

EL USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS MODERNAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA TOPOGRAFÍA

THE USE OF MODERN TECHNOLOGICAL TOOLS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF TOPOGRAPHY

Washington Guillermo Meza Cabrera¹ (guiller_meza@hotmail.com)

César Augusto Eras Guamán² (cesar.erasg@ug.edu.ec)

Ignacia Torres Villegas³ (angelatorresvillegas@yahoo.com)

RESUMEN

En el artículo se propone una metodología de enseñanza-aprendizaje, basada en la vinculación de la teoría con la práctica, y su aplicación como técnica didáctica en la asignatura Topografía, la cual forma parte del pensum académico de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad de Guayaquil. La finalidad de esta estrategia es que el estudiante desarrolle sus habilidades de razonamiento y juicio crítico que les permitan enfrentarse a los desafíos en el aula de clases. En la investigación de la que se deriva el artículo se planteó un problema práctico de la vida real, relacionado con una vía de acceso a un recinto de la provincia del Guayas.

PALABRAS CLAVES: Enseñanza-aprendizaje, vinculación teoría-práctica, topografía, equipo de estación total, diseño de vías.

ABSTRACT

The article proposes a teaching-learning methodology, based on the link between theory and practice, and its application as a didactic technique in the subject Topography, which is part of the academic content of the Civil Engineering career of the University of Guayaquil. The purpose of this strategy is for the student to develop his / her critical thinking and reasoning skills that allow them to face the challenges in the classroom. In the investigation from which the article is derived, a practical real-life problem related to a way of access to an enclosure in the province of Guayas was raised.

KEY WORDS: Teaching-learning, theory-practice linkage, topography, total station equipment, road design.

¹ Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa. Ingeniero Civil. Profesor de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

² Magíster en Diseño Curricular. Ingeniero Industrial. Profesor de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

³ Magíster en Docencia Universitaria. Ingeniera Civil. Profesora de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, carrera Ingeniería Civil. Universidad de Guayaquil, Ecuador

Las actividades relacionadas al levantamiento topográfico han sido modificadas en los últimos tiempos, gracias a la incorporación de instrumentos de última tecnología, sin embargo, debido al desconocimiento de este tipo de tecnologías de punta por parte de los docente y alumnos, se origina un sin número de problemas relacionados con el manejo de equipos topográficos modernos, es así que surge una problemática en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, ya que existen equipos topográficos como es el caso de estación total, que no son utilizados eficientemente.

En un estudio del plan curricular se constató que no se han introducido los contenidos del uso de este tipo de herramientas tecnológicas en los programas de estudio de la asignatura Topografía, lo que produce un desnivel en el aprovechamiento de este importante material tecnológico, como consecuencia del desconocimiento en su uso y manejo, situación que se agrava porque no hay políticas de actualización tecnológica para los docentes de la asignatura. Además, se observa que no existe una guía o manual de técnicas y procedimientos para la utilización de estos recursos didácticos de tecnología de punta que contribuyan a su manejo eficiente.

Es importante señalar que las nuevas tecnologías brindan posibilidades de renovar el contenido de los cursos y los métodos androgógicos, en relación con los proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permiten orientar y facilitar los procesos mentales del estudiante, así como potenciar sus capacidades cognitivas del análisis, interpretación, innovación y desarrollo de nuevas ideas destinadas a dar soluciones, frente a los requerimientos de la realidad social que demanda continuamente cambios estructurales en función de las grandes necesidades y objetivos que se plantea desde su interior (Pachas, 2009).

El desconocimiento del uso de tecnología de punta, en la cátedra de Topografía de la Universidad de Guayaquil evidentemente limita el proceso de enseñanza-aprendizaje; si no se vincula la teoría con la práctica los estudiantes tendrán conocimientos limitados e inadecuados. Esto da lugar a que estemos preparando futuros profesionales con desventajas frente a otras universidades que forman ingenieros civiles, por lo tanto es oportuno incorporar a los cursos de Topografía la enseñanza de los fundamentos y prácticas necesarios para que los estudiantes adquieran estos conocimientos y desarrollen las habilidades y destrezas que les permitan el manejo instrumental de equipos como el de estación total, uno de los instrumentos más utilizados en la práctica topográfica.

Este artículo presenta como eje central los distintos aspectos contemplados en el levantamiento topográfico, con énfasis en el uso del equipo de estación total, mediante una propuesta de vincular la teoría con la práctica en el modelo de enseñanza-aprendizaje. Para que el estudiante pueda realizar este trabajo práctico, debe recurrir al aprendizaje teórico que adquirió en la asignatura Topografía, interrelacionando así la teoría con la práctica.

Aplicación práctica del equipo estación total en el diseño de una vía

Toda obra de ingeniería necesita un conocimiento del terreno expresado en un plano de la mejor calidad, a esto se agrega la necesidad de tener puntos en el terreno que sirvan de referencia para colocar otros puntos que definan características de la obra y permitan finalmente establecer los controles y chequeos definitivos, demostrando que se cumplen las condiciones establecidas previamente, de localización, altura, volumen, verticalidad, cabida, entre otros. Debido a esto, el uso de un equipo de estación total, permite a los ingenieros civiles reducir mucho tiempo de campo en la toma de datos y aumentar la precisión de sus trabajos. Con ello se agiliza el trabajo diario y cobra mayor eficacia, por otro lado, el referido equipo tiene diversos programas sencillos que permiten el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimutes y distancias. (Delgado, 2010).

A este equipo se le denomina estación total porque permite medir ángulos, distancias y niveles, lo que antes requería de varios instrumentos diferentes. Su precisión, facilidad de uso y la posibilidad de almacenar la información para luego descargarla en programas de CAD ha hecho que desplacen a los teodolitos, que ya están fuera de uso.

En la formación del ingeniero civil, no se puede ignorar la perspectiva basada en la realidad cotidiana, de forma tal que se vincule la teoría con la práctica, lo que se ilustra a continuación con un estudio aplicado a la vida real en donde el uso del equipo de estación total posibilita resolver problemas aplicados al diseño geométrico de una vía.

Descripción de la vía

La vía en estudio está ubicada en el cantón Daule, de la provincia del Guayas, aproximadamente a 4.500 metros de la parroquia rural de Laurel. La zona se encuentra a una cota de altura en inicio de la vía a 10.32 msnm y final de la vía a 8.91 msnm.

Las coordenadas son:

Inicio:

NORTE = 9802655.54 ESTE = 620293.58

Final:

NORTE = 9799728.986 ESTE = 620173.658



Esquema del tramo de carretera Yurima-Daule

El cálculo topográfico de la vía se realizó en base a perfiles transversales tomados en el campo. Para la elaboración de planos, tuvimos en cuenta los criterios de Batista y Belete (2013), quienes consideran que se plasma el reconocimiento de la vía, su respectiva nivelación de polígono y secciones transversales.

Conteo de tráfico

La vía tiene bajas condiciones de operación vehicular por las características estructurales de su calzada. El conteo de tráfico se realizó con un procedimiento manual para el cual se seleccionó una estación de conteo ubicada en la abscisa 0+000, entrada al recinto Yurima. Este conteo se llevó a cabo los 7 días de la semana, lo que permitió obtener el volumen de tránsito que circula por la zona. Para esto determinamos el tráfico promedio diario anual (TPDA), cuyos resultados presentamos en la siguiente tabla.

Tabla 1. Cálculo del tráfico promedio diario anual

Tipos de vehículos	Días de conteo							Promedio	Porcentaje
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo		
livianos	45	46	45	53	52	52	50	49	64,60%
Buses		3						3	3,95%
Camiones	25	25	26	24	22	21	24	24	31,45%
Total								76	100,00%

Velocidad de diseño

En nuestro estudio la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables serán de 60 K.P.H. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Tabla 2. Cálculo de elementos geométricos de la vía para alineamiento horizontal y vertical

NORMAS	CLASE IV 100 - 300 TPDA					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
VELOCIDAD DE DISEÑO	80	60	50	60	35	25

Nota: Se determina esta velocidad de acuerdo al tpda calculado (278 vehículos) y de acuerdo a la clasificación de las normas de diseño geométrico de carreteras (2003).

Velocidad de circulación

Con la velocidad de diseño calculada previamente $VD = 60$ km/h y aplicando la ecuación $VC = 0.8 \cdot VD + 6.5$ (TPDA < 1000), obtenemos que la velocidad de circulación para nuestro proyecto es $VC = 54.5$ KPH.

Donde:

VC = velocidad de circulación expresada en Km/Hora

VD = velocidad de diseño expresada en Km/Hora

Cálculo de la velocidad de circulación para nuestro diseño:

$$VC = 0.80VD + 6.50$$

$$VC = 0.80 (60) + 6.50$$

$$\underline{VC = 54,5 \text{ K.P.H}}$$

Tabla 3. Velocidad de circulación en km/h

Velocidad de diseño en km/h	Volumen de tránsito Bajo	Velocidad de tránsito intermedio	Velocidad de tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras (2003)

Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

Esta distancia se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$D_{vp} = D1 + D2$$

D1 = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto hasta la distancia de frenado expresada en metros.

D2= Distancia recorrida por el vehículo una vez aplicados los frenos.

$$D1 = 0.7 VC ; \quad D1 = 38,15 \text{ m}$$

$$D2 = Vc^2 / 254 * f;$$

Donde:

VC = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

$$f = 1.15 / Vc^{0.3}$$

$$f = 0.3465$$

$$D2 = (54,5)^2 / 254 * 0,3466 ;$$

$$D2 = 33,74 \text{ m}$$

$$Dvp = D1 + D2$$

$$Dvp = 38,15 + 33,74 = 71,89 \text{ m}$$

Distancias de visibilidad de rebasamiento

Es la distancia necesaria para que un vehículo que circula a velocidad de diseño rebase a otro que va a una velocidad menor sin que produzca la colisión con otro vehículo que viene en sentido contrario.

Esta distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Para carreteras de dos vías, la distancia de visibilidad está representada por la suma de cuatro distancias parciales que son:

$$Dr = D1 + D2 + D3 + D4$$

Donde:

D1, D2, D3 y D4 = distancias, expresadas en metros.

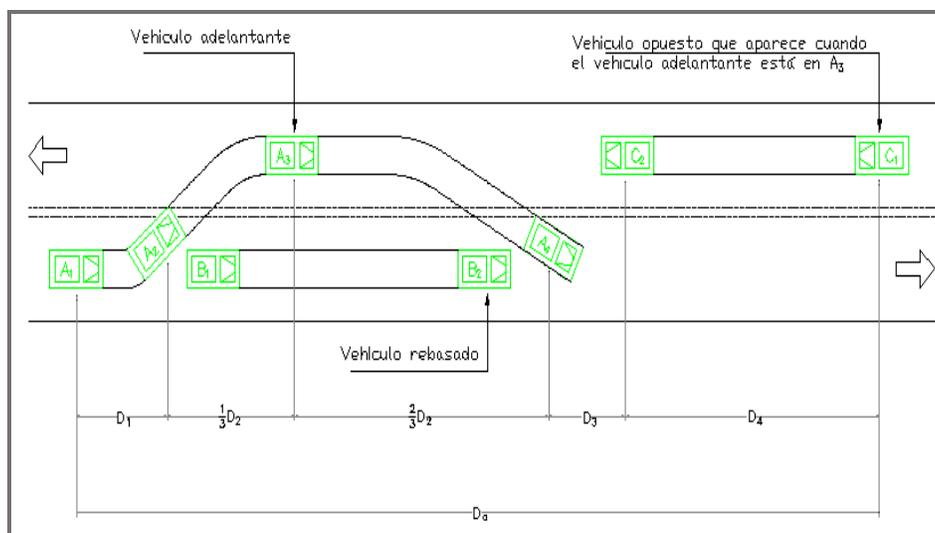
t1 = tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t2 = tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Km/hora.

m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en Km/hora. Esta diferencia se considera igual a 16 km/h promedio.

a = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo.



Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones de seguridad para carreteras de dos carriles

Tabla 4. Velocidad de circulación en km/h

Velocidad de diseño en km/h	Velocidad de circulación Asumida Km/h	Velocidad de vehículo Rebasante Km/h	Mínima distancia de visibilidad para el Rebasamiento (m)	
			Calculada	Redondeada
40	35	51	268	270
50	43	59	345	345
60	50	66	412	415
70	58	74	488	490
80	66	82	563	565
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830

Para el cálculo de las distancias parciales tenemos:

$$\mathbf{VD = 60 \text{ Km/h}}$$

$$\mathbf{t1 = 3,60 \text{ s (Cuadro A)}}$$

$$\mathbf{t2 = 9.30 \text{ s (Cuadro A)}}$$

$$\mathbf{V = 66 \text{ Km/h (velocidad de rebase asumida cuadro)}}$$

$$\mathbf{Vc = 50 \text{ Km/h (velocidad de circulación)}}$$

$$\mathbf{m = V - Vc = 16 \text{ Km/h}}$$

$$\mathbf{a = 2.24 \text{ Kph/s}}$$

Calculamos las distancias parciales:

$$\mathbf{D1 = 0.14 * t1 (2V - 2m + a*t1)}$$

$$\mathbf{D1 = 54.46 \text{ m}}$$

$$\mathbf{D2 = 0.28*V*t2}$$

$$\mathbf{D2 = 171.86 \text{ m}}$$

$$\mathbf{D3 = 0.187*V*t2 (30 \text{ m a } 90 \text{ m})}$$

$$\mathbf{D3 = 114.78 \text{ m}}$$

$$\mathbf{D4 = 0.18*V*t2}$$

La distancia D4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el que viene en sentido contrario, al final de la maniobra es variable para las distintas velocidades y según las pruebas realizadas por la AASHTO esta distancia para nuestro proyecto es de 60 km/h de velocidad de diseño es de 30 m.

Grupo de Velocidades- kph	48-64	64-80	80-96	96-112
Velocidad Promedio para Rebasamiento-kph	56,00	70,00	84,00	99,00
Maniobra inicial:				
a = aceleración promedio-kph/seg	2,24	2,29	2,35	2,40
t ₁ = tiempo - seg	3,60	4,00	4,30	4,50
d ₁ = distancia recorrida - m	44,00	66,00	88,00	112,00
Ocupación del carril del lado izquierdo:				
t ₂ = tiempo - seg	9,30	10,00	10,70	11,30
d ₂ = distancia recorrida - m	145,00	196,00	251,00	313,00
Vehículo opuesto:				
d ₃ = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30,00	55,00	76,00	91,00
d ₄ = distancia recorrida - m	30,00	55,00	76,00	91,00
Distancia de visibilidad para rebasamiento - m				
d _v = d ₁ + d ₂ + d ₃ + d ₄	316	448	583	725

Velocidad de diseño

Estudio de suelo

Se hace un muestreo en el campo y las muestras son llevadas al laboratorio para los ensayos respectivos y así poder determinar:

- Contenido natural de humedad.
- Expansión.
- Pasante tamiz 200.
- Granulometría.
- Límites de Attenberg.
- Ensayos de PROCTOR.
- Ensayos de CBR.

Los ensayos de materiales para determinar el CBR de diseño permiten calcular la estructura del pavimento.

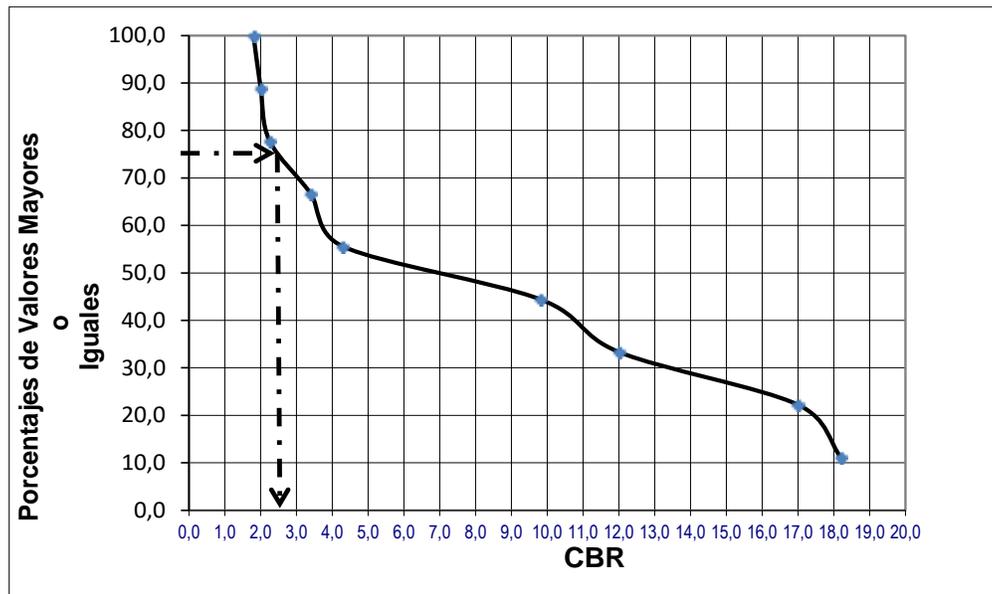
El C.B.R de diseño se ordena de menor a mayor.

El CBR de diseño se determina en base a la frecuencia de los diferentes CBR del suelo existente en la vía.

A continuación vemos el CBR del terreno de fundación de la vía en estudio.

Tabla 5: DISEÑO DEL CBR

PROYECTO: VIA DE ACCESO A RECINTO YURIMA					
UBICACIÓN: CANTÓN DAULE PROVINCIA DEL					
GUAYAS					
FECHA: ENERO DEL 2014					
DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO					
Abscisa	Profundidad	m	RESULTADOS DE ENSAYOS (DE MAYOR A MENOR)	NÚMERO DE RESULTADOS (MAYORES O IGUALES)	PORCENTAJE DE RESULTADOS MAYORES O IGUALES
2+700 - 1	0,00 - 0,50		18,20	1	11,1
0+900 - 1	0,00 - 0,50		17,00	2	22,2
2+700 - 2	0,50 - 1,00		12,00	3	33,3
1+800 - 1	0,00 - 0,50		9,80	4	44,4
0+900 - 2	0,50 - 1,00		4,30	5	55,6
1+800 - 2	0,50 - 1,00		3,40	6	66,7
2+700 - 3	1,00 - 1,50		2,25	7	77,8
1+800 - 3	1,00 - 1,50		2,00	8	88,9
0+900 - 3	1,00 - 1,50		1,80	9	100,0



Diseño de CBE: 2,5 %

La generación de equipos de topografía de última tecnología impone un cambio, no solamente de programas y contenidos, sino más bien en el proceso educativo; debido a que de esta manera se facilita el aprendizaje. Por ello es tan necesario que en la asignatura Topografía, como parte integral del conocimiento, se preste atención al uso y manejo del equipo digital estación total.

Esto posibilitará la formación integral de ingenieros civiles capacitados de acuerdo a las necesidades presentes y futuras, para contribuir de forma innovadora, solidaria y autónoma en la solución de diferentes problemas. Es decir, que el futuro ingeniero civil sea un profesional capacitado para utilizar apropiadamente los materiales y la energía, y que con la aplicación de las tecnologías de punta pueda aportar obras para beneficio de la comunidad, tales como sistemas viales, sanitarios, hidráulicos, estructurales, de transporte, de protección y conservación ambiental. Todo ello está íntimamente relacionado con la topografía.

REFERENCIAS

- Batista, Y. E. y Belete, O. (2013). Consideraciones sobre la exactitud de las redes de levantamiento topográfico. *Minería & Geología*, 29(3), 56-64.
- Delgado, J. A. P. (2010). Valoración de la gestión ambiental en la construcción de vías rurales del Ecuador. Resultados preliminares. Inédito.
- Pachas, R. (2009). El levantamiento topográfico: Uso del GPS y estación total. *Academia*, 8(16), 29-45.