



Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía San Vicente hasta Punta de Piedra - 24 de mayo parroquia Sucre

Geometric and structural design of the pavement of the San Vicente road to Punta de Piedra - May 24, Sucre parish

Projeto geométrico e estrutural do pavimento da estrada de San Vicente para Punta de Piedra - 24 de maio, Paróquia de Sucre

Marcos Párraga ^I

parraga-marcos6165@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-0103-2205>

Digna Elizabeth Loor-Sierra ^{II}

digna.loor@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4322-9852>

Mercedes Marcela Pincay-Pilay ^{III}

marcela.pincay@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9730-5481>

Correspondencia: digna.loor@unesum.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 17 de noviembre de 2024 * **Aceptado:** 16 de diciembre de 2024 * **Publicado:** 15 de enero de 2025

- I. Ingeniero Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- II. Ingeniera Civil, Magister en Geotecnia, Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- III. Ingeniera en Estadística Informática, Magister en Comunicación y Marketing, Docente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Resumen

El presente estudio presenta un diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía que conecta San Vicente con Punta de Piedra, en el cantón 24 de Mayo, parroquia Sucre, Ecuador. El objetivo principal es garantizar que la vía cumpla con las condiciones de servicio requeridas durante su vida útil, mejorando así la conectividad y potenciando el desarrollo económico de la región. La metodología siguió un enfoque cualitativo e incluyó un levantamiento topográfico detallado y un conteo vehicular (TPDA) que proyectó un tráfico promedio diario de 115.33 vehículos por día, clave para definir el diseño estructural del pavimento. Además, se realizaron ensayos de suelo, utilizando el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) para evaluar la resistencia del suelo y determinar el CBR, que resultó en un valor promedio de 19.89%. Como resultado se obtuvo diseñar un pavimento compuesto por 3 cm de carpeta asfáltica, 10 cm de base y 25 cm de subbase, conforme a las normas AASHTO-93, asegurando que la vía pueda soportar el tráfico proyectado y cumpla con las exigencias de durabilidad y funcionalidad. Como conclusión este estudio no solo proporciona una solución técnica para mejorar la vía, sino que también aporta al desarrollo social y económico de la región.

Palabras clave: Diseño de vía; diseño geométrico; capacidad portante; análisis TPDA y levantamiento topográfico.

Abstract

This study presents a geometric and structural design of the pavement of the road that connects San Vicente with Punta de Piedra, in the 24 de Mayo canton, Sucre parish, Ecuador. The main objective is to ensure that the road meets the required service conditions during its useful life, thus improving connectivity and enhancing the economic development of the region. The methodology followed a qualitative approach and included a detailed topographic survey and a vehicle count (TPDA) that projected an average daily traffic of 115.33 vehicles per day, key to defining the structural design of the pavement. In addition, soil tests were performed, using the Dynamic Cone Penetrometer (DCP) to evaluate the soil strength and determine the CBR, which resulted in an average value of 19.89%. The result was a pavement design consisting of 3 cm of asphalt, 10 cm of base and 25 cm of subbase, in accordance with AASHTO-93 standards, ensuring that the road can support the projected traffic and meet the requirements of durability and functionality. In conclusion, this study

not only provides a technical solution to improve the road, but also contributes to the social and economic development of the region.

Keywords: Road design; geometric design; load-bearing capacity; TPDA analysis and topographic survey.

Resumo

Este estudo apresenta um projeto geométrico e estrutural do pavimento da estrada que liga San Vicente a Punta de Piedra, no cantão 24 de Mayo, paróquia de Sucre, Equador. O principal objetivo é garantir que a estrada cumpre as condições de serviço necessárias durante a sua vida útil, melhorando assim a conectividade e impulsionando o desenvolvimento económico da região. A metodologia seguiu uma abordagem qualitativa e incluiu um levantamento topográfico detalhado e uma contagem de veículos (TPDA) que projetava um tráfego médio diário de 115,33 veículos por dia, fundamental para definir o projeto estrutural do pavimento. Além disso, foram realizados ensaios de solo utilizando o Penetrómetro Cone Dinâmico (DCP) para avaliar a resistência do solo e determinar o CBR, que resultou num valor médio de 19,89%. O resultado foi um projeto de pavimentação composto por 3 cm de asfalto, 10 cm de base e 25 cm de sub-base, de acordo com as normas AASHTO-93, garantindo que a estrada pode suportar o tráfego projetado e cumprir a durabilidade e funcionalidade. Concluindo, este estudo não só fornece uma solução técnica para melhorar a estrada, como também contribui para o desenvolvimento social e económico da região.

Palavras-chave: Projeto de vias; desenho geométrico; capacidade de carga; Análise TPDA e levantamento topográfico.

Introducción

La construcción de vías ha sido históricamente un signo de civilización avanzada, ya que posibilita la conexión entre territorios y el transporte de suministros fundamentales. A medida que las ciudades crecen en tamaño y densidad poblacional, la necesidad de establecer comunicaciones eficientes con otras áreas se vuelve absoluta. Un ejemplo notable de infraestructura vial avanzada es la red de carreteras construida por los Incas, que se extendía a lo largo de 3.680 km desde el actual Ecuador hacia el sur, incluso atravesando los Andes con excavaciones en roca (Bañón, 2007).

En Ecuador, la infraestructura vial ha enfrentado desafíos constantes debido a factores sísmicos y climáticos. Estos desafíos han causado inmobilizaciones y colapsos de caminos, que a su vez han afectado negativamente el desarrollo económico y productivo del país. A lo largo de décadas, los gobiernos han tenido que enfrentar estas situaciones con soluciones inmediatas, sin un soporte tecnológico adecuado que garantice la seguridad y durabilidad de las vías (NEVI-12, 2013). Las interrupciones y el deterioro de la red vial han fomentado la pobreza, limitando el acceso a bienes, productos y servicios esenciales garantizados por la constitución ecuatoriana.

El cantón 24 de Mayo, en la provincia de Manabí, es un ejemplo claro de los efectos negativos del mal estado de las carreteras. En particular, la vía que conecta San Vicente con Punta de Piedra se encuentra en condiciones deplorables, lo que ha perjudicado la actividad productiva en Sucre, la cabecera cantonal. Gran parte de los habitantes de las parroquias rurales prefieren trabajar en cantones vecinos, donde la conectividad es mejor, lo que disminuye las oportunidades de desarrollo en su propia comunidad.

El presente estudio es crucial para garantizar que la carretera ofrezca todas las condiciones de servicio necesarias durante su vida útil. Este trabajo se ha llevado a cabo utilizando las normas AASTHO-93 para el diseño estructural del pavimento, así como las normas ASTM y AASTHO para ensayos de suelo, y las normas de diseño geométrico MTOP 2003 y NEVI-12. Estas normas permiten determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), la capacidad del suelo a través del ensayo CBR, los límites de consistencia y la granulometría, lo que es fundamental para el desarrollo del cálculo del diseño geométrico y estructural del pavimento.

El objetivo es proponer un diseño geométrico y estructural del pavimento para la vía San Vicente hasta Punta de Piedra, orientado a garantizar que el camino cumpla con todas las condiciones de servicio durante todo su periodo de diseño. El mismo no solo mejorará la infraestructura vial de la zona, sino que también contribuirá al desarrollo económico y social del cantón, al facilitar el acceso a mercados y servicios vitales para la comunidad.

Desarrollo

El diseño de infraestructuras viales es un aspecto transcendental en el desarrollo socioeconómico de las comunidades, especialmente en áreas rurales donde la conectividad es un factor determinante para el acceso a mercados, servicios esenciales y oportunidades de crecimiento. En este contexto, se plantea un diseño que permita mejorar una vía de gran importancia para el cantón 24 de Mayo,

ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador. Esta vía, de aproximadamente 1 km de longitud, se encuentra en mal estado, lo que ha afectado significativamente la actividad productiva de la región.

Levantamiento Topográfico y Análisis de Suelo

La topografía es el pilar fundamental de la ingeniería civil. Montes de Oca (1989) menciona que la misma es esencial debido a que se basa en la geometría plana, geometría del espacio, trigonometría y las matemáticas en general. En este sentido Solórzano Bákit et al. (2020), define a esta aplicación como un levantamiento topografico en el cual se emplean estos conocimientos para determinar los límites y las características de un terreno, abarcando tanto mediciones horizontales como de elevación vertical del área analizada, además de la ubicación de las estructuras existente

Este levantamiento de información del terreno es esencial para el diseño geométrico de la vía, ya que permite ajustar el trazado de la carretera a las condiciones naturales del terreno, minimizando la necesidad de movimientos de tierra y, por lo tanto, reduciendo los costos de construcción.

Ensayo de tipo de suelo

La estructura física de los suelos se compone de partículas sólidas o granos que forman el esqueleto mineral resistente, junto con una serie de espacios entre estas partículas que pueden estar llenos de aire, agua o una combinación de ambos (Pedro, 2010).

Basado en este enfoque, se llevaron a cabo ensayos de suelo, incluyendo la determinación de la capacidad portante mediante el ensayo del Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y el cálculo del California Bearing Ratio (CBR). Estos ensayos son fundamentales para el diseño estructural del pavimento, ya que proporcionan datos clave sobre la resistencia del suelo y la necesidad de capas de refuerzo adecuadas para soportar el tráfico previsto (Suárez B. F., 2023).

Diseño Geométrico y Estructural

El tránsito vehicular proyectado para el periodo de diseño de pavimentos es una de las más importantes variables que determinan el diseño del espesor requerido para la construcción de una vía. El diseño geométrico de la vía se basó en el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), calculado a partir de estudios de aforo vehicular (Navarro Hudiel & Bustamante Arteaga, 2021). Este dato es crucial para definir la clasificación funcional de la vía y determinar las dimensiones necesarias para garantizar la seguridad y funcionalidad del pavimento. Siguiendo las normas MTOP (2003) y

NEVI-12 (2013), se definieron parámetros como la velocidad de diseño, los radios mínimos de curvatura, y las distancias de visibilidad necesarias para garantizar la seguridad vial.

El diseño estructural del pavimento se realizó utilizando el método AASHTO-93, que considera factores como la confiabilidad, la desviación estándar normal y el número estructural requerido para cada capa del pavimento. Este enfoque asegura que el pavimento tenga la capacidad de soportar el tráfico proyectado durante su vida útil, teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales y la naturaleza del terreno

Impacto del Proyecto

La implementación del diseño propuesto no solo mejorará significativamente la calidad de la vía entre San Vicente y Punta de Piedra, sino que también tendrá un impacto positivo en la economía local. Al mejorar la conectividad, se facilitará el acceso a mercados y se potenciará la actividad productiva en sectores como la agricultura y la ganadería. Además, la mejora de la infraestructura vial contribuirá a reducir los costos de transporte y mantenimiento de vehículos, y podría fomentar el desarrollo de nuevas oportunidades en áreas como el turismo y la agroindustria

En resumen, este proyecto no solo se enfoca en la mejora técnica de una vía, sino que también considera su impacto a largo plazo en el desarrollo social y económico de la comunidad. La aplicación de normas técnicas rigurosas y la consideración de las particularidades locales aseguran que la vía sea duradera, funcional y segura, beneficiando a la población del cantón 24 de Mayo en múltiples aspectos.

Materiales y métodos

El diseño de la investigación es de tipo experimental, orientado a establecer una relación causa-efecto para resolver un problema específico. Dado que el tema de la investigación tiene un sustento teórico, se realizó una investigación de tipo aplicativo, con el objetivo de obtener el diseño estructural y geométrico de la vía.

El enfoque metodológico utilizado en el trabajo es cuantitativo, basado en la recolección y análisis de datos numéricos para llegar a conclusiones. Este enfoque es adecuado para proporcionar una perspectiva clara y objetiva en la toma de decisiones dentro del proyecto.

La población y muestra de estudio comprenden la vía San Vicente hasta Punta de Piedra, ubicada en la parroquia Sucre, cantón 24 de mayo, provincia de Manabí. Se utilizó un método de muestra probabilística, y se incluyó la mecánica de suelo como parte fundamental del estudio.

Para la recolección de datos, se emplearon varias técnicas y herramientas especializada como:

- **Levantamiento Topográfico:** Se utilizó equipo de topografía avanzado para obtener información precisa sobre la geometría del terreno. Este levantamiento es crucial para diseñar un trazado de vía que se ajuste a las características naturales del terreno, minimizando la necesidad de movimientos de tierra y optimizando los costos de construcción.
- **Ensayos de Suelo:** Se llevaron a cabo ensayos de capacidad portante utilizando el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP). Estos ensayos permiten evaluar la resistencia del suelo y son fundamentales para el diseño estructural del pavimento. Además, se realizó el cálculo del California Bearing Ratio (CBR) para cada sección analizada, proporcionando un indicador clave de la capacidad de soporte del suelo.
- **Conteo de Tráfico (TPDA):** Se realizó un conteo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) para evaluar la carga vehicular que la vía deberá soportar. Este dato es esencial para definir el diseño estructural del pavimento y garantizar que la vía pueda soportar el tráfico proyectado durante su vida útil.

Los datos recolectados fueron procesados utilizando herramientas estadísticas y software especializado en ingeniería civil. Se realizó un análisis detallado del suelo, el tráfico, y las condiciones del terreno, que sirvieron como base para el diseño geométrico y estructural del pavimento, conforme a las normas vigentes y métodos estandarizados.

Resultados

Levantamiento Topográficos y Aforos Vehicular

El levantamiento topográfico realizado a lo largo del tramo de 1 km de la vía San Vicente hasta Punta de Piedra permitió obtener un perfil detallado de las elevaciones y contornos del terreno.

La Figura 1 muestra el levantamiento topográfico en la abscisa 0+300, donde se observan las características geográficas del terreno. Esta información fue crucial para el diseño geométrico de la vía, asegurando que el trazado se ajustara de manera óptima a las condiciones naturales del terreno, minimizando la necesidad de movimientos de tierra y reduciendo los costos de construcción.

Figura1: Levantamiento topográfico abscisa 0+300



No obstante, se llevó a cabo un aforo vehicular durante un período de siete días consecutivos, lo que permitió calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Tabla1: Estimación de tránsito actual

AFORO VEHICULAR		EST. En ABCISCA 0+000 DEL SECTOR SAN VICENTE	PROYECTO: ESTUDIO DE CAMINO VECINAL PARA SUPERAR EL MAL ESTADO DE LA VÍA SAN VICENTE HASTA PUNTA DE PIEDRA - 24 DE MAYO							Total por día según su Tipo Vehículo	PROMEDIO
ESTACION	FECHA		24/09/2022								
CLASE	TIPO		Lunes 17/09	Martes 18/09	Miércoles 19/09	Jueves 20/09	Viernes 21/09	Sabado 22/09	Domingo 23/09		
LIVIANO	1 Automoviles y Vagonetas 		11	9	5	12	12	8	10	67	9.571
	2 Camionetas (Hasta 2 Tn) 		31	21	19	23	22	31	22	169	24.143
	3 Minibuses (Hasta 15 pasajeros) 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
	MB Microbuses (Hasta 21 pasajeros de 2 ejes) 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
OMNIBUS	B2 Buses Medianos (Hasta 35 pasajeros; de 2 ejes) 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
	B3 Buses Grandes (más de 35 pasajeros; de 3 ejes) 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
CAMION	C2m Camiones Medianos (2,5 a 10,0 t; de 2 ejes) 		4	0	0	0	4	0	0	8	1.143
	C2 Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 2 ejes) 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
	C3 Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 3 ejes) 		0	0	0	0	0	0	1	1	0.143
SEMI-TRAILER	CSR Camiones Semi remolque 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
	CR Camiones Remolque 		0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
12	Otros Vehiculos 		53	39	59	50	58	40	41	340	48.571
	Tdi=		99	69	83	85	96	79	74	585	83.571

La tabla anterior muestra la estimación del tránsito actual. Con base a esto se registran un TPDA de 115.33 vehículos/día. Este dato fue utilizado para clasificar funcionalmente la vía como una vía de tercer orden, lo que, conforme a las normativas vigentes, establece un límite de velocidad permitido de 50 km/h para garantizar la seguridad vial en este tipo de infraestructura.

Ensayo de suelo y Capacidad Portante

Para garantizar un diseño estructural sólido del pavimento, se realizaron ensayos de suelo importantes para evaluar la capacidad portante del terreno a lo largo del tramo de la vía. Entre estos ensayos el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) fue el método principal, dado que el mismo permite determinar la resistencia del suelo a través de la medición de la penetración del cono en función a los números de golpes aplicados. Estos datos son cruciales para el diseño de las capas del pavimento.

Tabla2: Datos tomados en campo DCP

N°	Abscisa 0+000		Abscisa 0+500		Abscisa 1+000	
	Numero de golpes (A)	Penetración acumulada (B)	Numero de golpes (A)	Penetración acumulada (B)	Numero de golpes (A)	de Penetración acumulada (B)
1	0	240	0	240	5	240
2	5	258	5	314	5	285
3	5	279	5	403	5	309
4	5	298	5	510	5	341
5	5	322	5	604	5	377
6	5	354	5	695	5	441
7	5	390	5	786	5	518
8	5	460	5	868	5	611
9	5	560	2	900	5	762
10	5	660			2	905
11	5	753				
12	5	826				
13	5	907				

El ensayo DCP se llevó a cabo en tres abscisas clave: 0+000, 0+500, y 1+000. Los resultados de estos ensayos, que se detallan en la tabla anterior, muestran la penetración acumulada del cono en función del número de golpes. Estos datos revelan diferencias significativas en la capacidad

portante del suelo a lo largo del tramo estudiado. Por ejemplo, en la abscisa 0+500, la penetración acumulada fue mayor, lo que indica una menor resistencia del suelo en esa sección, lo que es crítico para el diseño del pavimento.

A partir de los datos obtenidos anteriormente del DCP, se calculó el índice de DCP (mm/golpe), que está directamente relacionado con la resistencia del suelo y se representan en la siguiente tabla:

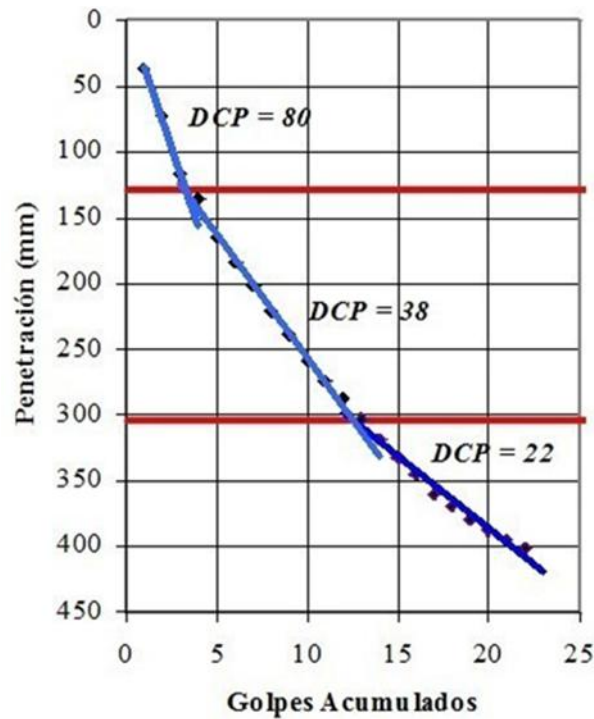
Tabla 3: Índice DCP

N°	Abscisa 0+000	Abscisa 0+500	Abscisa 1+000
	Índice DCP	Índice DCP	Índice DCP
	(mm/golpe) (F)	(mm/golpe) (F)	(mm/golpe) (F)
1	$F = 0 * 1 = 0$	$F = 0 * 1 = 0$	$F = 0 * 1 = 0$
2	$F = 3,60 * 1 = 3,60$	$F = 14,80 * 1 = 14,80$	$F = 9 * 1 = 9$
3	$F = 4,20 * 1 = 4,20$	$F = 17,80 * 1 = 17,80$	$F = 4,80 * 1 = 4,80$
4	$F = 3,80 * 1 = 3,80$	$F = 21,40 * 1 = 21,40$	$F = 6,40 * 1 = 6,40$
5	$F = 4,80 * 1 = 4,80$	$F = 18,80 * 1 = 18,80$	$F = 7,20 * 1 = 7,20$
6	$F = 6,40 * 1 = 6,40$	$F = 18,20 * 1 = 18,20$	$F = 12,80 * 1 = 12,80$
7	$F = 7,20 * 1 = 7,20$	$F = 18,20 * 1 = 18,20$	$F = 15,40 * 1 = 15,40$
8	$F = 14,00 * 1 = 14,00$	$F = 16,40 * 1 = 16,40$	$F = 18,60 * 1 = 18,60$
9	$F = 20,00 * 1 = 20,00$	$F = 16 * 1 = 16$	$F = 30,20 * 1 = 30,20$
10	$F = 20,00 * 1 = 20,00$		$F = 71,50 * 1 = 71,50$
11	$F = 18,60 * 1 = 18,60$		
12	$F = 14,60 * 1 = 14,60$		
13	$F = 16,20 * 1 = 16,20$		

Estos resultados revelaron variaciones en la resistencia del suelo, con valores que indican la necesidad de un diseño estructural robusto para el pavimento, especialmente en secciones donde el suelo muestra menor capacidad portante. Esto se convierte en la necesidad de crear capas de refuerzo adicionales en las zonas de menor resistencia para garantizar la durabilidad y funcionalidad de la vía a lo largo de su vida útil.

Con estos datos recolectados se muestra una visualización de la curva DCP de penetración vs. Golpes acumulados, lo que ilustra como varia la resistencia del suelo con la profundidad. Esta información fue utilizada para correlacionar los valores de DCP con el *California Bearing Ratio* por sus siglas en inglés (CBR), permitiendo así ajustar el diseño del pavimento para asegurar su durabilidad y resistencia.

Figura 2: Curva DCP de penetración vs golpes acumulado



Nota: ASTM – 6951. Fuente: (Suárez B. F., 2023)

En resumen, los ensayos y la evaluación de la capacidad del suelo proporcionaron datos fundamentales que permitieron el diseño de un pavimento que no solo cumple con los requisitos de cargas, sino que, además, se adapta a las diversas condiciones del terreno convirtiéndola en una obra duradera y factible económicamente.

Determinación del Diseño Geométrico

El diseño geométrico de la vía consideró diversas determinaciones clave, basadas en las condiciones físicas y topográficas del terreno. Se determinó una velocidad de diseño de 60 km/h, teniendo en cuenta el relieve ondulado de la zona. Esta velocidad fue utilizada para definir los elementos geométricos del camino, incluyendo el radio mínimo de curvatura y la distancia de visibilidad.

El radio mínimo de curvatura se calculó utilizando la ecuación:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde "V" es la velocidad de diseño, "e" es el peralte, y "f" es el coeficiente de fricción lateral. Con un peralte del 10% y un coeficiente de fricción de 0.16, se determinó un radio mínimo de 106.97 m, un valor que se encuentra dentro del rango recomendado de 20 a 75 metros. En cuanto a la distancia de visibilidad de parada, se aplicaron las ecuaciones:

$$Dvp = 0.694 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f}$$

Para una velocidad de circulación de 55 km/h, la distancia de visibilidad de parada fue calculada en 73 metros, mientras que la distancia de visibilidad para rebasamiento se estableció en 290 metros, un valor ajustado para proporcionar un margen adicional de seguridad en la vía.

Diseño del Pavimento

El diseño estructural del pavimento se basó en el método AASHTO-93, integrando los datos obtenidos de los ensayos de suelo y el análisis del tráfico.

Figura 1: Determinación del cbr en excel, abscisa 0+000

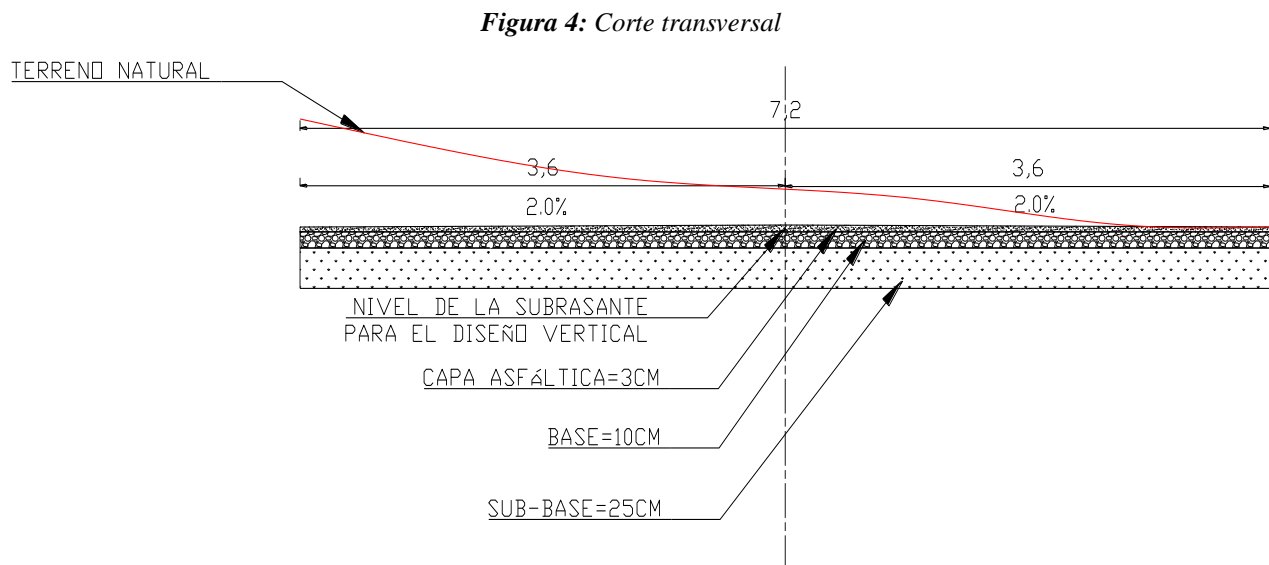
DETERMINACIÓN DEL C.B.R. POR EL PENETROMETRO DINAMICO						
Nombre:	Suárez Suárez Byron Fernando		Clima:	Despejado		
Tramo:	Abscisa 0+000		Fecha:			
Proyecto:	Estudio de camino vecinales para superar el mal estrado de la vía San Vicente hasta Punta de Piedra - 24 de Mayo.					
Masa del martillo:	8kg					
Numero de	Penetracion	Penetracion	Penetracion	Factor del	Indice pdc	CBR (%)
0	240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	258	18.00	3.60	1.00	3.60	69.55
5	279	21.00	4.20	1.00	4.20	58.53
5	298	19.00	3.80	1.00	3.80	65.47
5	322	24.00	4.80	1.00	4.80	50.40
5	354	32.00	6.40	1.00	6.40	36.51
5	390	36.00	7.20	1.00	7.20	32.00
5	460	70.00	14.00	1.00	14.00	15.20
5	560	100.00	20.00	1.00	20.00	10.19
5	660	100.00	20.00	1.00	20.00	10.19
5	753	93.00	18.60	1.00	18.60	11.05
5	826	73.00	14.60	1.00	14.60	14.50
5	907	81.00	16.20	1.00	16.20	12.90
						386.49
C.B.R Promedio =						29.73

Los datos muestran la determinación del CBR en la abscisa 0+000, arrojando un punto crítico del estudio. Este valor de CBR, junto con los índices DCP obtenidos, permitió definir los espesores de las capas del pavimento, asegurando que la vía pueda soportar el tráfico proyectado durante su vida útil. El diseño final propone un pavimento compuesto por capas de base y subbase optimizadas

para las condiciones del terreno, garantizando tanto la estabilidad como la eficiencia económica de la construcción.

Diseño Estructural Según Normas AASHTO-93

Se aplicaron las normas AASHTO-93 para realizar el diseño estructural de pavimento. Los datos de TPDA y las proyecciones de tráfico fueron fundamentales para este diseño. El número estructural (SN) asumido fue de 4, lo que llevó a un diseño de pavimento con una capa asfáltica de 3 cm, una base de 10 cm y una subbase de 25 cm. Estos espesores fueron determinados en base a las características del suelo y las demandas de tráfico, asegurando un diseño adecuado y conforme a las normativas vigentes.



Conclusiones

El diseño geométrico y estructural de la vía San Vicente hasta Punta de Piedra, en el cantón 24 de Mayo, parroquia Sucre, se desarrolló tras un exhaustivo proceso que incluyó la realización de un conteo vehicular (TPDA) y un levantamiento topográfico detallado. El conteo vehicular, que arrojó un TPDA de 115.33 vehículos por día con una proyección a 20 años, fue crucial para definir los parámetros de diseño. El levantamiento topográfico permitió capturar con precisión los contornos y elevaciones del terreno, lo que facilitó el uso del software Civil 3D para desarrollar un diseño geométrico optimizado.

Adicionalmente, se realizaron ensayos de suelo en campo utilizando el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP), lo que permitió determinar un CBR de subrasante del 19.89%. También se llevaron a cabo calicatas en puntos específicos de la vía para evaluar la granulometría y los límites de consistencia, clasificando el suelo como A-4 y A-7, materiales limosos arcillosos con características que varían de regulares a eficientes. Con esta información, se diseñó un pavimento compuesto por 3 cm de carpeta asfáltica, 10 cm de base y 25 cm de subbase, cumpliendo con las normas AASHTO-93. Este diseño asegura que la vía pueda soportar el tráfico proyectado y cumplir con las exigencias de durabilidad y funcionalidad a largo plazo.

Recomendaciones

- Adherirse a todas las normas aplicables en el diseño geométrico de la carretera y la estructura del pavimento para garantizar un diseño y construcción óptimos e integrales de la vía.
- Realizar previamente una inspección visual que identifique los tipos de vehículos que transitan por la vía, así como seleccionar cuidadosamente los puntos de aforo vehicular que ofrezcan las condiciones necesarias para un control adecuado.
- Es esencial realizar los trabajos con equipos en buen estado y contar con personal experimentado para asegurar un levantamiento preciso de la información de campo, que es crucial para evaluar las condiciones del terreno de la vía en estudio.
- Se recomienda realizar el ensayo CBR Proctor modificado en laboratorio utilizando el método AASHTO T-180, que es ampliamente utilizado. En la presente investigación se utilizó el ensayo DCP en campo; sin embargo, también es importante analizar la subrasante que soportará la estructura del pavimento y llevar a cabo un estudio de tráfico, elementos fundamentales para lograr un diseño estructural preciso.

Referencias

1. Bañón, B. L. (2007). Los primeros caminos. En B. L. Bañón, Manual de Carretera. (Vol. Elementos y proyecto, p. 3). <http://hdl.handle.net/10045/1788>
2. M.O.P. (2003). Norma de diseño geométrico de carretera.
3. Montes de Oca. (1989). Topografía (Alfa Omega ed.). Mexico.

4. Navarro Hudiel, S. J., y Bustamante Arteaga, F. J. (2021). Cálculo De Tasa De Crecimiento De Tránsito Para Proyecciones De Tráfico Promedio Diario Anual En Nicaragua. *El Higo Revista de Ciencias y Tecnología*, 11, 43-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i1.11717>
5. NEVI-12, M. (2013). En Norma para estudios y diseños viales. (Vol. 2A, p. 54). Quito. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
6. Pedro, J. (2010). El terreno como material constructivo en la ingeniería civil desde la perspectiva de la arquitectura de tierra. *Arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación*, 2667-280. https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2010/2010_9788469345542_p267-280_olmos.pdf
7. Solórzano Bákit, M., Porras Bolaños, E., Jiménez Jiménez, J., y Méndez Flores, M. (Dic de 2020). Drones y tecnología como elementos claves en la gestión de procesos constructivos: una revisión de literatura. *Texhnology Inside*, 6, 1-15. <https://cpic-sistemas.or.cr/revista/index.php/technology-inside/article/view/64>
8. Suárez, B. F. (2023). Diseño geométrico y estructural del pavimento de la vía San Vicente hasta Punta de Piedra - 24 de mayo parroquia Sucre [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repertorio UNESUM.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).