

**Influencia del uso de materiales geosintéticos para separación de subrasante en el  
diseño de un pavimento.**

**Lucy Yineth Samboni Rivera**

**Bayron Alexis Urbano Jaramillo**

Estudiantes de Tecnología en Obras Civiles del Instituto Tecnológico del Putumayo

yinethrivera2002.97@gmail.com,urbano995@gmail.com

**Resumen**

El logro de las expectativas en el diseño y ejecución de un pavimento, pasa por el adecuado diseño estructural, donde se considera una serie de estudios previos, tales como la capacidad portante del suelo, tránsito que circulara sobre la estructura durante el periodo de diseño, condiciones climáticas, y demás factores que puedan intervenir en la selección de los diferentes materiales y estrategias de uso a implementar. De manera general un pavimento está conformado por una sección estructural constituida por una subrasante, base y superficie (SaavedraPerez, 2009); donde la subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural del pavimento. Dicho lo anterior se decidió realizar el estudio de la influencia del uso de los diferentes materiales geosintéticos como método de separación de la subrasante en el diseño de un pavimento.

El estudio se realizó mediante diseño de investigación deductiva con enfoque indirecto, utilizando como herramienta de recolección de datos el análisis documental. Una vez registrados los datos teóricos normativos se concluye la validación de las teorías y se define las principales influencias de estos materiales al usarse como separadores de subrasante.

**Palabras clave:** pavimento, subrasante, suelo, geosintéticos, diseño

**Influence of the use of geosynthetics materials for subgrade separation in the design of a pavement.**

**Abstract:** The achievement of expectations in the design and execution of a pavement, goes through the adequate structural design, where a series of previous studies are considered, such as the bearing capacity of the soil, traffic that circulated on the structure during the design period, climatic conditions, and other factors that may intervene in the selection of different materials and use strategies to implement. In general, a pavement is made up of a structural section consisting of a subgrade, base and surface; where the subgrade is the soil that serves as the foundation for the entire structural package of the pavement. That said, it was decided to study the influence of the use of different geosynthetic materials as a subgrade separation method in the design of a pavement.

The study was carried out using a deductive research design with an indirect approach, using documentary analysis as a data collection tool. Once the normative theoretical data is registered, the validation of the theories is concluded and the main influences of these materials when used as subgrade separators are defined.

**Keywords:** pavement, subgrade, soil, geosynthetics, design.

## Introducción

Teniendo en cuenta el suelo como elemento principal en el campo de la ingeniería, es necesario destacar las diferentes propiedades que este mismo presenta y la importancia de su influencia en la construcción de cualquier tipo de estructura. Si bien es cierto, el suelo no siempre presenta las propiedades que el ingeniero requiere para su diseño, de modo que es necesario implementar una serie de estrategias que permitan hacer apto el sitio conservando la economía, durabilidad y eficiencia; para el caso de diseño de pavimentos en el campo de ingeniería vial, se ha venido introduciendo técnicas y tecnologías como es el uso de materiales geo sintéticos como elementos mejoradores del material in-situ; basándonos en la afirmación “el geotextil se convierte en una barrera que permite mantener la integridad y el buen funcionamiento de los materiales, mejorando la resistencia y estabilidad de la estructura y de la vía” (PAVCO, 2012, pág. cap 4)

Por otra parte, (Geosai, 2017) explica que “Los geosintéticos son materiales, principalmente fabricados con productos derivados del petróleo, originalmente usados en aplicaciones de ingeniería geotecnia, utilizados para mejorar, cambiar o mantener las características del suelo con el que interactúan”. Dichos materiales tienen la capacidad de cumplir con varias funciones; separación, filtración, drenado, refuerzo, protección e impermeabilización, las cuales van directamente relacionadas con la ubicación que se les dé. Con el propósito de cumplir las funciones ya mencionadas, se han venido desarrollando una gran variedad de productos geosintéticos de los cuales los más utilizados son las geos membranas, geomallas y geotextiles.

De manera general, la ingeniería civil en su desarrollo ha introducido técnicas y tecnologías con el fin de mejorar sus especificaciones a corto y largo plazo, de modo que garanticen el aumento de la vida útil y la disminución de costos. Específicamente, en el diseño de pavimentos, al implementar la utilización de materiales geosintéticos como separadores de la capa subrasante, ha

logrado mantener la integridad de los materiales, dando como resultado la optimización del uso de los recursos, tiempo y dinero, a razón de omitir la instalación de un material adicional.

Es importante, conocer la influencia de cada uno de estos materiales en la implementación como separadores en el proceso de diseño de vías ya que, gracias a esto, se efectuará de manera adecuada puesto que permitirá cumplir con las expectativas de calidad y rendimiento.

El propósito de la investigación fue obtener unas conclusiones a partir de las diferentes teorías y normativas recolectadas con el fin de determinar y constatar lo consultado y de este modo conocer la influencia de dicha estrategia.

### **Métodos**

El desarrollo del caso de estudio se realizó mediante el diseño de investigación deductivo con enfoque indirecto, se eligió este tipo de enfoque porque en este caso se parte de un par de premisas, una afirmación universal y una particular para obtener una conclusión de la comparación de ambas. (concepto.de, 2019).se utiliza herramientas de recolección de datos como el análisis documental permitiendo así la recolección de información necesaria para proceder con el respectivo análisis comparativo.

para la recolección de información se tuvo en cuenta diferentes artículos principalmente el artículo 290” geotextiles” y el artículo 422 “geotextiles como elementos de separación y filtros” del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carretera y puentes 2014, manuales de diseños de pavimentos (LMM Escobar, 2012), normas AASHTO (1993) (academia.edu) (findeter.gov.co, 2010),normas INVIAS, normas ICONTEC y normas ASTM.

### **Marco teórico**

La técnica de utilización de geotextiles en el campo de la ingeniería civil ha tenido un incremento considerable últimamente. Como muestra de ello, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de fomento ha publicado dos artículos sobre geotextiles para incluirlos al PG3 en la orden circular 326/00” sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes, se trata del artículo 290 (carreteros, 2014)” y el artículo 422 “geotextiles como elemento de separación y filtro “ (Muñoz, 2014).

Los geosintéticos son materiales flexibles, en forma de láminas, desarrollados para complementar y mejorar el desempeño de los materiales de construcción, facilitando la ejecución de los trabajos y reduciendo los costos de los proyectos, su uso está más enfocado hacia los suelos, motivo por el cual toma el prefijo geo, así como también el sufijo sintéticos el cual hace referencia al hecho de ser fabricados por el hombre. (registrocdt.cl)En cuanto a sus métodos de fabricación, se realiza a partir de polímeros utilizados en la industria del plástico, aunque también se ha utilizado el caucho, fibra de vidrio entre otros.

Los geosintéticos definidos anteriormente, se dividen en tres clases; geotextiles y productos afines, geo membranas y productos afines y los geos compuestos. Según su función, para el presente artículo se tendrá en cuenta los geotextiles y productos afines, ya que estos se utilizan como método de separación, según la siguiente figura.

	FILTRACION	SEPARACION	ESTABILIZACION	REFUERZO	REPAVIM	DRENAJE	IMPERMEABILIZACION
GEOTEXTILES NO TEJIDOS	X	X			X		
GEOTEXTILES TEJIDOS		X	X	X			
GEODRENES						X	
GEOMALLAS			X	X			
TUB. DRENAJE						X	X
MEMBRANAS						X	X

Figura1. funciones de los geosintéticos. Fuente: (registrocdt.cl, pág. 9)

Los geotextiles se caracterizan por su estructura y tipo de polímero, en textiles para ingeniería permeables a los fluidos y se clasifican según su proceso de producción en geotextiles tejidos y no tejidos. El tipo de geotextil a utilizar dependerá de la función prevista y estará indicado en los planos del proyecto, las características de estos materiales se verifican por lo general mediante las pruebas que se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 1

*Propiedades que deben cumplir los geotextiles.*

Descripción	Normas INVIAS	Normas ICONTEC	Normas ASTM
Resistencia a la tensión y al alargamiento	INV E-901	1998	D 1682 D 4632
Resistencia al punzonamiento	INV E-902		D 4833
Resistencia al desgarre trapezoidal.	INV E-903	2003	D 4533
Relación peso/área	INV E-904	1999	D 3776

Determinación del coeficiente de permeabilidad	INV E-905	2002	
Espesor	INV E-906	2250	D 1777
Tamaño de abertura aparente	INV E-910		D-4751

Nota: Los límites por cumplir en cada una de estas pruebas dependerán del uso previsto del geotextil y estarán definidos en las respectivas especificaciones técnicas o en los planos del proyecto. Fuente (registrocdt.cl, pág. 8)

**Normas INVIAS.** (INVIAS, Instituto nacional de vías) es quien ejecuta políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de la Red Vial carretera, férrea, fluvial y marítima, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno Nacional.

El INVIAS es quien da las pautas a nivel nacional de todos los tipos de infraestructura vial, para el caso de Colombia nos da unas pautas desde el INV E 901 hasta el INV E 910.

(INVE901) Esta norma consiste en aplicar al espécimen una carga que se incrementa continuamente, en sentido longitudinal, hasta alcanzar la rotura. Los valores para la carga de rotura y la elongación del espécimen de ensayo se obtienen de las escalas o diales de las máquinas, de diagramas de registro autográficos o de computadores interconectados.

(INVE902) Consiste en colocar un espécimen sin tensión, entre las placas circulares del dispositivo anular de sujeción de la máquina de ensayo. Se aplica una fuerza en la parte central, mediante una barra de acero sólido, conectada al indicador de carga, hasta que se rompa el espécimen. La máxima fuerza registrada corresponde a la resistencia al punzonamiento.

(INVIE903) “Este método de ensayo es un índice que permite determinar la fuerza requerida para continuar o propagar un rasgado en geotextiles tejidos, no tejidos, tejidos de punto y telas estratificadas, por el método trapezoidal”

(INVE904)Esta norma consiste en prensar un espécimen de geotextil sobre un diafragma expandible. El diafragma es expandido por presión de fluido hasta el punto de rotura del espécimen. La diferencia entre la presión total requerida para romper el espécimen y la presión requerida para inflar el diafragma se reporta como la resistencia al estallido.

(INVE905)Proporciona procedimientos para determinar la conductividad hidráulica (permeabilidad al agua) de los geotextiles en términos de permisividad bajo condiciones de ensayo estandarizadas, sin someter el espécimen a carga normal. Esta norma incluye dos procedimientos: El ensayo de cabeza constante y el ensayo de cabeza variable.

(INVE906) Este método de ensayo determina el espesor nominal que no es necesariamente el espesor mínimo, habla sobre los problemas de seguridad asociados con su empleo, pero es responsabilidad del usuario constatar antes de utilizarlo, se adecua una atmosfera estándar para el ensayo, y se aplica una fuerza al pie de presión sobre la base, gradualmente se incrementa la presión por 5 segundos, grabe el valor más cercano a 0.002mm y se remueva el espécimen del aparato de prueba, esto se repite para cada espécimen.

(INVE907)Se basa en colocar un espécimen de geotextil en un marco de tamiz y sobre él se colocan unas partículas de cristal graduadas. El conjunto se agrupa enérgicamente para inducir el paso de las partículas a través del geotextil. El procedimiento se repite para el mismo espécimen con varios tamaños de partículas de cristal hasta determinar el tamaño de abertura aparente(TAA).

(INVE908) En esta práctica se dan las instrucciones correspondientes para dividir el un despacho en lotes y la determinación del número de unidades de producción en un lote muestra. El numero o método para determinar el número de especímenes para ser ensayados de la muestra de laboratorio están establecidos por el método de ensayo específico, que evalúa la propiedad del geo sintético.

(INVE909) Este método se establece “para determinar la conformidad de las propiedades de los geos sintéticos frente a unas especificaciones establecidas por parte del diseñador”.

(INVE910) Cubre la evaluación de la disminución de la resistencia a la tensión de geotextiles expuestos a la luz ultravioleta y el agua. El aparato para la exposición a la luz y el agua, emplea como fuente de luz un arco de xenón.

**Geotextiles tejidos.** Consisten en dos arreglos paralelos de elementos (cinta plana, monofilamentos e hilo multifilamento) ortogonalmente por métodos tradicionales de tejidos (giteco.unican.es).

Tabla 2

*Propiedades de resistencia de los geotextiles tejidos.*

<b>Propiedad</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidad</b>	<b>T 1050</b>	<b>T 1400</b>	<b>T 1700</b>	<b>T 2100</b>	<b>T 2400</b>
	<b>ASTM</b>						
Método grab							
		N	630	800	1050	1300	1550



Resistencia al		Kpa	2170	3170	3650	4270	4828
estallido	D-3786	Psi	315	460	530	620	700
Tamaño de		Mm	0,25	0,21	0,25	0,25	0,18
abertura	D-4751	tamiz	60	70	60	60	80
aparente							
Permeabilidad		cm/s	0,6x10-2	1,8x10-2	1,6x10-2	1,1x10-2	0,8x10-2
permitividad	D-4491	s-1	0,15	0,3	0,25	0,15	0,1
espesor	D-5199	mm	0,4	0,6	0,65	0,75	0,8

Nota: Las anteriores son propiedades de resistencia de geotextiles tejidos que se encuentran en el mercado con respecto a las normas que deben cumplir para ser aceptados por la interventoría. *Fuente:* (registrocdt.cl, pág. 9)

**Geotextiles no tejidos.** Su tejido consiste en filamentos o fibras de longitud ya sea continua o cortos (50 a 300 mm) orientadas aleatoriamente, unidos mecánica (punzonamiento de agujas), química o térmicamente (unidos por fusión al calor).es un material plano, de apreciable deformabilidad.Sus aplicaciones se basan en su capacidad de filtro además de sus resistencia mecánica y espesor en su uso como protección de barreras impermeables. (geotexan.com, 2012)

Tabla 2

*Propiedades de resistencia de los geotextiles no tejidos*

propieda	Nor	UN	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Repa	Repa
d	ma	D	1400	1600	1800	2000	3000	4000	5000	6000	7000	r 400	r 450
	AST												
	M												
<i>Método</i>													
<i>grab</i>													
		N	380	420	500	620	800	1100	1300	1500	1800	450	520

<i>Resistencia a la tensión</i>	D-4632	Lb	85	95	112	139	180	247	292	337	404	101	117
<i>elongación</i>		%	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
<i>Resistencia al punzonamiento</i>	D-4833	N Lb	210 47	240 54	270 61	360 81	460 103	620 139	700 157	820 184	1050 236	240 54	270 61
<i>Resistencia al rasgado trapezoidal</i>	D-4533	N Lb	150 34	200 45	240 54	280 63	320 72	430 97	530 119	590 133	700 157	170 38	195 44
<i>Método Müller Burst</i>													
<i>Resistencia al estallido</i>	D-3786	Kp a	1030	1205	1590	1870	2210	2560	3250	3460	4840	1100	1450
		Psi	149	175	230	270	320	370	470	500	700	159	210
<i>Tamaño de abertura aparente</i>	D-4751	mm tam	0,25 60	0,25 60	0,18 80	0,15 100	0,15 100	0,12 120	0,12 120	0,12 120	0,12 120	0,21 70	0,18 80
<i>Permeabilidad</i>	D-4491	Cm /s	46x1 0-2	45x1 0-2	40x1 0-2	41x1 0-2	44x1 0-2	39x1 0-2	36x1 0-2	26x1 0-2	21x1 0-2	41x1 0-2	35x1 0-2
<i>Permitividad ad</i>	D-4491	s-1	3,4	3,2	2,7	2	1,8	1,5	1,3	0,8	0,6	3	2,5
<i>espesor</i>	D-5199	mm	1,35	1,4	1,5	2	2,4	2,6	2,8	3,25	3,4	1,4	1,4

Nota: Las anteriores son propiedades de resistencia de geotextiles no tejidos que se encuentran en el mercado con respecto a las normas que deben cumplir para ser aceptados por la interventoría. *Fuente:* (registrocdt.cl, pág. 11)

Como productos afines con los geotextiles se encuentran las geomallas, mantos de monofilamentos extruidos, geo celdas y geo esteras; todos definidos por la norma UNE.-EN ISO 10318 (A Leiro M, 2009) los cuales en el campo vial se implementan como elementos de filtración, separación, refuerzo, drenaje, protección, y relajación de tensiones (Artículo 290 geotextiles y productos relacionados, 2014); para cada una de estas habrá un método específico de utilización, así como también algunas combinaciones de los mismos. Como método de separación, los geotextiles deben cumplir una serie específica de criterios mecánicos, de retención, hidráulicos y, durabilidad. (Artículo 422, 2002).

Dentro de los criterios mecánicos se encuentra el indicativo de la energía de deformación asimilada por el geotextil hasta su rotura, resistencia a tracción; las anteriores según UNE EN ISO 10319 (Sañudo-Fontaneda, 2014) y resistencia a perforación dinámica según UNE EN 918. estos criterios tienen unos valores mínimos exigidos en los respectivos grupos establecidos que van de 0 a 3 los cuales se determinan en función del tipo de tráfico de la carretera y del tipo de apoyo del geotextil.

Con el propósito de definir un adecuado uso de los geotextiles como métodos de separación de subrasante, es necesario tener claro el concepto de subrasante, así como también sus propiedades, para lo cual es necesario ejecutar una serie de estudios de suelos con el fin de definir su resistencia y de este modo realizar una clasificación la cual será clave al momento de definir el tipo de pavimento. Como ensayo más conocido sobresale el CBR(Californian Bearing Ratio) (geotecniafacil.com, 2020) el cual se ejecuta con la utilización de cargas estáticas o de baja velocidad de deformación, para el caso de ensayo a compresión simple, se tiene el módulo

resiliente; dinámicos y con repetición de cargas, este último más eficiente en lo referente a tensiones y deformaciones.

La importancia del conocimiento de su clasificación y comportamientos mecánicos, radica en el hecho de predecir la respuesta ante los esfuerzos que se le aplicaran bajo la acción de las cargas y dinámicas que ofrece el tránsito y el peso propio de la estructura del pavimento sobre su fundación, que en la técnica de los pavimentos recibe el nombre de subrasante. (Naranjo, 2008, pág. 67)

Teniendo en cuenta que, la función de separación, consiste en prevenir la mezcla entre los suelos de la subrasante y las capas granulares del pavimento, otras teorías afirman que la función de separación con la utilización de geotextiles será efectiva solo si, la subrasante presenta un valor de CBR mayor o igual al 3%, dicho ensayo será determinado mediante los lineamientos de la INV E-169 (AMG Torrado, 2020) “relación de soporte del suelo en el terreno” o por otro lado, si presenta un valor de resistencia al corte igual o mayor a noventa kpa; este último puede ser realizado mediante INV E-152 (INVIAS, Compresion inconfiada en muestras de suelos, 2012) “compresión inconfiada en muestras de suelos” o INV E-170 (INVIAS, Ensayo de corte en suelos cohesivos usando la veleta de campo, 2012) adicional a esto, el suelo de la subrasante no debe estar en condición saturada.

Por otra parte, la importancia del uso de geosintéticos radica en su eficiencia en la solución de problemas en cuanto a suelos con dificultades como baja capacidad portante, agua libre, contaminación de suelos granulares con suelos finos de baja calidad etc. (colombia)

Los geotextiles en carreteras, según sus características que ofrecen, se pueden utilizar tratando de aprovechar al máximo sus características, estos nos pueden brindar estabilización para movimientos laterales en la base de la capa granular, separación de materiales, protección,

mantiene inalteradas las propiedades del material que se necesite, evacuando agua si se necesita sin pérdida de finos o material, como refuerzo y consolidación del material, para drenajes y filtración, ya que si dejamos que estas capas de base o subbase se saturen perdemos cohesión estabilidad, resistencia, pérdida de finos, capacidad portante.

### **Resultados y discusión**

Una vez estudiadas las teorías anteriormente mencionadas, con su respectiva normatividad, la manera en la que el uso de cada uno de los diferentes tipos de geotextiles como métodos de separación de subrasante puedan influir en el diseño de los diferentes tipos de pavimentos depende de las diferentes propiedades que estos tienen.

Es importante tanto en laboratorio como en obra, lograr la mejor adherencia entre las capas, y atender las condiciones de la base y subbase sobre la cual se va a construir las estructuras viales. En estas estructuras es importante analizar las características y propiedades de los materiales geosintéticos a emplear, tipo de polímero utilizado, la rigidez y flexibilidad que este nos aporta, el tamaño de abertura de la malla en caso de geo grillas o geo mallas, el tipo y porcentaje de absorción de humedad en las fibras, entre otros. Los traslapes entre materiales deben ir teniendo en cuenta las recomendaciones y especificaciones del fabricante. Todo esto junto con el control en el proceso constructivo que se lleve de una manera adecuada y optima, ayudara a que no haya perdida de adherencia entre capas.

Dichas propiedades se establecen mediante una serie de ensayos normativos, los cuales definen la capacidad de estos al momento de efectuar su función, teniendo en cuenta lo estudiado, las capacidades de los tipos de geotextiles están directamente relacionadas con el método de fabricación y compuestos del mismo, en cuanto al presente caso, se evidencio las propiedades que

adquieren los geotextiles tejidos y no tejidos que se caracterizan por su función como métodos de separación.

Los factores que pueden alterar la capacidad de adherencia, pueden ser el tipo de superficies a unir, la textura de cada superficie, por lo cual es necesario llevar a cabo de manera correcta las respectivas preparaciones del terreno correspondiente a limpieza y nivelación, removiendo toda clase de material vegetal y objetos afilados que puedan rasgar el geotextil.

<b>CBR</b>	<b>Clasificación Cualitativa del Suelo</b>	<b>Uso</b>
2 - 5	Muy Mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Figura 2. Fuente: (Andres acero, 2012)

Las propiedades de los suelos que determinan el uso de geosintéticos como métodos de separación, corresponde básicamente al ensayo de CBR, es decir, cuando el suelo obtiene un valor de CBR entre el 3 % y 5% , como se puede observar en la imagen anterior, el suelo tiene una clasificación muy mala, por ende necesita ser mejorado o removido, es entonces donde se requiere evitar combinaciones de los diferentes materiales que puedan interferir en el diseño del pavimento, por motivos de economía podemos utilizar un geotextil que nos dará una mayor velocidad en cuanto a proceso constructivo y un resultado cumpliendo con los requisitos exigidos en el proyecto.

El uso de geotextiles a manera de separadores se presenta particularmente en suelos húmedos, esto debido a la necesidad de cumplir los requerimientos de resistencia de diseño, o en campo

también denominados densidades. Con el uso de los geotextiles como separadores, lo que influye es que este material, impedirá la combinación de la humedad de la subrasante con el material granular que se aplicará. Lo que se garantiza al cumplir lo anteriormente mencionado, es la conservación de las características del material, que a largo plazo evitará daños en el pavimento, ya que, al no utilizarse este mecanismo, la humedad se combinará con el material de la subbase y este a su vez perderá características iniciales de diseño provocando pérdida de resistencia requerida de diseño, lo que implica que el pavimento al ser expuesto a las cargas de tráfico diseñadas, pueda presentar desgastes o posibles hundimientos.

Una vez definido el tipo de pavimento, con los estudios necesarios ya efectuados, tendrá la capacidad de definir el tipo de geotextil adecuado el cual cumplirá una serie de especificaciones normativas que permitirán de manera segura cumplan la función de separación. En este factor, en campo, es más común encontrarse con el uso de geotextiles como separadores en las vías terciarias, las cuales son aquellas que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. (vias, 2016).

La elección entre los geotextiles tejidos y los no tejidos, se basa en las diferentes propiedades de cada uno y es importante conocer por lo menos unas diferencias mínimas para definir la más acorde a la necesidad que se presente en algún proyecto.

Teniendo en cuenta que, los geotextiles pueden ser fabricados con distintos componentes, ejemplo de algunos polímeros utilizados son el propileno, el polietileno, y la poliamida, los geotextiles no tejidos están compuestos con fibras al igual que los tejidos, una diferencia y por lo cual adoptan sus nombres es porque estas fibras no se entrelazan, estas se unen a través de métodos químicos mecánicos, un método más usado es el calandrado (calor y presión). En cuanto a resistencia a la tracción los geotextiles no tejidos tienen una orientación aleatoria esto ayuda a

distribuir de manera uniforme cualquier acción recibida; este tipo de material es fácilmente deformable, tiene poca resistencia a la tracción, a diferencia del tejido, este geotextil tiene mayor permeabilidad elaborando así una mejor tarea de filtración, tienen fibras entrelazadas de una manera más ordenada, tienen una resistencia a la tracción más elevada y se deforma menos, sin embargo, esta característica está limitada a dos direcciones, al sentido que se teje la fibra y perpendicular a esta, por lo que proporcionan una gran capacidad de carga.

Los mayores usos de los geotextiles en las vías, es que estos nos ayudan a reforzar y consolidar las bases de las estructuras y además nos ofrecen capacidades hidráulicas, como ya antes se mencionó en el artículo, debemos usar aquel geotextil que satisfaga las necesidades del proyecto a ejecutar; Por otra parte, el uso de los geotextiles como separadores, pueden generar economía en cuanto al evitar las combinaciones de los materiales y conservar las características, evitara la necesidad de utilizar otros tipos de materiales para lograr cumplir los requerimientos exigidos de diseño.

## Referencias bibliográficas

- A Leiro M, B. (2009). *revista digital del Cedex*. Obtenido de <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/84>
- academia.edu. (s.f.). *Normas AASHTO*. Obtenido de [https://www.academia.edu/5560864/NORMAS\\_AASHTO](https://www.academia.edu/5560864/NORMAS_AASHTO)
- AMG Torrado, R. A. (2020). *Caracterizacion de suelos de subrasante mediante el uso de PDC*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381989>
- Andres acero, E. C. (2012). *Relacion de Soporte del suelo en laboratorio*. Bogota: Universidad Del Valle. Obtenido de <http://ingenieria.univalle.edu.co/labs-eicg/28-laboratorio-de-ingenieria-de-suelos-y-pavimentos>
- carreteros. (2014). Artículo 290 geotextiles y productos relacionados. *pliego de prescripciones tecnicas generales para obras de carreteras y puentes*, 1. Obtenido de [http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/2/vi/a\\_290c.htm](http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/2/vi/a_290c.htm)
- colombia, l. (s.f.). factores que determinan el uso de geosinteticos en proyectos de pavimentacion en colombia. En L. E. Spinel, *factores que determinan el uso de geosinteticos en poryectos de pavimentacion en colombia*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/1181>
- concepto.de. (11 de diciembre de 2019). *concepto de metodo deductivo*. Obtenido de [https://concepto.de/metodo-deductivo-2/#Que\\_es\\_el\\_metodo\\_inductivo](https://concepto.de/metodo-deductivo-2/#Que_es_el_metodo_inductivo)
- Delta, T. (s.f.). *texdelta.com*. Obtenido de <https://texdelta.com/blog/aplicacion-de-los-geosinteticos-en-el-pavimento-vial/>
- findeter.gov.co. (2010). DC-31 REV:04 . En findeter.gov.co, *denominacion nirmalizada.materilaes geosinteticos*. (pág. cap 7).
- FOM/2523/2014, O. (s.f.). *PLIEGO DE PREESCRIPCIONES*. Obtenido de [http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/ministeriales/fom2523\\_2014/fom2523\\_2014.htm](http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/ministeriales/fom2523_2014/fom2523_2014.htm)
- Geosai. (2017). ©2017 All Right Reserved *Soluciones Ambientales Integrales S.A de C.V.* Obtenido de <https://www.geosai.com/geosinteticos/>
- geotecniafacil.com. (2020). Geotecnia facil. Obtenido de <http://geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio/>

geotexan.com. (13 de marzo de 2012). *geotextiles no tejidos*. Obtenido de geotexan geosinteticos de alta calidad: <https://geotexan.com/geotextiles-no-tejidos-parametros-relevantes-es-importante-el-peso/>

giteco.unican.es. (s.f.). definicion de los geotextiles. Obtenido de <https://www.giteco.unican.es/pdf/publicaciones/AYC30-X-2000.pdf>

Holtz. (1998). Obtenido de [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=A%20new%20phylogeny%20of%20the%20carnivorous%20dinosaurs&author=Holtz&publication\\_year=1998](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=A%20new%20phylogeny%20of%20the%20carnivorous%20dinosaurs&author=Holtz&publication_year=1998)

INVE901. (s.f.). metodos para la determinacion de la carga de rotura y la elongacion de geotextiles. Bbogota. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-901-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-901-07.pdf)

INVE902. (s.f.). metodo para la determinacion del indice de resistencia al punzonamiento de geotextiles. En I. n. vias. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-902-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-902-07.pdf)

INVE904. (s.f.). Metodo para la determinacion de la resistencia al estallido de geotextiles( metodo del diafragma hidraulico -Mullen Burst). En I. n. vias. BOGOTA. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-904-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-904-07.pdf)

INVE905. (s.f.). Instituto nacional de vias. BOGOTA. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-905-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-905-07.pdf)

INVE906. (s.f.). Metodo de ensayo estandar para determinar el espesor nominal de geotextiles y geomembranas. En *Instituto nacional de vias*. BOGOTA. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-906-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-906-07.pdf)

INVE907. (s.f.). Metodo estandar para la determinacion del tamaño de abertura aparente(TAA) de un geotextil. En *Instituto nacional de vias* (págs. 1-7). BOGOTA. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-907-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-907-07.pdf)

INVE908. (s.f.). metodo de muestreo de geosinteticos para ensayos. En I. n. vias. Bogota. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-908-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-908-07.pdf)

INVE909. (s.f.). practica para establecer la conformidad de especificaciones de geosinteticos. En I. n. vias. Bogota. Obtenido de

- [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-909-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-909-07.pdf)
- INVE910. (s.f.). metodo de ensayo para medir el deterioro de geotextiles a la exposicion de luz ultra violeta y agua. Bogota. Obtenido de [ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-910-07.pdf](ftp://45.231.184.224/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-910-07.pdf)
- INVIAS. (2012). *Compresion inconfiada en muestras de suelos*. Obtenido de <https://www.erosion.com.co/presentaciones/category/23-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras.html?download=283:911-e-152>
- INVIAS. (2012). *Ensayo de corte en suelos cohesivos usando la veleta de campo*. Obtenido de <https://www.erosion.com.co/presentaciones/category/23-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras.html?download=296:926-e-170>
- INVIAS. (26 de AGOSTO de 2019). *Instituto nacional de vias*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>
- INVIE903. (s.f.). metodo para la determinacion de la resistencia al rasgado trapezoidal de geotextiles. Bogota. Obtenido de <https://www.icontec.org/rules/metodo-de-ensayo-para-determinar-la-resistencia-al-rasgado-trapezoidal-de-los-geotextiles/>
- Jony Gonzales, o. v. (2009). *Aplicación de los geosinteticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenaje para carreteras*. San salvador. Obtenido de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2100/1/Aplicacion\\_de\\_los\\_geosint%C3%A9ticos\\_en\\_la\\_estructura\\_de\\_los\\_pavimentos\\_y\\_en\\_obras\\_de\\_drenaje\\_para\\_carreteras.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2100/1/Aplicacion_de_los_geosint%C3%A9ticos_en_la_estructura_de_los_pavimentos_y_en_obras_de_drenaje_para_carreteras.pdf)
- LMM Escobar, L. V. (2012). *diseño de pavimento flexible y rigido*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2014/07/01/manual-de-diseno-de-pavimento-flexible-y-rigido/>
- Muñoz, F. B. (2014). Definicion, funcion y clasificacion de los geotextiles. Obtenido de <https://www.giteco.unican.es/pdf/publicaciones/AYC30-X-2000.pdf>
- Naranjo, I. J. (2008). *manula de diseño de paviemntos de concreto para vias con bajos, medios y altos volúmenes de transito*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>
- Noiray, G. y. (1984). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/467/46752305006.pdf>
- PAVCO. (2012). *Manual de Diseño Con Geosinteticos*. Bogota DC: Norte Grafico. Obtenido de <http://www.geosoftpavco.com/manual.html>
- Puentes, p. d. (2002). *Articulo 422*. Obtenido de <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/Pg3-1.pdf>
- registrocdt.cl. (s.f.). pavimentos. Obtenido de <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/Pavimentos.pdf>

SaavedraPerez, D. (2 de junio de 2009). *estructura del pavimento*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/guest4be40f/estructura-del-pavimento>

Sañudo-Fontaneda, L. (2014). *CLEAN-soil,Air*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/clen.201300156>

Steinar, K. (s.f.). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/311509277\\_FROM\\_FUNDAMENTALS\\_TO\\_APPLICATIONS\\_IN\\_GEOTECHNICS](https://www.researchgate.net/publication/311509277_FROM_FUNDAMENTALS_TO_APPLICATIONS_IN_GEOTECHNICS)

vias, I. n. (2016). clasificacion de las carreteras. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>

ZORNBERG, J. G. (2013). sistema de pavimentos reforzados con geosinteticos. *Professor, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA. President, International Geosynthetics Society. E-mail: zornberg@mail.utexas.edu*. Obtenido de [http://www.ce.utexas.edu/prof/zornberg/pdfs/AJ/Zornberg\\_2013d.pdf](http://www.ce.utexas.edu/prof/zornberg/pdfs/AJ/Zornberg_2013d.pdf)