de cada una de las líneas que conforman la cuadrícula. Se proyectan los perfiles en la cuadrícula con las cotas redondas ubicadas y se unen los puntos con la misma elevación trazando así las curvas de nivel.



En la práctica, en Chapingo se le asigna a cada equipo de trabajo (brigada) un lote del Campo Experimental de San Ignacio para que hagan la cuadrícula y dibujen las curvas de nivel a cada 10cm (equidistancia = 10 cm), como en la imagen de Google Earth donde se muestra el Lote número 4 cuadrículado. Son 3 prácticas en una: Primero se traslada un Banco de Nivel hacia el Lote, luego se realizan nivelaciones de perfil longitudinales y transversales al Lote y finalmente se hace la cuadrícula para comprobar los datos.

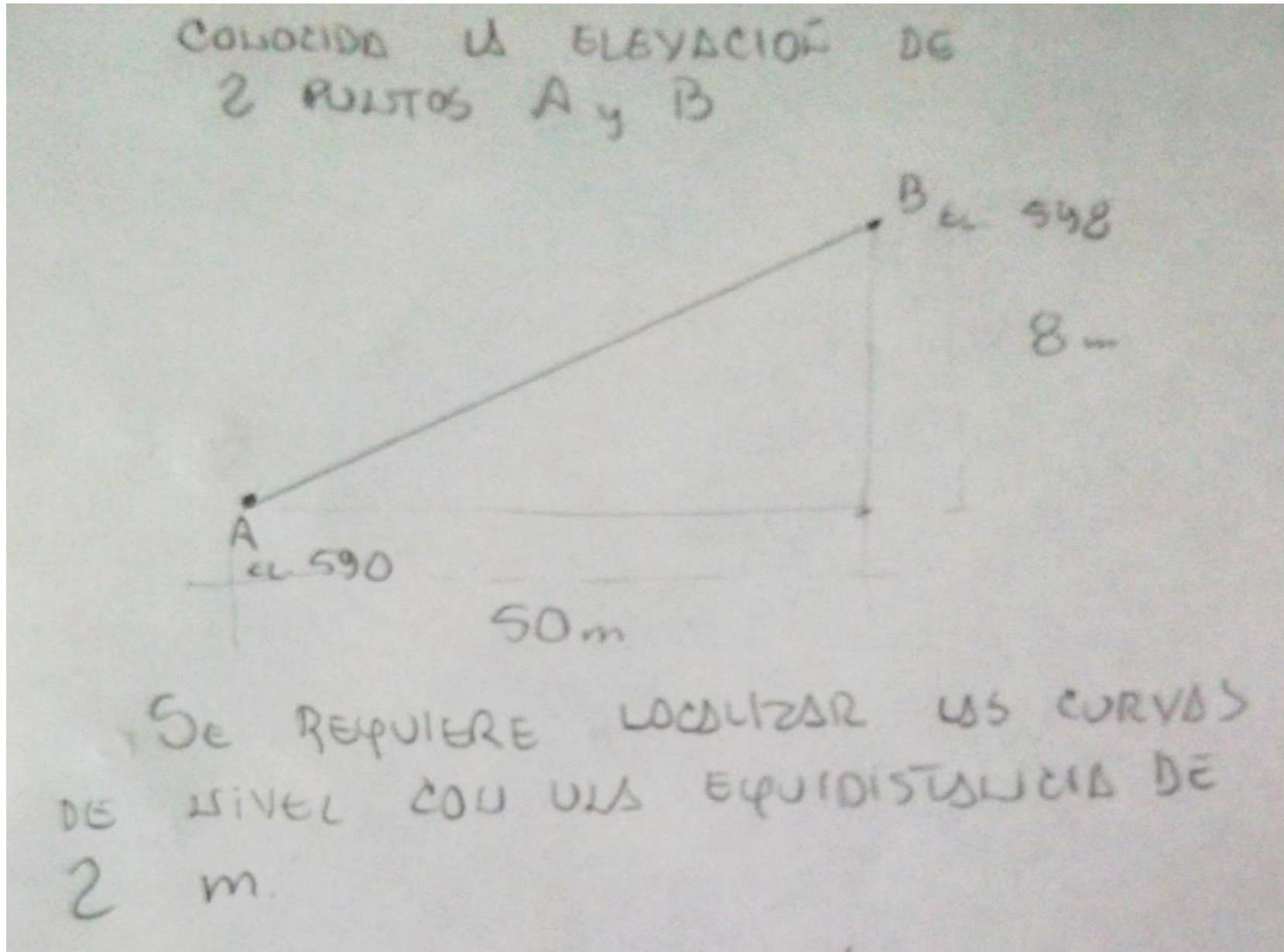
- La nivelación areal por el método de la cuadrícula este método se adapta mejor para determinar curvas de nivel en terrenos que no presenten quiebres o accidentes marcados, sino que se caractericen por la suavidad en las formas.
- De acuerdo al desarrollo de nuestra práctica, a una equidistancia de 0,1 m, nuestra cuadrícula presenta 3 curvas de nivel, las cuales pasan por las cotas: 30.00, 30.10 y 30.20.
- Una curva de nivel es una línea cerrada (o contorno) que une puntos de igual altura. Las curvas de nivel pueden ser visibles, como la orilla de un lago, pero por lo general en los terrenos se define solamente las alturas de unos cuantos puntos y se dibujan las curvas de nivel entre estos puntos de control.
- Las curvas concéntricas y cerradas, cuya altura va aumentando, representan montes o prominencias del terreno. Las curvas que forman contornos alrededor de un punto bajo y cuya cota va disminuyendo, se llaman curvas de depresión.
- Un rayado por dentro de la curva de depresión más baja y que apunta hacia el fondo de una hondonada sin salida, hace a un mapa más fácil de leer. Las cotas de las curvas de nivel se indican en el lado cuesta arriba de las líneas o en interrupciones, para evitar confusión; deben indicarse por lo menos cada quinta curva.
- Los índices son aquellas que arbitrariamente establecemos cada cierta distancia, generalmente divisiones exactas (cada 5, 10, 50, 100, etc., mts) y siempre se les indica su valor.
- Intermedias son las que trazamos entre cada dos curvas índice, también a la misma distancia entre ellas. ejemplo: si en un dibujo establecemos intervalos de curvas cada 2 metros e índices cada 10 metros, quiere decir que las curvas múltiplos de diez serán índice y las otras cuatro que se dibujan cada dos índices son intermedias.

Ejemplo de interpolación lineal para
dibujar curvas de nivel en una cuadrícula.



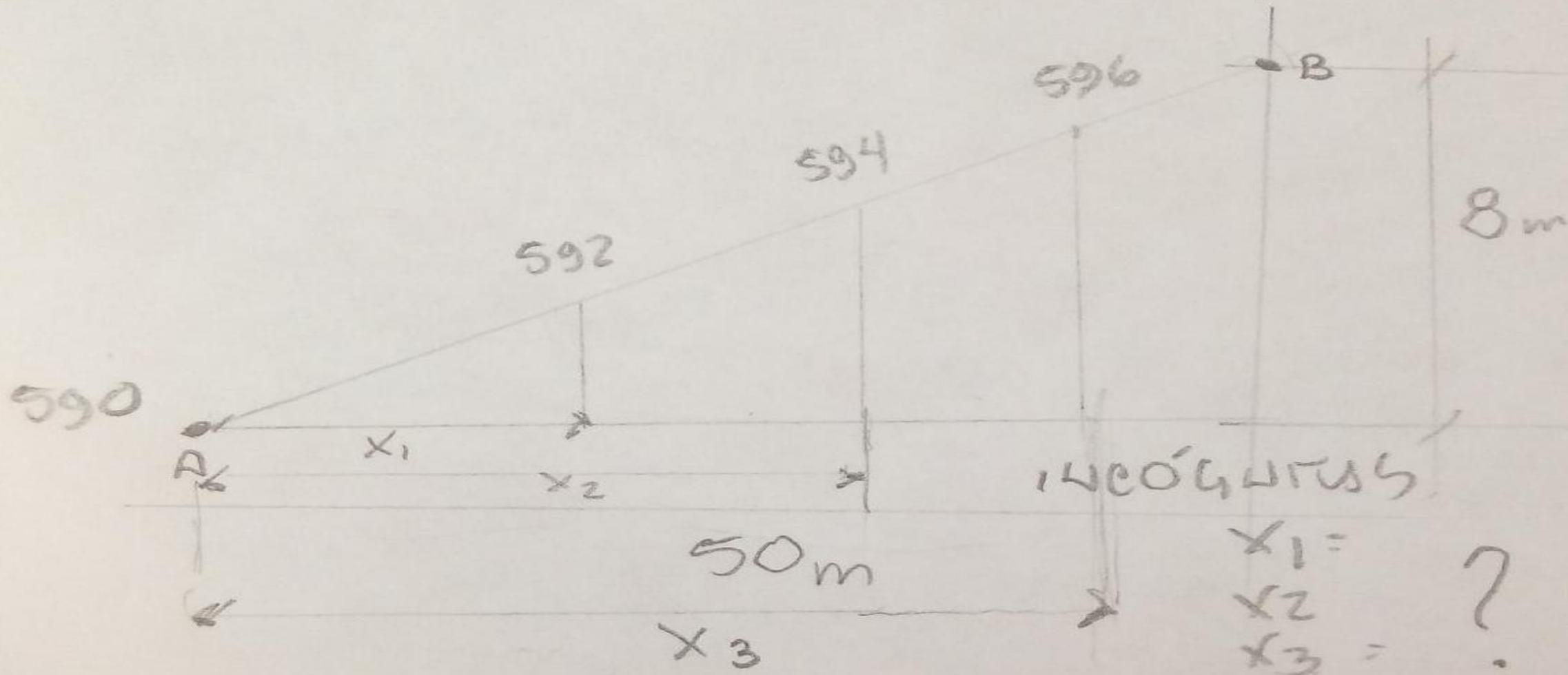
- Tenemos como ejemplo una cuadrícula de 50×50 m entre cada punto. En la cuadrícula conocemos las cotas de cada uno de los puntos. En el ejemplo las elevación o cota de A1 sería 590 m y la de B1 sería 598 m.
- El desnivel entre A1 Y B1 es de 8 m

- Tenemos entonces como datos la distancia entre los dos puntos que es de 50m y el desnivel entre ellos que es de 8m, como se muestra en la figura.

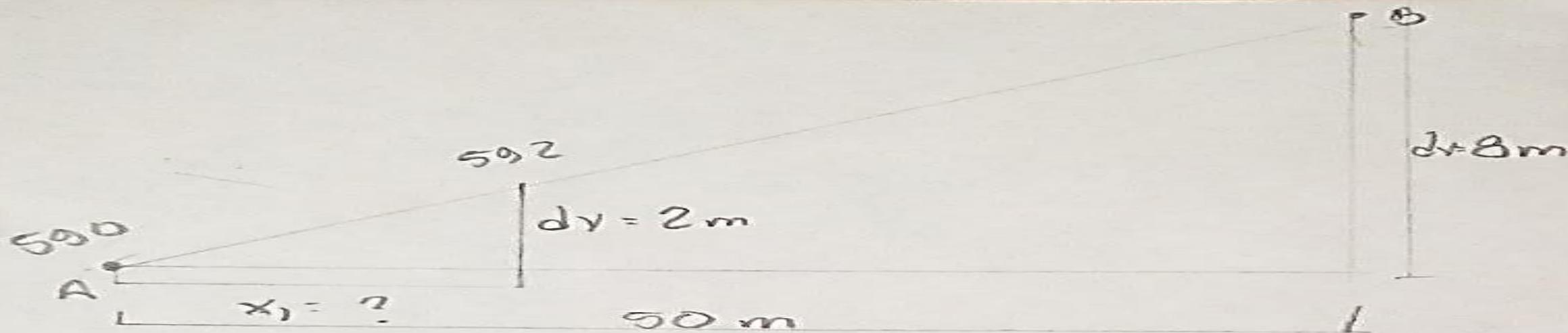


- Si queremos localizar las curvas de nivel entre los puntos A y B a un equidistante de 2m ¿Cuántas curvas de nivel a cada 2m hay entre los puntos?
- Punto A=590 m, Punto B=598 m, desnivel entre los puntos es 8 m y distancia entre los mismos es de 50 m.
- Necesitamos curvas de nivel a cada 2 m entre A y B.

ANALIZANDO LAS FIGURAS, VEMOS QUE
 HAY 3 CURVAS DE NIVEL. A CADA
 2 m ENTRE LOS PUNTOS A Y B



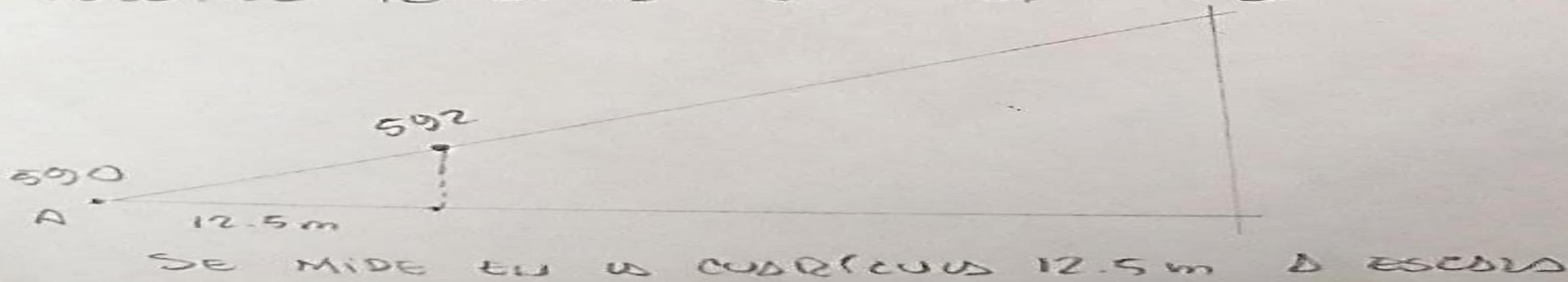
- Entre A y B pasan tres curvas de nivel: La 592, la 594 y la 596. Tenemos por lo tanto tres incógnitas, x_1, x_2, x_3 y que son las distancias a las que se localicen más curvas de nivel 592, 594 y 596.
- Vamos a localizar la curva de nivel 592 a partir del punto A.



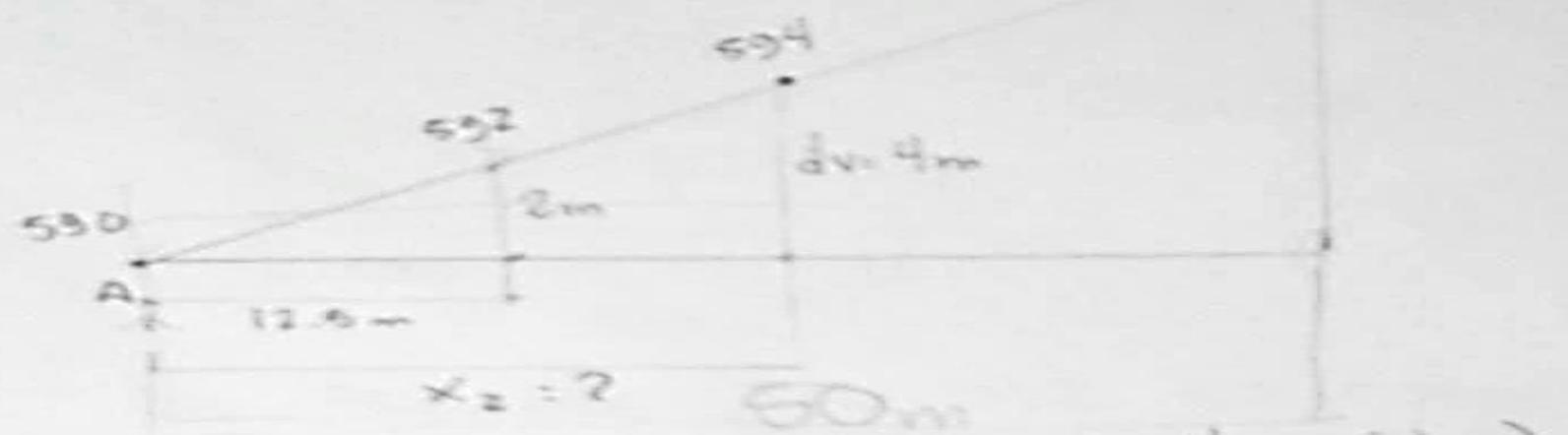
PARA LOCALIZAR LA CURVA DE NIVEL 592
 DEBEMOS ENCONTRAR x_1 ; SE RESUELVE
 POR UNA REGLA DE TRES

$$\frac{x_1}{50} = \frac{2}{8} \Rightarrow x_1 = \frac{100}{8} \Rightarrow x_1 = 12.5\text{ m}$$

A 12.5 m a partir del punto A se
 localiza la curva de nivel 592



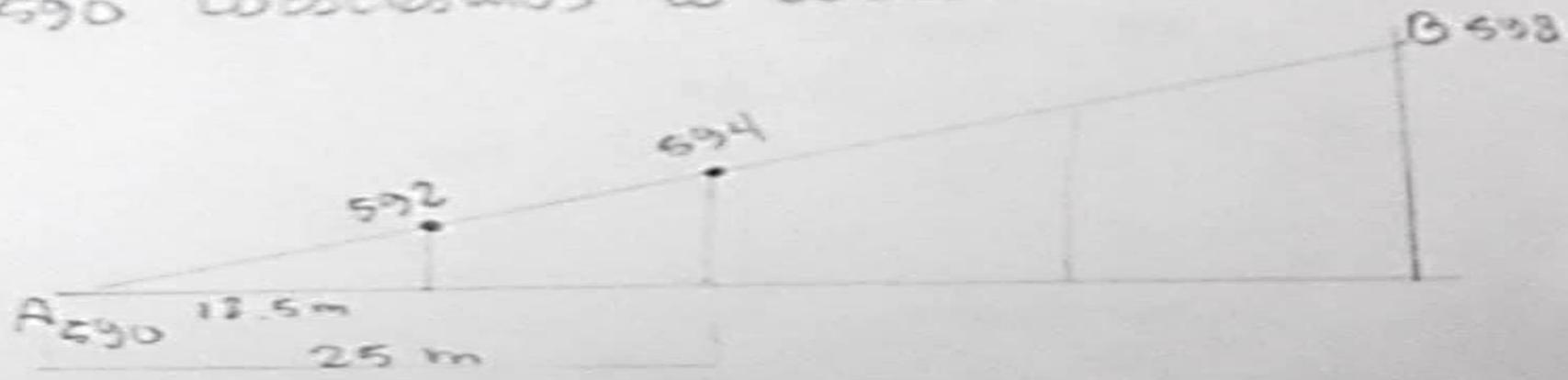
PARA LOCALIZAR LA CURVA CON COTA 594
DEBEMOS ENCONTRAR x_2



DESDE NIVEL DE A 590 HACIA $x_2 = 4m$ (dv)
ENTONCES:

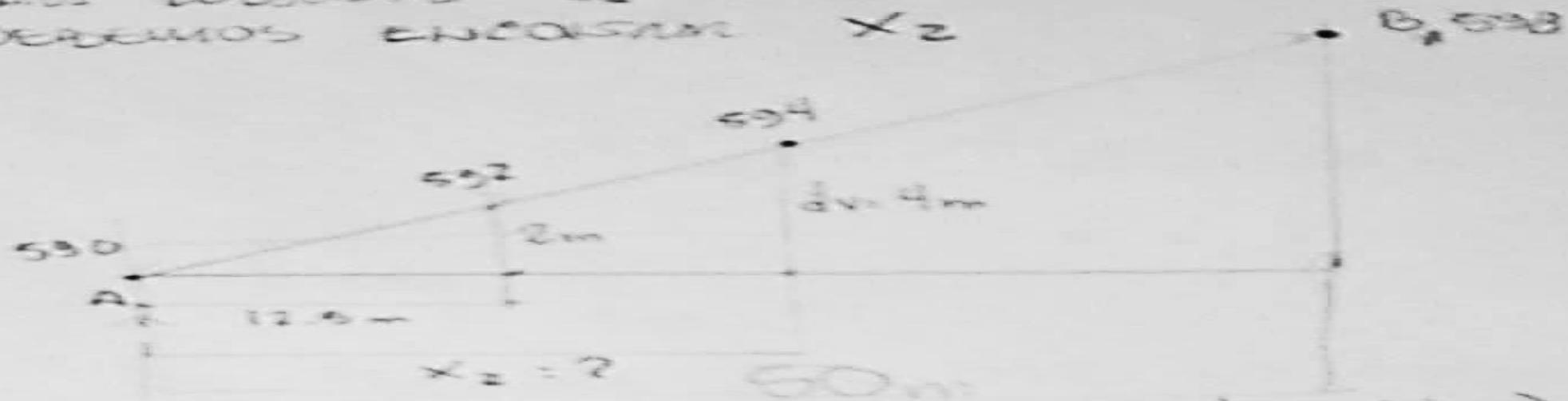
$$\frac{x_2}{50} = \frac{4}{8} \Rightarrow x_2 = \frac{200}{8} = \underline{x_2 = 25m}$$

POR LO QUE A 25m a partir del punto
A 590 LOCALIZAMOS LA CURVA DE NIVEL 594



- Nuestra incógnita es X_1 , pero conocemos el desnivel entre el punto A con cota 590 y la curva de nivel 592, que es de 2 m.
- Y conocemos la distancia de A hacia B que es de 50 m, y el desnivel que es de 8 m
- Entonces se resuelve por una regla de tres, de acuerdo a la siguiente relación: X_1 es a 50 m como 2m son a 8m(desnivel)
- Tenemos entonces que $X_1 = 12.5$ m, es la distancia que debemos medir desde A hacia B para localizar el punto por donde pasa la curva de nivel 592. Se tiene que medir a la escala de la cuadrícula
- Para localizar la siguiente curva de nivel 594 a partir del punto A hacemos algo similar

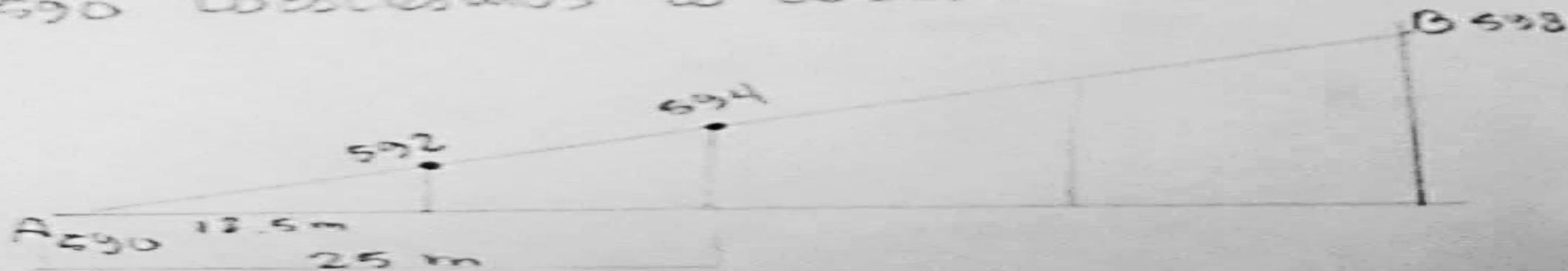
PARA DISEÑAR LA CURVA CON COTA 594
DEBEMOS ENCONTRAR x_2



DESNIVEL DE A 590 HACIA $x_2 = 4m$ (dv)
DISTANCIAS:

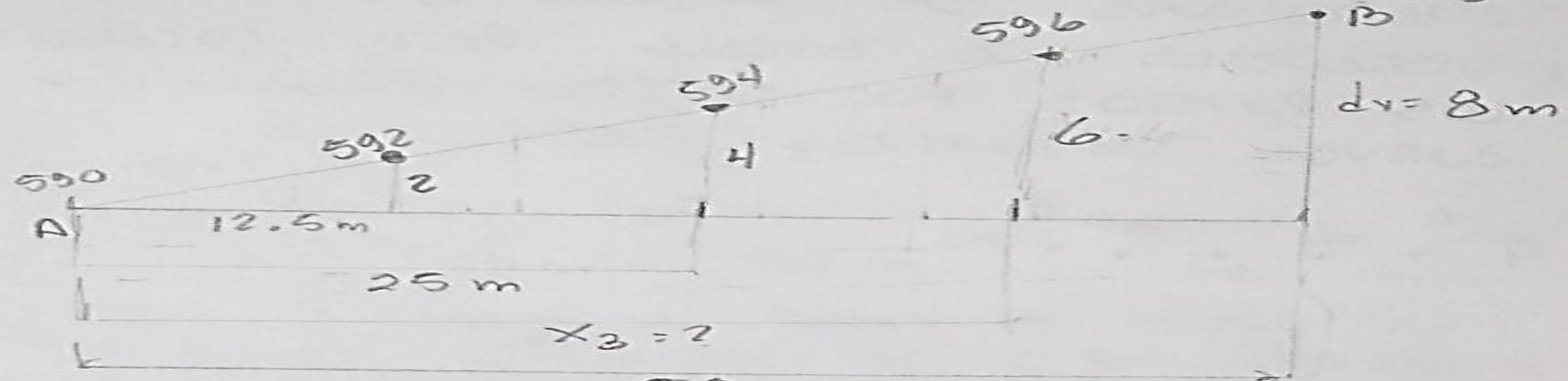
$$\frac{x_2}{50} = \frac{4}{8} \Rightarrow x_2 = \frac{200}{8} = \underline{x_2 = 25m}$$

POR LO QUE A 25m a partir del punto
A 590 LOCALIZAMOS LA CURVA DE NIVEL 594



- Nuestra incógnita ahora es X_2 que es la distancia del punto A hacia donde se localiza el punto por donde pasa la curva de nivel 594.
- La relación sería: X_2 m son a 50 m, como 4 m son a 8 m de desnivel, teniendo entonces que $x_2 = 25$ m.
- tenemos que medir en la cuadrícula a partir del punto A hacia B, 25 m a la escala de dibujo para localizar el punto por donde pasa la curva desnivel 594.
- Y finalmente para encontrar el valor de la incógnita X_3 , se hace lo conducente.

PARA LOCALIZAR LA CURVA 596
DEBEMOS ENCONTRAR LA DISTANCIA X_3

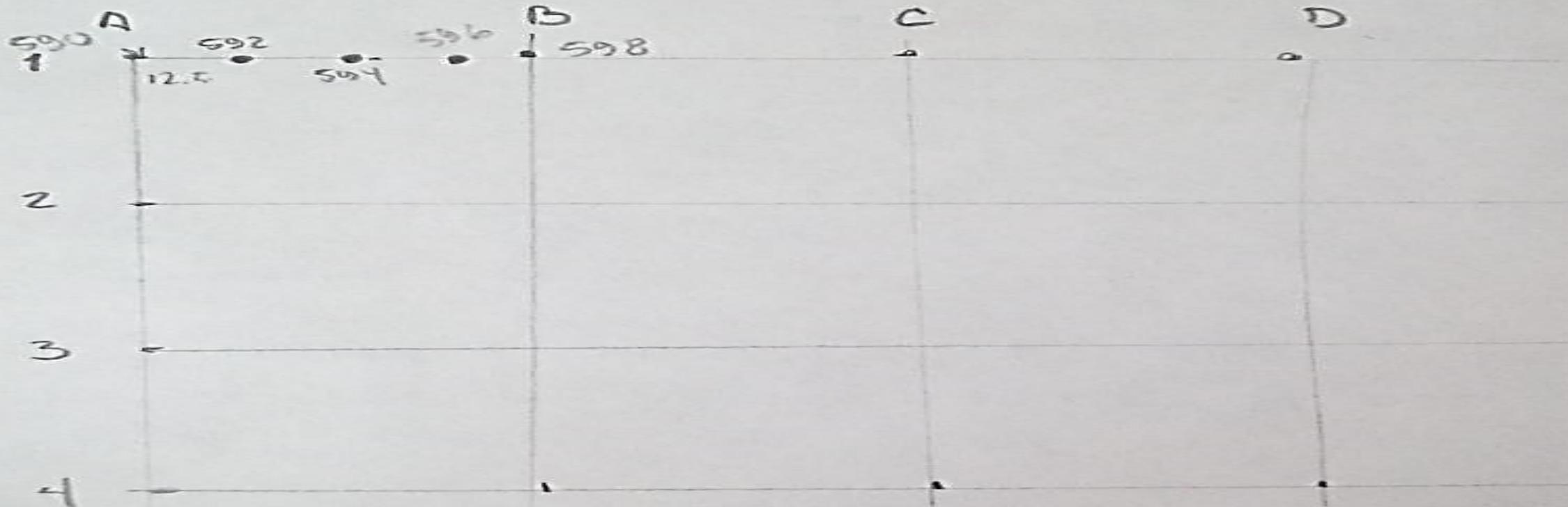


ENTONCES:

$$\frac{X_3}{50} = \frac{6}{10} \Rightarrow X_3 = \frac{300}{8} \Rightarrow X_3 = 37.5 \text{ m}$$

POR LO QUE A 37.5 m a partir del
punto A hacia el punto B se
localiza la curva de nivel 596

EN LA LINEA \overline{AB} DE LA CUADRÍCULA SE MIDEN LAS DISTANCIAS A ESCALA PARA LOCALIZAR LOS PUNTOS POR DONDE PASAN LAS CURVAS DE NIVEL RESPECTIVAS



- En la línea AB se miden estas distancias a escala a partir del punto A hacia B para localizar los puntos

- El mismo procedimiento se hace para cada tramo: A1 - A2, A2 - A3, A3 - A4, B1 - B2, B2 - B3.....etc, (y así sucesivamente)
- Hasta completar todos los tramos para finalmente unir los puntos con la misma cota o elevación y dibujar así las curvas de nivel.
- [Espero les haya sido mas claro este ejemplo para resolver el ejercicio mediante un interpolación lineal.
- Con las cotas que sean y a la distancia que sea, se resuelve igual

- Para dibujar un perfil de terreno en función de cadenamamientos y elevaciones, se recomienda lo siguiente:
- Tienes que definir dos ejes, uno para las distancias eje (x) y otro para las elevaciones (Z), dibújalos en un espacio de papel tamaño carta, o en la mitad de una hoja tamaño carta (de preferencia). En función de las magnitudes gráficas (lo que miden los ejes en cm) y las magnitudes reales de las distancias y las elevaciones en metros. En el ejemplo los cadenamamientos de los puntos visados estan a cada 20 m, desde el cadenamamiento 0+000 hasta el cadenamamiento 0+160, hay 160 metros de longitud que vas a representar en una línea de 16 cm ¿Cual sería la escala ideal? Respuesta 1:1000. Como se obtiene: Divides $160 \text{ m} / 0.16 \text{ m}$ (para determinar el número de veces que debes reducir esa longitud para que pueda dibujarse exactamente en esa magnitud gráfica), y esa sería nuestra escala horizontal., para la determinar la escala vertical hacemos lo mismo, para ello debemos determinar el desnivel (diferencia) entre la cota mayor y la cota menor suponiendo que la diferencia fuera de 3.5 m y queremos dibujar en una línea de 5 cm de longitud, entonces la escala resultaría de dividir $3.5 \text{ m} / 0.05 \text{ m} = 70$, la escala vertical sería 1:70, se puede usar la escala 1:75 y marcar las elevaciones en el eje vertical cada 0.5 metros. Para los cadenamamientos se marcarían los puntos a escala a cada 20 m en el eje horizontal, teniendo así un sistema coordinado para graficar los puntos de acuerdo a su cadenamamiento y elevación.