



**FICHA TÉCNICA DEL ESTABILIZADOR IÓNICO DE
SUELOS ENFIRME**

Índice

Índice	1
Denominación del producto	2
Características generales	2
Materiales sujetos para estabilizar	2
Principales efectos del estabilizador iónico de suelos enferme	2
¿Cómo funciona?	5
Dosificación	5
Acción irreversible	5
Aspectos ecológicos	5
¿Qué se logra con el estabilizador iónico de suelos enferme?	6
Mejoramiento esperable de los suelos estabilizados	7
Compactación	7
Valor soporte	7
Compresión inconfiada	8
Certificaciones:	8
Descripción del proceso constructivo	9
Relaciones químicas	12
¿Cómo se entrega el producto enferme?	12
Proceso constructivo	13
Grupo enferme	18
Representante:	18

Denominación del producto

Estabilizador surfactante iónico de suelos de origen orgánico que mejora las características físicas de los suelos naturales elevando su calidad de soporte, aumentando el peso volumétrico, con una dosificación máxima de 0.4 mL/m³ o 0.5 mL/m³.

Características generales

El estabilizador iónico de suelos enferme, mejora las características físicas de los suelos naturales, elevando el valor soporte, las cualidades de compactación de los materiales y aumentando el peso volumétrico, estabilizando los resultados en los parámetros más altos que se pueden obtener.

Materiales sujetos para estabilizar

La aplicación de nuestro producto permitirá el uso de una amplia gama de suelos finos, o gruesos con algún contenido mínimo de fracciones finas. Suelos finos, muy pobres que muchos casos serán directamente descartados, podrán ser mejorados para evitar su reemplazo.

Si bien los suelos granulares con fracciones finas cohesivas, pueden en condiciones húmedas, generar problemas de transitabilidad y secado, al estabilizarlos se logran ajustar estas situaciones.

Principales efectos del estabilizador iónico de suelos enferme

- a) Mejora la trabajabilidad del suelo, facilitando el proceso de compactación.
- b) Estabilización permanente de las partículas de arcilla. La pérdida de agua de las partículas (y por ende del suelo), ocurre debido a la realización de procesos iónicos y evaporación. El proceso de intercambio iónico sólo ocurre después de la compactación. Solamente después que el proceso químico ha concluido, las partículas de mineral de arcilla se acomodan íntimamente unas con otras, incrementando la capacidad de carga del suelo, a medida que pasa el tiempo y con la acción del tránsito. (Ver Anexo N°01)

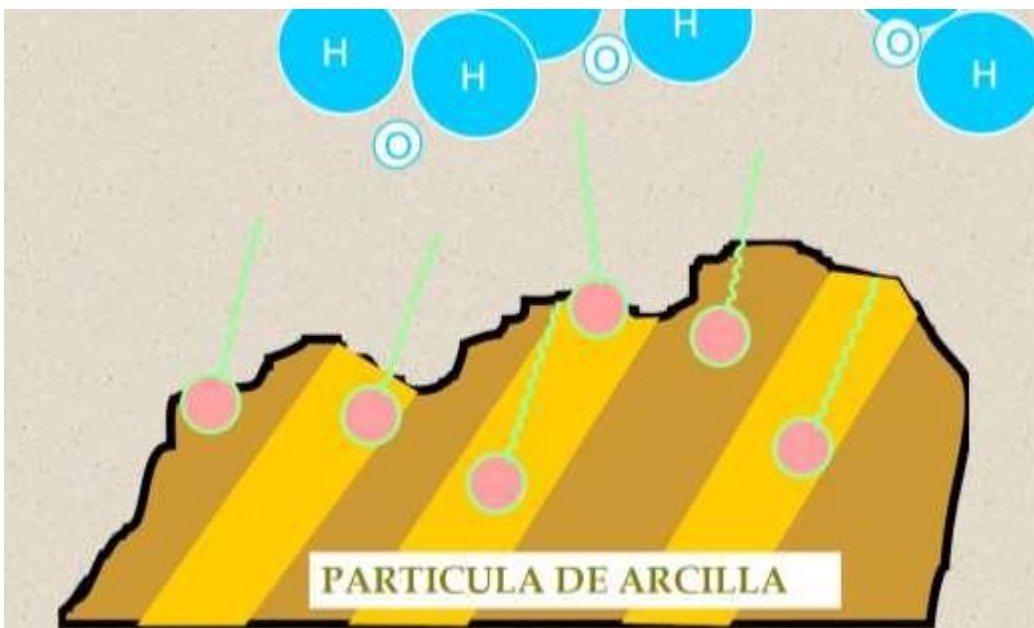
- c) El agua que satura al material arcilloso se desprende poco a poco por efecto de capilaridad y presiones producidas por los vehículos, para quedarse en la superficie y luego evaporarse por efecto del calor. (Ver Anexo N°02)

La duración del proceso químico depende del tipo de material que se trate y de las condiciones climáticas imperantes. De acuerdo con la experiencia, este período puede variar entre los 7 y los 60 días.

La aplicación de nuestro estabilizador permitirá el uso de una amplia gama de materiales que, previamente, no podían considerarse aptos. Esto da al ingeniero, mayor espectro para la utilización de materiales in-situ, en una o varias capas de un pavimento, reduciendo la necesidad de importación de suelos desde las canteras (tremendamente perjudiciales para el medio ambiente).



Anexo 1: La molécula del estabilizador de suelos iónico enfirme reemplaza las de agua en la estructura del mineral de arcilla.



Anexo 2: El agua desprendida queda en el suelo en poros y capilares, luego se evapora libremente.

¿Cómo funciona?

Actúa directamente, al romper la película de agua de las partículas que componen los suelos, cambia la polaridad por medio de ionización, provoca la atracción de las partículas y elimina la mayoría de los vacíos intermoleculares por la reorientación de los componentes.

La disgregación de los elementos que componen el agua ocasiona una reacción y cambio físico permanente, mediante el cambio de polaridades, creando una función similar a un imán continuo.

Se modifica la composición del suelo, en forma permanente, lo que permite un máximo de compactación y evita la reabsorción de agua.

Dosificación

El estabilizador iónico de suelos ENFIRME trabaja a nivel molecular por lo que la dosis que se emplea para tratar los suelos es ligeramente variable, esta dosis es de 30 A 75 mililitros del producto dependiendo de su mayor o menor plasticidad de material tratado y estabilizado.

Acción irreversible

Las nuevas propiedades adquiridas por los materiales tratados reducen, en forma importante, las pérdidas de material debidas a la acción del tránsito, incrementando la vida útil del camino hasta 6 veces respecto del mismo material sin tratamiento.

Aspectos ecológicos

En forma diluida no es tóxico y no constituye un riesgo ecológico para el agua del subsuelo, ni para la flora o la fauna.

El estabilizador iónico de suelos ENFIRME, queda encapsulado en el material tratado, sin diluirse ni penetrar capas inferiores que puedan afectar los mantos freáticos.

¿Qué se logra con el estabilizador iónico de suelos enfirme?

La estabilización con el estabilizador iónico de suelos ENFIRME, mejora las características físicas y mecánicas de los suelos.

Estabilizador iónico de suelos ENFIRME, prevé la acción química requerida para repeler el agua de los minerales de arcilla. Después que las reacciones han tenido lugar, la compactación requerida puede ser lograda con un mínimo de esfuerzo mecánico y las partículas tratadas quedan ahora unidas en una asociación muy cerrada. Esto debido a la eliminación de la capa de agua absorbida antes mencionada que permite un acercamiento mayor de las partículas de arcilla, dando por resultado un contacto a más íntimo entre unas y otras adquiriendo el suelo una densidad mayor, el que no había podido ocurrir con la presencia de agua. La densidad adquirida (sumada al carácter hidrofóbico que ahora presenta el material), evita que el agua en cantidades importantes pueda entrar en el sistema produciendo un aumento de la capacidad de soportar cargas de la capa tratada por mayor fricción de las partículas.

Pruebas de campo y de laboratorio demuestran que el incremento encontrado en la resistencia de las capas no se debe solamente a una compactación adecuada, pero también, se debe al mejoramiento de las propiedades físicas de los materiales, debido a la acción del estabilizador.

Con el estabilizador iónico de suelos ENFIRME, mejoran considerablemente los factores y parámetros determinantes de una buena calidad de suelo, como son: el Índice Plástico, el Peso Volumétrico, la Contracción Lineal, el Valor Relativo de Soporte y en general todas las características que colocan a los suelos procesados con el estabilizador iónico de suelos ENFIRME, muy por encima de todas las especificaciones establecidas por todos los Reglamentos para Construcción.

Mejoramiento esperable de los suelos estabilizados

Es preciso evaluar en que, medida mejoraran las características técnicas del suelo, una vez estabilizado. El programa de ensayos de laboratorio a desarrollar será determinado según el proyecto en particular. En general será acordado basados en los requerimientos del proyecto.

Los parámetros del suelo que en general registran variación, respecto del mismo suelo en estado natural, son: límites de atterberg: la mayoría de los suelos experimentan disminución en su índice de plasticidad, sustentada mayormente en una caída apreciable del límite líquido. En suelos que poseen LL altos (50% o más), este parámetro disminuye aproximadamente entre 15 y 30%. Los suelos menos activos, con LL menor a los anteriores registran disminuciones de menor magnitud, alrededor del 10% o menos.

Compactación

El suelo estabilizado alcanza valores superiores de densidad seca máxima, con la misma energía de compactación. El aumento porcentual de este parámetro puede llegar a 15%, pero lo normal estará comprendido entre el 3 y 8 %. Al mismo tiempo, en general, se registra leve disminución en el contenido óptimo de humedad.

Valor soporte

Los suelos más activos, que son en general los que poseen mayor cantidad de partículas finas, registran aumentos porcentuales de valor soporte mayores. De manera tal que se esperan, en los suelos A-7-5 y A-7-6, valores de CBR de 300 a 400 más que en el suelo natural. Los suelos de mejor calidad como los A-6 y A-4, registrarán aumento del 100% aproximadamente. En correspondencia con el aumento de valor soporte, se registrará disminución en el hinchamiento de los suelos estabilizados respecto del suelo natural. Se aclara que nos estamos refiriendo a ensayos de laboratorio, sometiendo las probetas a 4 días de inmersión en agua.

Compresión inconfiada

Se han registrado aumentos en la resistencia a la compresión simple del orden del 70 al 90 % respecto al mismo suelo sin estabilizar con el estabilizador iónico de suelos ENFIRME, a niveles de compactación correspondientes al ensayo comúnmente denominado Proctor T-180.

Es de hacer notar que, si bien los resultados de los ensayos de suelo descritos son suficientes para tener una idea del mejoramiento que podrá experimentar el suelo estabilizado, la experiencia muestra que en campo se supera la performance de laboratorio por lo siguiente: la capa tratada es librada al tránsito, el cual genera una acción favorable al acomodamiento de partículas, aumentando la resistencia de la capa. En laboratorio no se ha podido reproducir dicha acción favorable del tránsito.

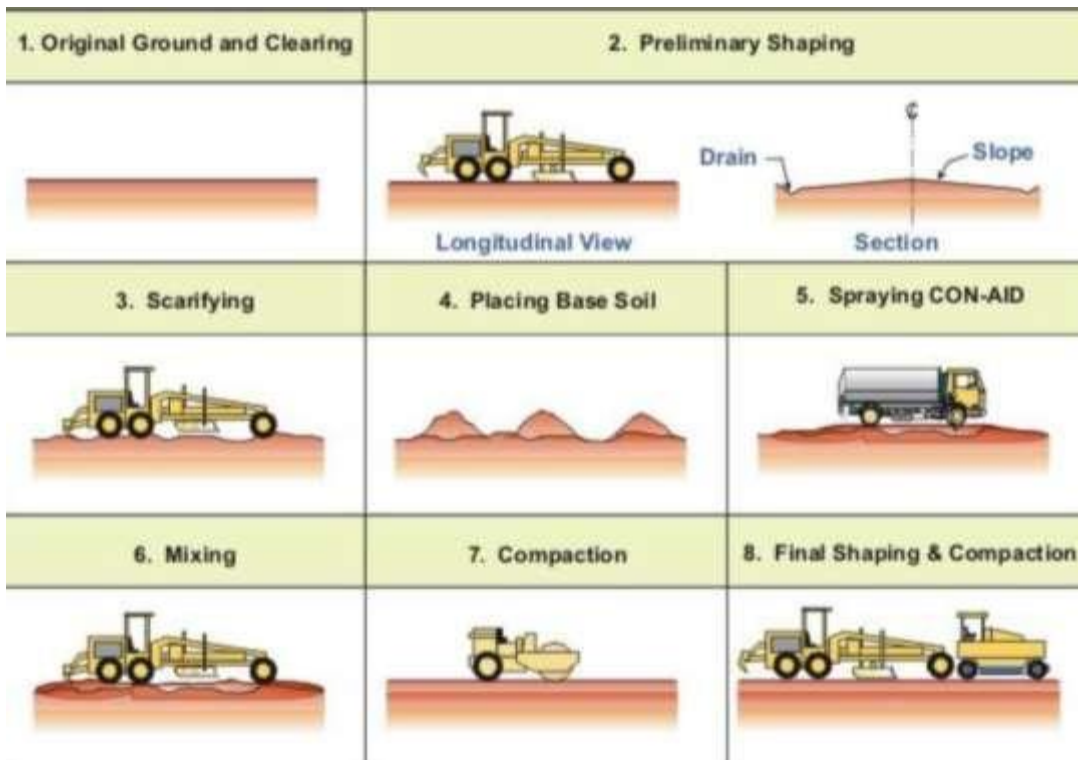
Certificaciones:

- Certificado EPA.
- Certificado IECA.
- Certificado CNDA.
- NOM.
- Evaluación ante la SCT.
- Certificado de seguridad del CON-AID/CBR PLUS.
- Certificado SEMARNAT/PROFEPA.
- Certificado CONACYT
- Recomendación HOMEX

Descripción del proceso constructivo

Proceso de aplicación (fases constructivas)	Fases del tratamiento con estabilizador iónico de suelos enferme
<p>1. Escarificación del terreno: Fase de preparación del terreno para el inicio del resto de las tareas. Se escarifica el terreno a una profundidad de 20 cm para mejorar la penetración del producto y su absorción en el terreno. La tecnología enferme No actúa únicamente sobre la superficie si no que estabiliza entre 30 y 40 cm de profundidad (Anexo 3).</p>	<p>A. Aplicación de estabilizador iónico de suelos ENFIRME (Anexo N°04)</p>
<p>2. Mezcla de estabilizador iónico de suelos enferme con agua: Mezclar la tecnología enferme con agua directamente en la cisterna o cuba desde donde se va a realizar la aplicación. La proporción de la mezcla vendrá determinada por el tipo de terreno y el trabajo que se ejecute, pero el valor medio de la mezcla es de 1 litro de estabilizador iónico de suelos enferme, por 250 litros de agua. La tecnología enferme es un aditivo para el agua de compactación.</p>	
<p>3. Aplicación: Irrigar el terreno a tratar de forma que la mezcla quede perfectamente distribuida. La tecnología enferme, actúa sobre el terreno a través de una reacción física y química que cambia las propiedades de la arcilla convirtiéndola en impermeable (Anexo 3).</p>	

<p>4. Nivelación: Nivelar el terreno para perfilar las caídas, concretar el diseño y evitar la acumulación de agua en la superficie, principal responsable de la inestabilidad del camino (anexo 3).</p>	
<p>5. Compactación: Para la correcta ejecución de la tecnología enfirme, es necesario después de la aplicación dar carga al terreno para que mejore la estabilización y compactación del suelo (anexo 3).</p>	
<p>6. Control de calidad: Finalizados los trabajos, se analiza y comprueba la ejecución de la obra y la respuesta de enfirme sobre el terreno (anexo 3).</p>	<p>B. Desprendimiento de agua absorbida y evaporación (anexo 5)</p> <p>C. Acción del tránsito y secado (Anexo 6)</p> <p>D. Reacomodamiento de partículas (capa estabilizadora) (Anexo 7).</p>



Anexo 3: Proceso constructivo de la aplicación del estabilizador iónico de suelos enferme.

Relaciones químicas

- **Fase 1. Aplicación del estabilizador iónico de suelos ENFIRME:** en un primer momento, las partículas del estabilizador iónico de suelos ENFIRME comienza a desarrollar las reacciones y enlaces químicos explicados. La película de agua absorbida se comienza a desprender de la superficie de las películas del suelo.
- **Fase 2. Desprendimiento de agua absorbida y evaporación, dejando el espacio ocupado por dicha agua como espacio libre entre partículas:** Ahora, sin la capa de agua que las neutraliza, las fuerzas de atracción gravitatoria entre partículas muy pequeñas (arcilla) y que se encuentran cercanas se puede manifestar.
- **Fase 3. Acción del Tránsito:** Simultáneo al efecto de evaporación, la acción del tránsito provee el esfuerzo mecánico necesario para reacomodar las partículas de suelo estabilizadas. Durante esta fase se realizan riesgos de curado con agua sola, con el fin de evitar el secado violento de la superficie.
- **Fase 4. Capa estabilizada y densificada:** Finalmente, los efectos químicos y físicos descritos generan en la capa estabilizadora un aumento de densidad que le proporciona una mayor “trabazón” entre partículas, incrementando su resistencia a las cargas. Además, las partículas se encuentran hidrófobas por las moléculas del estabilizador, con lo cual, el agua que ingresa al sistema se elimina rápidamente.

¿Cómo se entrega el producto enfirme?

Se entregará por tambos de 50 a 60 litros, con sus sellos de fábrica y el tiempo de entrega es de 15 días hábiles a partir del anticipo en fechas normales de entrega y se acompañará en la aplicación del producto a la constructora siempre con personal de los representantes de fábrica en México, si por cuestiones de seguridad no se permitiera el acceso del personal de la representación de fábrica se capacitará previamente al personal que lo va a aplicar.

La entrada al país del producto es por el Estado de Yucatán y después de los 15 días hábiles se necesitará de una semana para llevarlo a cualquier parte de la República.

Proceso constructivo

- I. Levantamiento y Análisis del Camino
 - a. Realizar un análisis de suelos y carga de tráfico por anticipado.
 - b. El suelo local del proyecto propuesto tiene que ser clasificado en términos del AASHTO o del sistema de clasificación unificado. Esto se hace por medio de un análisis de tamiz y de la prueba de límites de Atterberg. La carga de tráfico propuesto para el camino también tiene que ser determinado.
 - c. El departamento técnico por medio de la prueba de reactividad exclusiva de CBR, revisará y analizará el suelo para asegurar la compatibilidad y para determinar la cantidad correcta de uso o de la dosificación necesaria para que el suelo particular sea tratado adecuadamente.
 - d. Todos los suelos son diferentes y reaccionan diferentemente con el estabilizador iónico de suelos ENFIRME. Esta prueba asegura la dosis óptima del uso para cada tipo del suelo y también asegura el más alto rendimiento posible.

- II. Diseño del camino
 - a. La información del paso 1, se utiliza para diseñar el camino propuesto y se prescribe el método apropiado de la construcción. Esto incluiría la secuencia de la construcción, el número de las capas requeridas en el camino, el equipo que se utilizará, el material adicional tal como la arcilla o la grava que tiene que ser agregada para modificar la construcción del suelo y del monitoreo y tratamiento post-construcción. Todas las recomendaciones se basan en capas del camino hechas de 150 a 200 milímetros de grosor.

III. Equipo Requerido:

Maquinaria	Tamaño Mínimo	Producción Promedio	Promedio de Producción
1. Motoconformadora con dientes escarificadores	Cat 14 G o similar	6 a 8 horas por día	El escarificador del graduador de la motoconformadora puede reducir la producción. La separación de terrones descargadas mejorará la producción.
2. Tanque de agua con bomba a presión para regar (se recomienda tener dos pipas de agua para un mayor aprovechamiento del tiempo de construcción.)	6,000 a 10,000 Lt	4 horas	La pipa de agua o carro tanque debe de tener la bomba para llenar o descargar rápidamente el agua de la pipa. Si la fuente de agua esta lejos de sitio, el abastecimiento de agua para acordar y remojar será lento. Si el material o la arcilla esta muy seco, más cargas de mucha agua serán requeridas. El contenido de humedad de la capa o del material descargado afectará el número requerido de las descargas de agua de la pipa.
3. Rodillo neumático (opcional)	10 a 12 T	4 horas	Los rodillos son requeridos para conseguir la compactación de la densidad requerida especificada.
4. Rodillo vibratorio plano	10 a 12 T	4 horas	Los rodillos son requeridos para conseguir la compactación de la densidad requerida especificada.
5. Pata de Cabra (si es requerido)	10 a 12 T	4 horas	Si el material de la arcilla es sumamente pesada y plástica se esta utilizando para una capa más baja, este rodillo debe ser condensación usada del fondo de esta capa a la capa superior de la superficie
6. Rotovator o tractor de discos (si es requerido)		12 horas/ 6 horas	Esta maquina se puede utilizar para romper los terrones del suelo y para proporcionar una buena mezcla.

- Si se asume que el material especificado de la capa (15-20 centímetros) está en el camino (por lo tanto, requiriendo la rasgadura o escarificar para mezclarse) o el suficiente material traído de bancos y descargado junto al borde del camino para que la capa de 15-20 centímetros sea cortada adentro acamellonando las pilas descargadas por la motoconformadora con el graduador para mezclarse completamente.
- La producción diaria del promedio es de cerca de 300 a 750 metros de longitud x 7-9 metros de la anchura del camino x 15-20 cmts de grueso de la capa o cerca de 1.2 kilómetros - 1.5 kilómetros/semana (es decir, 2.000 - 5,000m²/día o 10.000 - 25.000 m²/semana).

IV. Proceso de la construcción

- a. Despejar el camino de cualquier vegetación y tierra vegetal orgánica para asegurar la construcción es posible dentro de los límites del ancho del camino.
- b. Los costados, cunetas o lados del camino tienen que ser excavados para los caminos nuevos y ser despejados para los caminos existentes.
- c. Formar el camino para asegurar por lo menos a 4% la cuesta lateral para el drenaje (bombeo).
- d. El grosor de la capa debe de ser en múltiplos de 15 a 20cm, en donde será tratado más de una capa, poner en hileras las capas superiores para exponer la capa más baja y tratar ésta primero y luego repetir el mismo procedimiento para tratar las capas subsecuentes.
- e. El material importado de otros bancos de material, en donde sea recomendado, se debe mezclar con el material del sitio y extender en todo el camino como sea requerido.
- f. El material de la capa se debe escarificar con una motoconformadora con el graduador para aflojar y desintegrar los terrones tanto como sea posible. Cuando sea necesario un tractor con discos o rotorvator se

deberá de utilizar para ayudar a aflojar y deshacer los terrones de arcilla.

- g. Determine la cantidad requerida del estabilizador iónico de suelos ENFIRME necesario para tratar el área del camino abierta y también para determinar la cantidad de agua requerida para levantar el contenido de agua del suelo hasta el 1% OMC.
- h. Distribuya igualmente la cantidad del estabilizador iónico de suelos ENFIRME en las pipas de agua antes de que la mezcla se rocíe uniformemente sobre el área abierta. El estabilizador iónico de suelos ENFIRME es completamente soluble en agua y se debe agregar a la pipa solamente después (no antes) de que la pipa tiene la cantidad completa o requerida de agua en él.
- i. El mezclado del agua y del estabilizador iónico de suelos ENFIRME en la pipa se puede facilitar circulando el agua con la bomba, o donde no se tenga ninguna bomba, hay que conducir la pipa hacia adelante y hacia atrás unas 3-4 veces sobre una distancia corta para facilitar el mezclado del producto.
- j. La mezcla diluida se rocía sobre la capa mientras que, siendo procesado por la motoconformadora con el graduador, un tractor con el disco de graduación, o el rotorvator (pata de mula) hasta que la capa de suelo se ha mezclado bien.
- k. Después de formar de nuevo el camino, la compactación puede comenzar con un rodillo. Donde están presentes las arcillas pesadas, la compactación debe estar por el rodillo con pata de mula y en capas de los 5-7cm, del fondo para arriba.
- l. La forma final del camino se da con la motoconformadora con el graduador es seguido por el rodillo liso final, generalmente con un rodillo neumático.

- V. El camino se abre al tráfico.
 - a. Durante la construcción e inmediatamente después de la compactación final, el camino se puede abrir al tráfico. Cualquier deformación se debe corregir por motoconformadora con el graduador y volver a la compactación antes de que el material se seque completamente.
- VI. Curado del camino estabilizado
 - a. Después de que la capa estabilizada se haya condensado a la densidad requerida y se haya traído a las líneas del trazo topográfico y realizado el bombeo a los grados requeridos de acuerdo con la sección transversal típica, la sección terminada debe ser “curada” con un rocío ligero de agua, preferentemente al final del día.
 - b. Esto es logrado por el uso diario de la pipa, dependiendo del clima y de la profundidad del tratamiento, generalmente el camino se riega con agua por cinco a siete días después de la fecha de la terminación.

Grupo enferme

Somos una Empresa especializada en la venta y aplicación de producto ESTABILIZADOR IÓNICO DE SUELOS, para uso vial.

El uso de estabilizador iónico de suelos es una solución técnica innovadora y de bajo costo, en la construcción y mantenimiento de las vías de comunicación terrestre, garantizando la supresión del polvo.

Proveemos capacitación técnica dentro de la República Mexicana como en todos los otros países de Latinoamérica, ofreciendo apoyo en campo durante la estabilización, asesoramiento en estudios evaluativos a las empresas, organismos e instituciones públicas en la construcción y estabilización. Realizamos visitas y estudios previos para luego plasmar el mejor diseño.

El constante estudio e investigación son nuestra base para un encuadre de la tecnología, dentro de las normas y parámetros de la ingeniería tradicional en la realización de caminos, perfeccionando así el liderazgo profesional alcanzado en todos estos años.

La realización de importantes obras, con diferentes tipos de composiciones en suelos y el intercambio técnico constante con organismos públicos e importantes empresas, han sido factores fundamentales en la formación de una trayectoria única en el rubro de la estabilización de suelos, siendo estos puntos nuestra carta de presentación.

Representante:

ARQ. JOSE MANUEL CASTILLO CALDERON.

CEL: 999-902-1862