



NATUREplus, Inc.

Estabilizador de Suelos

ISO – 9001-2000

**CATALIZADOR NATURAL LIQUIDO PARA
LA CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO,
REHABILITACION DE CARRETERAS Y
CAMINOS EN GENERAL**

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

LIMA - PERÚ

Calle Cristóbal Lozada y Puga No 103
URB. PANDO– SAN MIGUEL
LIMA – PERU

Tel / Fax:(51-1) 452-1773
email: stasoil.sac@terra.com.pe

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	3
II. ¿QUÉ ES TERRAZYPE Y CÓMO ACTÚA?	4
III. CERTIFICADO ISO 9002.....	5
IV. CARACTERÍSTICAS Y ÁREAS DE APLICACIÓN	6
V. VENTAJAS	8
VI. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	10
VII. PROCESOS DE APLICACIÓN.....	15
<i>Rendimiento.</i>	
<i>Equipos para la construcción.</i>	
<i>Análisis en laboratorio.</i>	
<i>Proceso de aplicación.</i>	
<i>Estimación en terreno de requerimiento de agua</i>	
VIII. EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE TERRAZYPE EN OTROS PAÍSES.....	29

I.- INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los países, se basa primordialmente en sus vías de comunicación, a través de ellos se lleva a cabo las interrelaciones económicas, sociales, culturales, etc. entre los pueblos. Miles de millones de dólares y horas - hombre se gasta cada año en la construcción, mantenimiento y reparación de caminos. Acanalamientos, erosión, deslizamiento de tierras, baches y polvo son problemas comunes de los caminos secundarios, o no pavimentados, que afectan a todos. Tiempo y dinero son irremediabilmente perdidos, los costos aumentan y nuestra comodidad y seguridad son puestas en juego por las condiciones precarias de los caminos.

Actualmente en el Perú, el Gobierno está llevando un agresivo programa orientado hacia el desarrollo vial, a través de la construcción y rehabilitación de carreteras. Programa en el cual se incluye el uso de estabilizadores como insumo indispensable para otorgarle mayor vida útil y, consecuentemente, lograr un considerable ahorro. TerraZyme, es una alternativa eficaz para la estabilización de carreteras cuya formulación líquida enzimática natural, no tóxica y biodegradable mejora la calidad de las obras de ingeniería. TerraZyme cataliza la degradación de los materiales orgánicos en el suelo alterando favorablemente sus atributos físicos y químicos. Esto da como resultado una mejor unión química de partículas cohesivas de suelo y una estructura de suelos más estable y duradera. Suelos tratados con TerraZyme alcanzan alto porcentaje de compactación con menos esfuerzo mecánico.

El incremento de la densidad mejora la unión entre las partículas otorgándole mayor resistencia frente a la deformación de caminos, a la migración ascendente de las partículas finas y a la penetración de agua. El uso de TerraZyme en la construcción y reparación mejora notablemente el rendimiento y la durabilidad de los caminos de tierra.

II.- ¿QUÉ ES TERRAZYME Y CÓMO ACTÚA?

TerraZyme es un aditivo para suelos elaborado a partir de extractos de plantas naturales mediante el uso de la tecnología de fermentación. La formulación final contiene productos de un proceso metabólico microbial, incluyendo enzimas.

Las moléculas de TerraZyme interactúan con las partículas cohesivas del suelo para mejorar los límites de solidez en el tiempo. El proceso reduce la permeabilidad y plasticidad en suelos arcillosos, elimina el agua e incrementa los límites de solidez entre las partículas cohesivas. Este incremento de límites ayuda a estabilizar los suelos y reducir el daño y deformación que generalmente se produce como resultado de determinadas condiciones húmedas de los suelos. El incremento de la densidad y solidez de los suelos tiene un importante impacto en la performance de las carreteras.

TerraZyme es también un catalizador eficaz que permite acelerar y fortalecer la unión del material de la base del camino. TerraZyme crea una base más densa, cohesiva y estable, cuya resistencia a la compresión aumenta con el tiempo.

III.- ISO 9001-2000.



CERTIFICATE OF REGISTRATION

Quality Management System

This is to certify that:

Nature Plus, Inc.
555 Lordship Boulevard
Stratford
Connecticut
USA
06615

Hold Certificate No: FM 65528

and operate a Quality Management System, which complies with the requirements of BS EN ISO 9001:2000 for the following scope:

Ferment and produce soil stabilizer, odor control and cleaning products.

For and on behalf of BSI, Inc.:


President

Originally registered: 31 Jul 1998

Latest issue: 26 Nov 2003

Page: 1 of 1



This certificate remains the property of BSI, Inc. It does not expire but is contingent on meeting agreed contractual requirements. Validity is maintained through a process of external assessments and reassessments. To check validity call 703 437 5000 or visit www.bsiamericas.com. To be read in conjunction with the scope of registration shown above or on the attached appendix.
Americas Headquarters: BSI, Inc. 12110 Sunset Hills Road, Suite 140, Reston, VA 20190, USA.

BSI
Management
Systems

BSI 9 USA Issue 2

IV.- CARACTERÍSTICAS DE TERRAZYME Y AREAS DE APLICACIÓN

Características de TerraZyme

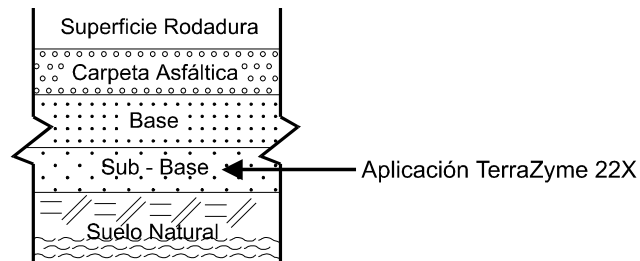
- Alto rendimiento y bajo costo.
- Usa equipo normal.
- Aplicable aún en suelos de muy baja calidad.
- Es 100 % natural.
- Compatible con el medio ambiente.
- Ecológico: * No tóxico *Biodegradable.
- De manejo seguro.
- No inflamable.
- Hay formulaciones para:
 - *Condiciones normales de suelo; y
 - *Suelos de alto contenido de arcilla.

Áreas de aplicación de TerraZyme

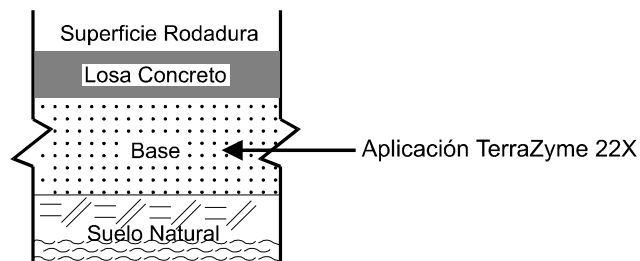
- En la construcción y rehabilitación de carreteras, caminos de tierra, caminos secundarios, áreas de control de erosión y otros.
- Tratamiento de sub base antes de asfaltar caminos primarios, áreas de estacionamiento y pistas de aeropuertos.
- Lugares de ambiente ecológico sensibles, plantaciones, parques, senderos y otros.
- Estabilizador contra erosión y escurrimiento de bermas de caminos, canales y acequias.
- Complemento de relleno en reparaciones de caminos y baches.
- Sellador de fondos de lagunas, tanques y rellenos sanitarios.

ESTRATO DE PAVIMENTOS APLICABLES:

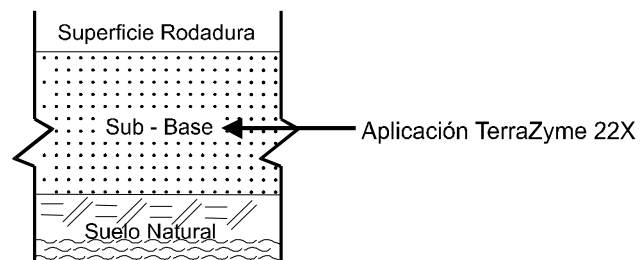
1. Carreteras de 1º y 2º categoría con carpeta asfáltica, losa de concreto y tratamientos bi o mono capa.



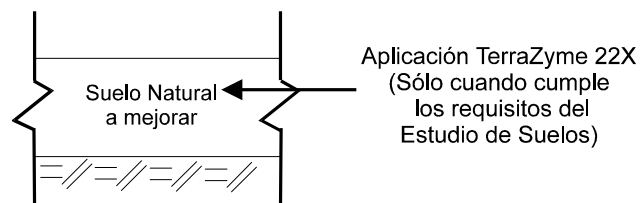
2. Pavimentos con losas de concreto.



3. Caminos rurales, trochas, etc.



4. Camino a mejorar sin acarreo, trochas carrozables



NOTA: Para establecer los espesores del pavimento, según diseños, se tomarán los mínimos calculados.

V.- VENTAJAS DE TERRAZYME

1. ALTO RENDIMIENTO Y BAJO COSTO

Con TerraZyme puede obtenerse caminos de tierra con bajo costo de mantenimiento, de extensa vida útil y en las más variadas y condiciones climatológicas. Es decir; alto rendimiento y bajo costo.

2. REDUCE PROBLEMAS GENERALES DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS

TerraZyme aumenta la estabilidad disminuyendo la penetración de agua en la base del camino. De esta manera se reduce los efectos de ondulaciones, encalaminado y baches, dando como resultado mayor tiempo de vida útil y menor costo de mantenimiento, incluyendo el de los vehículos.

3. SE PUEDE USAR MATERIAL DE MENOR CALIDAD, LO QUE REDUCE LA NECESIDAD DE IMPORTAR MATERIAL COSTOSO

La tecnología de TerraZyme usa más material del propio suelo, así mismo puede usar finos cohesivos no granulares, de menor calidad que, a menudo, se encuentran en el camino entre 10 cm. A 15 cm. De profundidad. Si se necesitara material nuevo puede usarse materiales menos costosos, con más contenido de finos (20- 30 % pasando por malla 200).

Con un rango más amplio de finos no granulares y lastre capaz de soportar carga, TerraZyme produce una excelente base de camino resistente y de larga duración.

4. SE REQUIERE EL MISMO EQUIPO QUE SE UTILIZA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

TerraZyme es fácil de aplicar. Se utiliza equipo convencional de construcción y se requiere menor esfuerzo que se realiza para operaciones normales de recubrimiento de superficies. El único paso diferente en la operación normal de escarificado y nivelación es agregar el producto TerraZyme, con suficiente agua para mojar todas las partículas del suelo y obtener la humedad óptima para la compactación.

5. AUMENTA LA RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN

TerraZyme es un catalizador orgánico y fortalece la unión del material de la base del camino. TerraZyme crea una base más densa, cohesiva y estable. La resistencia de la compresión aumenta con el tiempo.

6. MEJORA LA CAPACIDAD DEL CAMINO DE SOPORTAR CARGA, (% CBR)

TerraZyme mejora la integridad estructural de la base del camino y con el tiempo aumenta la capacidad para soportar carga (CBR). Esto extiende la vida útil del camino.

7. REDUCE EL ESFUERZO DE COMPACTACIÓN Y HACE MÁS FÁCIL TRABAJAR EL SUELO

TerraZyme incrementa la lubricación de las partículas del suelo. Hace el suelo más fácil de nivelar y permite que se logre la densidad deseada con menos pasadas del compactador (rodillo).

8. AUMENTA LA DENSIDAD DEL SUELO

Cambiando la atracción electro-química en las partículas del suelo y liberando agua retenida, TerraZyme ayuda disminuir los vacíos entre las partículas del suelo. Se produce así una fundación del camino más firme, seca, densa y con menos polvo.

9. DISMINUYE LA PERMEABILIDAD DE AGUA

Configuraciones de suelo más cohesivas inhiben el escurrimiento y migración del agua que generalmente se produce a través de los vacíos que existen entre las partículas. Caminos y bases de suelo contruidos con TerraZyme oponen mayor resistencia a la penetración de agua y al deterioro.

10. CLIMAS

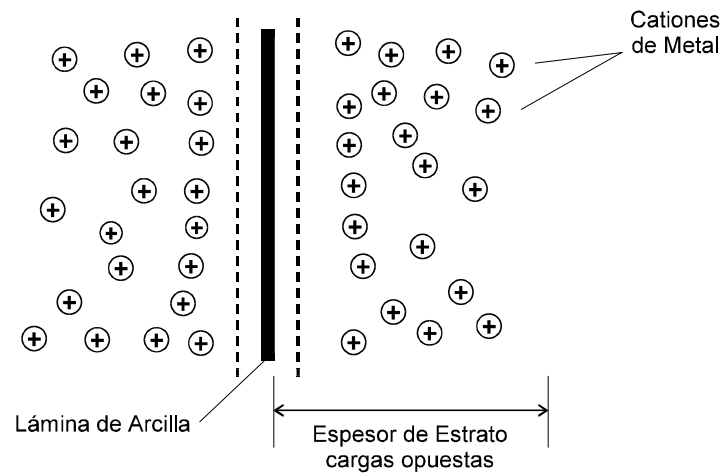
El Estabilizador de suelos reacciona efectivamente a cambios bruscos de temperatura y en zonas lluviosas en las alturas y a la acción de las heladas.

VI.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TERRAZYME

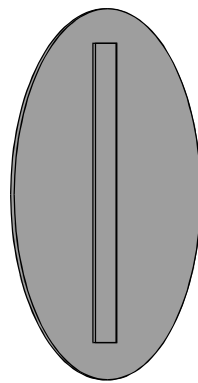
ASPECTO	TerraZyme®
Tecnología	Sistema enzimático
Efecto en la estructura mineral de la arcilla	Reduce la plasticidad y permeabilidad Incrementa la densidad y CBR.
Características y comportamiento	Reacciones e intercambio iónico, electroquímico con las partículas de la arcilla; reducción de tensión superficial; degradación enzimática del material orgánico en el suelo.
Naturaleza	Tecnología de fermentación de vegetales. Líquido.
Rango	Amplio rango de suelos naturales incluyendo materiales con alto contenido arcilloso cohesivo.
Aplicación	Los requerimientos de aplicación son mínimos, es de fácil aplicación. Construcción económica. Aplicación manual, basado en una buena mezcla de suelo, suficiente dilución en agua del producto y una adecuada compactación. Moderado PI; especificado (<20). El suelo puede contener material orgánico.
Rendimiento	Un Bidón de 20 Lts. Rinde para 660 m ³ , con un largo de 1100 m, ancho de 4 m, y espesor de 15 cm. Rinde 1 Lt. para 220 m ² ó 1 Lt. sirve para 33 m ³ .
Fabricante	NATUREplus, Inc. (USA) Presentación: Bidones de 20 Lts.
Vencimiento	36 meses, contados desde la fecha de su fabricación.
Medio ambiente	Ecológico. No tóxico, biodegradable.
Propiedades a 25 °C	PH = 4 - 9 Gravedad específica = 1,0-1,10 Color = Marrón claro Viscosidad, CPS = 20 Olor = Inodoro
Test de laboratorio y evaluación	Análisis usuales durante la pre - construcción: Granulometría del suelo, límite líquido e índice de plasticidad, PH, Humedad natural, Ensayo Proctor. DCP/CBR y medidas de densidad en carreteras tratadas, para establecer el incremento de compactación con respecto al tiempo. Las condiciones en el campo y resultado se simulan en el laboratorio.

PROCESO QUIMICO DEL ESTABILIZADOR TERRAZYME CON LA ARCILLA

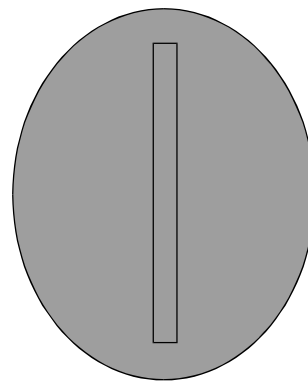
1. Sistema Típico de arcilla agua, los cationes cargados positivamente se sitúan alrededor de la lámina de arcilla cargados negativamente.



2. Reducción de ambos estratos alrededor de lámina de arcilla cuando los cationes de sodio Na^+ son reemplazados por los cationes de Calcio Ca^{2+}

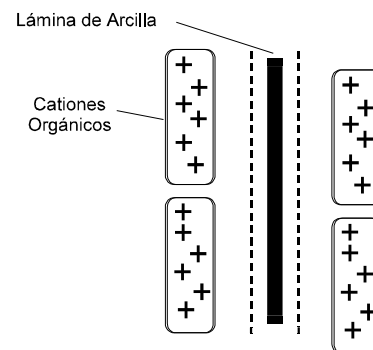
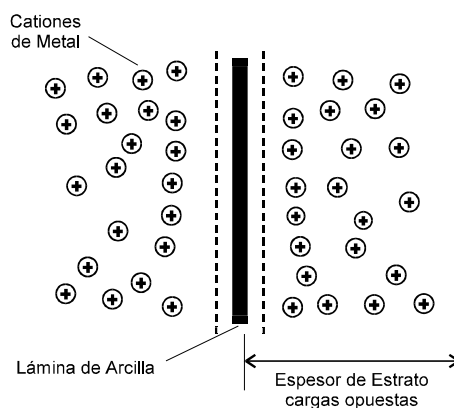


Doble Estrato
con cationes de Ca^{2+}



Doble Estrato
con cationes de Na^+

3. La lámina de arcilla se cubre con cationes orgánicos reduciendo el espesor del estrato por las cargas opuestas.



PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ARCILLA

Gravedad específica	2.66 gr
Superficie específica	15.90 gr/cm ²
Fineza Hegman N.S.	3.5
Granulometría < #200 mínimo	98%
Densidad aparente	490 gr./Lt.
Absorción aceite	29.50
Partida Sedigraph	42 mm.
Tamaño medio partícula	1.00
Partículas Sub micrométricas	50

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

El PH óptimo de acción para cada enzima está en relación con el sustrato sobre el cual actúa en condiciones presentes (Búfer T°). También influye en el origen de la enzima. La reacción enzimática es muy sensible al PH debido a tres factores:

1. PH extremos alteran irreversiblemente la estructura de la enzima.
2. PH en muchos casos modifica la ionización del sustrato.
3. PH modifica la disociación de los aminoácidos del Centro Activo.

ESPECIFICACIONES DE TERRAZYME

Los resultados óptimos en la estabilización con TerraZyme se da, cuando el suelo se mezcla completamente con la solución de TerraZyme considerando las especificaciones de diseño que se muestran a continuación. Adicionalmente los procedimientos de aplicación de TerraZyme apropiados son críticos para asegurar la mejor estabilización y la performance de la carretera.

1. **Granulometría.- Método de ensayo: ASTM E-11, D-422** o análisis de graduación similar. TerraZyme cataliza las reacciones con finos cohesivos (plásticos). Los finos pasan la malla N° 200 y deben de constituir por lo menos el 15% del material de construcción. La arcilla cohesiva deberá estar presente en un 6% como mínimo.
2. **Plasticidad.- Método de ensayo: ASTM D-4318** (límites Atterberg). Suelos ideales tratados con TerraZyme deberán tener un límite líquido (LL) menor que 30% y un índice plástico (IP) entre 5% a 18%.
3. **PH.- Método de ensayo, según instrucción del fabricante, para cada equipo.** Un suelo con PH de 4,5 - 9,5 es el mejor. Suelos con PH bajos pueden tratarse con carbonato de calcio (cal). Suelos con alto PH se podrán tratar con sulfato de sodio, sulfato de magnesio o ácido muriático. TerraZyme concentrado tiene un PH de 3,2 - 5,1.

4. **Humedad Natural.**- El porcentaje de humedad natural del suelo a usarse servirá para determinar los rangos y diluido del aditivo con agua y el riego para el óptimo.

Los siguientes ensayos en laboratorio también se pueden utilizar para estimar la performance de la carretera y ajustar la relación de aplicación.

1. **Máxima Densidad Seca/Optimo contenido de humedad (OCM). Método de ensayo: ASTM D-1557 Proctor modificado.** Aplicar TerraZyme con relación a 0,15; 0,20; 0,25; y 0,30 ml/kg. Para muestras de ensayo y determinar la relación de aplicación específica de TerraZyme al suelo para obtener buenos resultados. El tratamiento con TerraZyme reduce el OCM de 1% - 2% e incrementa la densidad del suelo.
2. **California Bearing Ratio(CBR).** - **Método de ensayo: ASTM D-1883.** El ensayo mide la resistencia del suelo a la carga. Esto muestra el incremento de la carga en suelos tratados con TerraZyme a niveles recomendados para compararlos con suelos no tratados. Los ensayos de CBR en seco representan mejor las condiciones de campo. Cuando se requiera una prueba húmeda, es necesario que las muestras tratadas se curen antes de sumergirlas en agua. Las pruebas de campo se ensayarán a las 14 semanas para determinar el incremento de la resistencia.
3. **Permeabilidad.**- **Método de ensayo: ASTM D-5084.** Se reduce la penetración de humedad debido al tratamiento con TerraZyme, lo que impactará favorablemente la performance y resistencia de la carretera. En suelos no tratados en cuanto a la permeabilidad se esperan reducciones de más de 50 veces, con respecto a los no tratados.

Los ensayos de laboratorio descritos antes proveen información útil. El ensayo en campo y la performance de la carretera demostrarán los beneficios del tratamiento con TerraZyme.

DATOS TECNICOS DE TERRAZYME

Los siguientes parámetros técnicos son datos importantes para el éxito de la estabilización con TerraZyme. La variabilidad de la graduación de suelos, la plasticidad, la química, así como el agua de los suelos de un lugar a otro influyen en el mecanismo del suelo y aseguran y predicen los resultados de estabilización. La mejor práctica incluye siempre la construcción de prueba de secciones de carreteras para verificar las técnicas de aplicación apropiadas.

Características de suelos Típicos

1. **Análisis de Graduación:** Suelo ideal para la construcción, distribución de tamaño de partícula, considerando el rango de 3/4" grava hasta finos que pasan malla N° 200. Esta mezcla provee la máxima capacidad de soporte de carga, minimizando los espacios vacíos. Muchos materiales in situ no tienen una graduación ideal. Las experiencias en campo con muchos perfiles de graduación indican que muchos suelos se beneficiarán con el tratamiento con TerraZyme. Las excepciones son las siguientes:
 - En arena limpia con partículas inertes y que contenga alto porcentaje de vacíos.
 - En suelos con alto contenido de finos donde el perfil de graduación muestre que las partículas pasan la malla # 200, se observe ausencia de arena, contenga poca arcilla y/o alto porcentaje de limos; ejm: suelos según clasificación SUCS: OH, CH, PT, OL.
 - Suelos que reaccionan con TerraZyme, teniendo presente que contenga 6% de arcilla como mínimo, que pase malla # 200, según SUCS: GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL.

VII.- PROCESOS DE APLICACIÓN DE TERRAZYME

La aplicación más de TerraZyme se realiza durante el afirmado de carreteras, donde se presentan ondulaciones, baches, diques, etc.

Demostraciones exitosas y su correspondiente aplicación en muchas partes del mundo han permitido acumular valiosas experiencias respecto a los tipos adecuados de los suelos, su química, requerimiento de equipos y máquinas, así como métodos de aplicación del producto para obtener el mejor éxito.

- Rendimiento.

La relación de dosificación es de 1 Lt. de TerraZyme por 33 m³ de material. El rango de dilución en agua es de 1:500 a 1:2 000, dependiendo del tipo del suelo y lo seco que éste se encuentre.

Suelos Secos	1/2000
Suelos Húmedos	1/500

- Equipos para la aplicación.

Los equipos requeridos para la construcción y rehabilitación de carreteras con TerraZyme son los mismos que se usan para el recubrimiento de la superficie de caminos.

- Motoniveladora o escariadora (120 HP) que sirva para romper la superficie del camino, pudiendo ser reemplazado eventualmente por un arador rotatorio (2m).
- Camión o carro cisterna para agua, de 9500 a 19000 litros o 2500 a 5000 glns. de capacidad, con toberas de riego.
- Rodillo de tambor liso, de 1,5 a 2 metros de ancho, con un peso de 8 a 12 ton. , para una efectiva compactación. Usar rodillo vibratorio para las dos primeras pasadas. Si el suelo presenta un alto contenido de arcilla, el uso de un compactador de "pata de cabra" mejorará los resultados. Un rodillo neumático, de 10 a 15 toneladas puede reducir la adhesión del suelo a las superficies de la llanta en suelos muy cohesivos.

Los caminos adecuados para la demostración de TerraZyme, se escoge de preferencia, secciones alrededor de 100 metros para establecer con mayor precisión la dosificación adecuada, previamente se habrá calculado las condiciones de contenido de humedad del suelo. Para asegurar el éxito de caminos antes de la aplicación de TerraZyme, use la información y los procedimientos establecidos para tal efecto.

Demostraciones de este tipo se pueden realizar en un día, proporcionando un valioso entrenamiento y una singular experiencia, lo cual permite a los interesados presenciar la operación y obtener información del rendimiento de TerraZyme comparando secciones tratadas con secciones sin tratar. La observación cuidadosa, así como el conocimiento de las condiciones del suelo antes, durante y al final de la demostración, de parte de los observadores, será muy valiosa cuando en la práctica se aplique los procedimientos aprendidos.

Se ha encontrado que en las aplicaciones más exitosas de TerraZyme han tenido lugar en suelos que contienen un rango completo de tamaños de partículas, así como una distribución pareja de ellas, desde gruesos capaces de soportar las cargas del tráfico hasta los finos cohesivos. Arena de playa y roca triturada no han demostrado ser materiales adecuados cuando se les usa sin agregar ripio y material fino. Es muy importante hacer un buen análisis del suelo para calificar con mayor precisión los suelos que se encuentran en condiciones de alcanzar la máxima

CURVA MAXIMA SATURACION

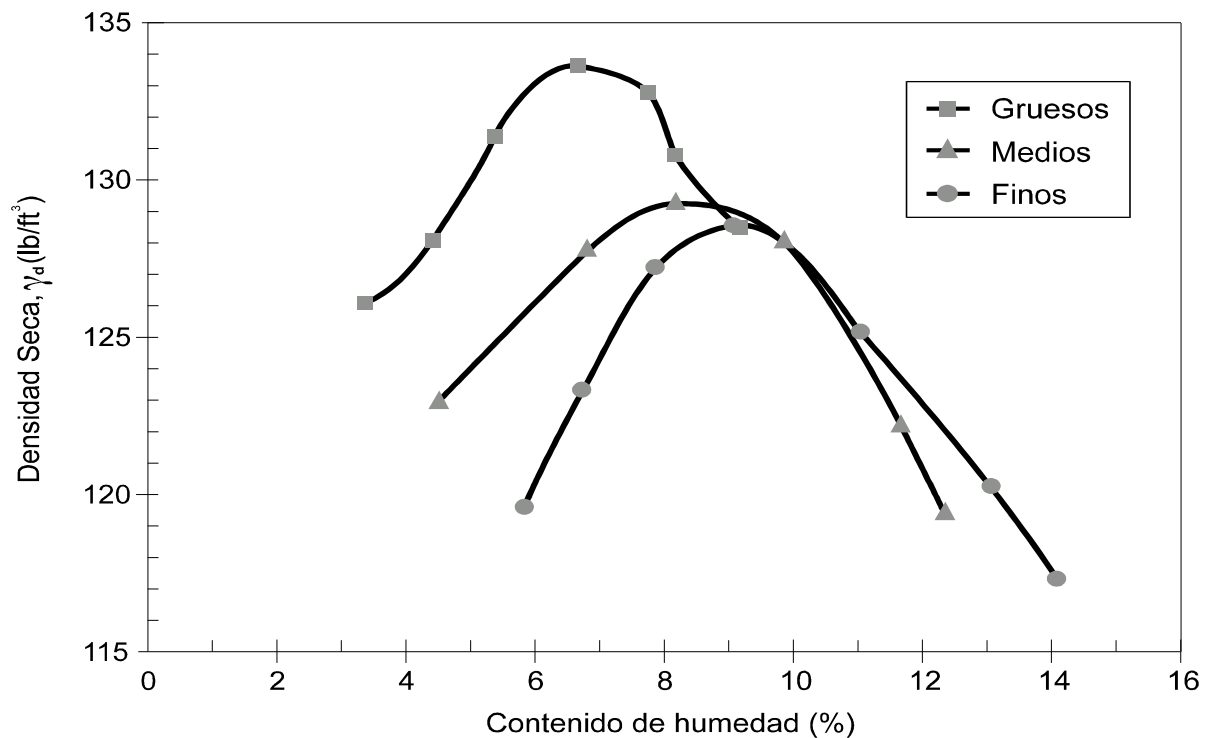


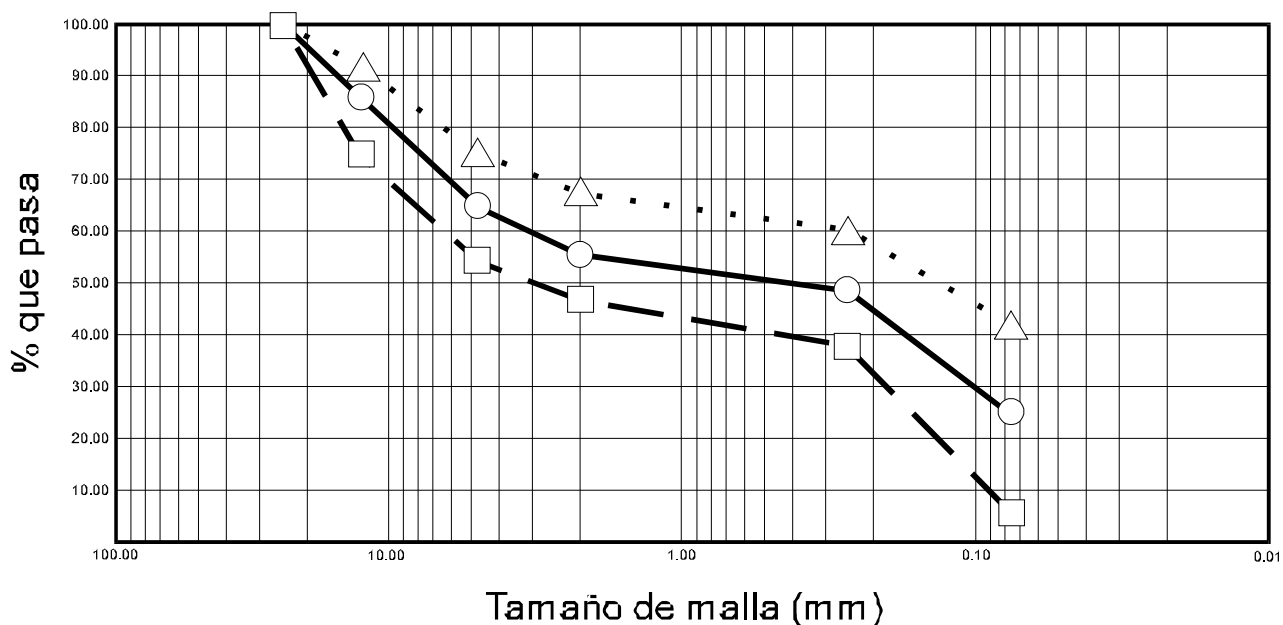
Fig. 1 Se presenta la Curva de Saturación del Ensayo Proctor para 3 tipos de suelos.

TerraZyme®

Estabilizador de Suelos para Carreteras

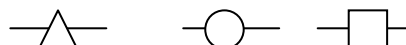
Biodegradable y no Tóxico

Perfil de Graduación Recomendable



Rangos de Graduación de Tamaño de Partícula

<u>Malla</u>	<u>Tamaño</u>	<u>Porcentaje que pasa</u>		
		Superior	Ideal	Inferior
2"	50 mm	100%	100%	90%
1"	25 mm	100%	90%	80%
1/2"	12,5 mm	95%	85%	75%
#4	4,75 mm	75%	65%	54%
#10	2,00 mm	68%	57%	47%
#60	0,24 mm	60%	48%	38%
#200	0,075 mm	42%	24%	12%

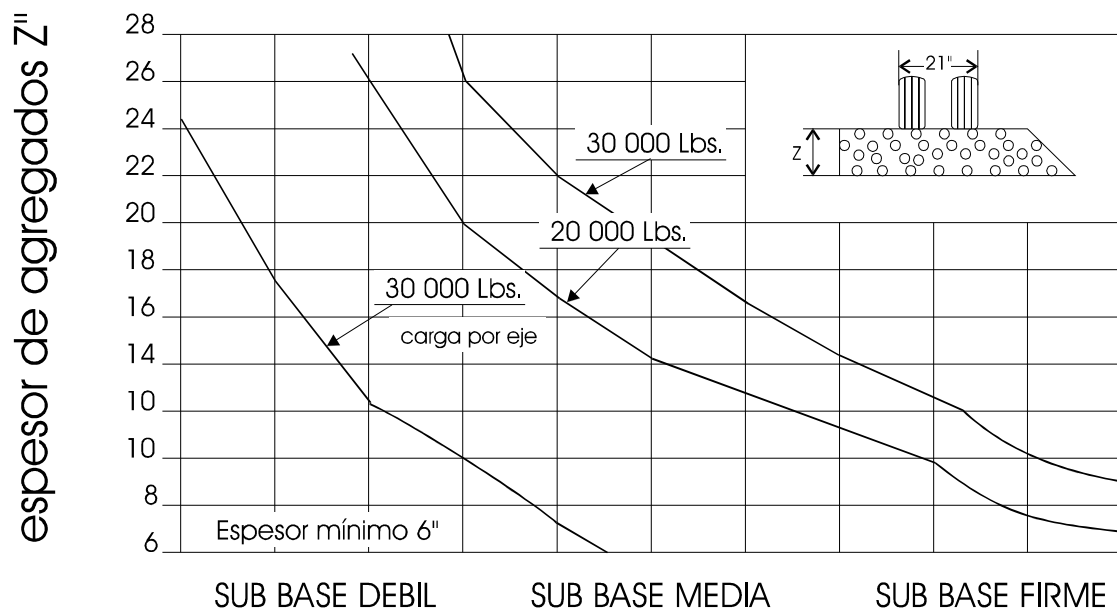


Rangos de índices plásticos = 5% a 12%.
Límites líquidos = < 30%

GUIA GENERAL PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

CURVAS DE DISEÑO BUENA GRADACION DE AGREGADOS SOBRE EL SUELO

SE ASUME QUE LOS CAMIONES SON DE 10 – 20 LLANTAS - DOBLE LLANTA EN UN SOLO EJE



TerraZyme, incrementa la fuerza del suelo, disminuyendo la cantidad de espesor requerido para la construcción de una carretera.

- Análisis en laboratorio

Se debe tener información necesaria para predecir una prueba exitosa, tales como la clasificación de tamaño, información de los límites líquido y plástico así como del pH del suelo. Estos son factores considerados muy relevantes.

Suelos de baja calidad, que son a menudo rechazados para la construcción de caminos, se logran recuperar mediante la aplicación de TerraZyme; como en el caso de suelos que tienen un mayor contenido de finos (20 - 30, % que pasa por el tamiz # 200). Si se requiere una alta capacidad de soporte de carga de tráfico, el análisis necesitará entre 15 - 20 % de ripio grueso. A su vez si los suelos contiene bajo porcentaje de finos (menos de 5 % que pase el tamiz # 200) será deseable cambiar el perfil del suelo agregando arcilla cohesiva al suelo.

- Proceso de aplicación.

1. **Rompa, escarifique y pulverice el camino hasta una profundidad de 15 cm.** Si se requiere agregar mas material (gruesos, finos o arcilla) hágalo antes de escarificar. Trabaje y mueva al material suelto hasta que esté bien pulverizado, a una profundidad total de 15 cm, para asegurar la penetración completa y distribución pareja del tratamiento líquido. Retire las piedras mayores de 10 cm.
2. **Calcule la cantidad la cantidad de agua requerida para que el suelo alcance una humedad óptima para su compactación.** La cantidad de agua calculada en este paso será mezclada en el camión tanque con el volumen previsto de TerraZyme. La solución se aplicará a la sección del camino antes de ser mezclado y compactado. La hoja de trabajo para la cantidad de agua se determina con el Análisis de laboratorio y ensayo Proctor.

Si no existiera el Estudio de Laboratorio de Suelos, use las instrucciones de "Estimación en Campo del Grado de humedad Óptima".

IMPORTANTE: TerraZyme libera el agua retenida en el suelo. Por lo tanto, el agua utilizada para estimar los requerimientos de humedad debería contener una parte de concentrado de TerraZyme, en 500 partes de agua (dos mililitros de concentrado de TerraZyme en un litro de agua).

3. **Calcule el volumen de concentrado de TerraZyme que se utilizará para estabilizar un determinado volumen de material.** Use la hoja de estimación de TerraZyme en la línea E para determinar el volumen. La relación es de un litro de TerraZyme por 33 m³ de material a compactar.
4. **Combine en un camión cisterna el volumen de concentrado de TerraZyme con 90 % del volumen de agua.** TerraZyme se mezclará

fácilmente con el agua en pocos minutos. La mezcla puede ser acelerada moviendo el camión hacia adelante y hacia atrás. Esparcir la carga total de la formulación diluida de TerraZyme, contenida en el camión, en varias pasadas uniformes sobre la sección preparada para permitir la penetración total de líquido. Esta mezcla se requiere para llevar al suelo a la humedad óptima y a la distribución uniforme de TerraZyme antes de ser compactado.

Si la formulación diluida de TerraZyme calculada para una sección predeterminada del camino llegara a ser distribuida en menor cantidad se obtendrá, inevitablemente, una compactación debajo del nivel óptimo.

5. **Mezcle bien la formulación de TerraZyme con el suelo.** Después de mezclar totalmente el suelo mediante el uso de la motoniveladora, compruebe que tenga suficiente contenido de humedad. Para ello tome muestras del suelo en forma de bolas, en varios lugares a lo largo del camino (ver el anexo: “Estimación en el Campo del Grado de Humedad Óptima”). Agregue hasta un diez por ciento de agua sin TerraZyme, si fuera necesario y vuelva a mezclar en suelo.
6. **Disperse el suelo tratado con TerraZyme en capas de espesor uniforme previa a la compactación.** Siga los métodos tradicionales para darle la curvatura y escurrimiento de agua necesaria al camino. Se conseguirá el mejor rendimiento cuando se prevenga al máximo posible la formación de pozas de agua.
7. **Compacte la capa tratada con un rodillo normal.** Puede emplearse un rodillo vibratorio para asentar mejor la mezcla de suelo, pero sólo en la primera pasada. Pasadas de compactación deberán sobrelaparse en un 50 % para evitar puntos débiles. Hoyos o irregularidades pueden ser rellenados con una pala o usando una pasada ligera de una motoniveladora después de la primera pasada de compactación. Generalmente se realiza de tres a cuatro pasadas de rodillo finales sobre la sección, sin vibrador.
8. **Complete el “Informe de Aplicación” de TerraZyme,** (ver anexo). Lleve una copia de este formulario al lugar de la faena para completar la información mientras se efectúa el trabajo. Favor de enviar a nuestras oficinas, por correo o fax, los informes de aplicación así como los resultados de las demostraciones.

IMPORTANTE : La resistencia de los campos con TerraZyme aumenta gradualmente durante las primeras 14 semanas bajo condiciones moderadas de clima y suelo. El camino nuevo puede ser usado para el tráfico liviano inmediatamente después de realizada la compactación, de ser necesario. **Para uso más pesado, los mejores resultados se han logrado después de un período de curado de 2 a 3 días.**

- *NOTA : Estimación en terreno de requerimiento de agua para el grado de humedad óptima (cuando no existe estudio de laboratorio de suelos).*

Si no cuenta con equipo para determinar la humedad óptima, la humedad neta a ser agregada puede ser estimada en el propio terreno. Para tal efecto siga los siguientes pasos:

1. Mida 100 gramos de suelo de la sección preparada de camino.
2. Agregue cantidades medidas de formulación diluida de TerraZyme (diluida en una parte de TerraZyme por 500 partes de agua) a la muestra de suelo hasta que pueda formar con ella una bola en una mano. Cuando haya alcanzado la humedad óptima. La bola húmeda de suelo obtendrá su forma y dejará sólo una breve película de humedad en la palma de la mano.
3. Tome nota de la cantidad total de agua mezcladas con TerraZyme, expresada en mililitros, que haya agregado al suelo para alcanzar el nivel de humedad óptimo (paso 2).
4. Divida el número de mililitros de agua por los 100 gramos de suelo y anote el resultado en la hoja de trabajo: "Estimación de Requerimiento de Agua", el resultado obtenido establecerá la cantidad de agua necesaria para mojar adecuadamente la sección preparada de camino.

IMPORTANTE: TerraZyme impacta y afecta el nivel de humedad óptima en el suelo. En todos los casos, el agua usada para ajustar la humedad del suelo debe contener una parte de concentrado de TerraZyme y 500 partes de agua (dos mililitros de concentración de TerraZyme por cada litro de agua).

IMPLEMENTOS USADOS PARA ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA ALCANZAR EL GRADO DE HUMEDAD ÓPTIMA EN UN CAMINO DE DEMOSTRACIÓN DE USO DE TERRAZYME

- Un cuentagotas o gotero graduado (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 ml.)
- Un litro de agua mezclado con dos mililitros de concentrado 1 X de TerraZyme
- Un recipiente, de por lo menos medio litro para la mezcla.
- Una cuchara, o herramienta similar, para mezclar suelo con el agua.
- Un vaso, de unos 100 ml. (para contener 100 gramos de suelo)
- Una vara de medición, de medio metro de largo.

DATOS TÉCNICOS QUE SE ASUMEN CUANDO NO EXISTE ESTUDIO DE SUELOS

DENSIDADES APROXIMADAS DE SUELOS

TIPOS DE SUELO	DENSIDAD Kg./m ³
Arena, húmeda	1 900
Arcilla y ripio (mojado)	1 850
Arcilla, mojado	1 800
Arcilla, seca	1 100
Arena y ripio, secos	1 750
Ripio, seco (6 mm - 50 mm).....	1 700
Arcilla y ripio secos	1 600
Ripio, arena y arcilla	1 600
Arena, seca.....	1 550

HUMEDAD NATURAL	ARCILLAS
Arcilla color rojo	12 %
Arcilla color Nueva América	5 %
Arcilla color verde	14 %

COMO ESTIMAR REQUERIMIENTOS DE CONCENTRADO DE TERRAZYME

Dimensiones métricas

Nombre del Proyecto: _____ Fecha : _____

	<u>Ejemplo 1</u>	<u>Ejemplo 2</u>
A. Ancho del camino (metros)	4 metros	6 metros
B. Longitud del camino (1 km = 1 000 m)	100 metros	100 metros
C. Profundidad de la base (15 cm = 0,15 m)	0,15 metros	0,15 metros
D. Volumen de la base = A x B x C	60 metros	90 metros
E. TerraZyme® = D/33 (L/33m³)	1,82 litros TZ	2,73 litros TZ

Estimación de volúmen de TerraZyme

	<u>Section 1</u>	<u>Section 2</u>
A. Ancho del camino (metros)	m	m
B. Longitud del camino (1 km = 1 000 m)	m	m
C. Profundidad de la base (15 cm = 0,15 m)	m	m
D. Volumen de la base = A x B x C	m³	m³
E. TerraZyme® = D/33 (L/33m³)	L TZ	L TZ

CALCULO DE REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA DILUIRLO CON EL ADITIVO Y POSTERIORMENTE COMO RIEGO.

DATOS :

Volumen del suelo (Kg.)	=		m ³
MDS	=		Kg/m ³
OCH %	=		%
Humedad Natural (Hn) %	=		%
Ancho vía	=		m
Espesor	=		m
Longitud	=		mL.

PASO 1

- A Diferencia (entre OCH - Hn) = %
- B Porcentaje de agua requerida por peso
(MDS x A) = Lt/m³
- C Litros de agua requerida para la sección
total del camino (Vs x B) = Lts.
- D Tomar 90% del agua requerida (C x90%) = Lts.

APLICACION CON TERRAZYME

Rangos : 1/500 a 1/2000 Húmedo a Seco

NOTA: Según el tipo de suelo, sea más húmedo o seco, se debe aplicar el rango,

- E TerraZyme = Vs/R=33 m³ = Lts.
- F Dosificación TerraZyme con agua
diluído (E x Rango) = Lts.
- G Adicionar agua simple para el
óptimo. (D - F) = Lts.

1 Gln. = 3,80 Lts.

RESUMEN DE ESTABILIZACION DE LA CARRETERA CON TERRAZYME

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre del cliente: _____

Persona contactada: _____

Cargo de la persona contactada: _____

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ubicación del sector: _____

Fecha del tratamiento: _____ Código del Producto _____

Dosificación del Tratamiento (litros/m³) _____ Clase de suelo _____

Largo (m) _____ Ancho (m) _____

Profundidad _____ Área (m²) _____

Volumen _____ Cantidad de producto _____

3. ÁREA DE TRATAMIENTO

Base del camino

Sub-base

Reparación

Berma

1. ANÁLISIS DEL SUELO

Resultados	Muestra 1	Muestra 2
% de retención en tamiz de 50 mm.		
% de retención en tamiz de 25 mm.		
% de retención en tamiz de 12,5 mm.		
% de retención en tamiz de # 4 (4,75 mm)		
% de retención en tamiz de # 10 (2,0 mm)		
% de retención en tamiz de # 40 (0,425 mm)		
% de retención en tamiz de #100 (0,150 mm)		
% de retención en tamiz de # 200 (0,0175 mm)		
% pasando por tamiz # 200 (0,075 mm)		
Límite líquido (LL) (suelo que pasa # 40)		
Límite Plástico (LP) (suelo que pasa # 40)		
Índice de plasticidad (%) IP = LL – LP		
pH del suelo		
Clasificación del suelo		
USC o AASHTO		
Humedad Natural del suelo %		
Punto de contenido Optimo de Humedad -- Std. Proctor		
Máxima densidad seca – Std. Proctor		
Resistencia a la compresión sin material colindante (UCS)		
Factor (de California) de Resistencia a la Carga (CBR)		
Empapado		
Seco		

Nota: Es necesario que este resumen sea remitido al Departamento de Ingeniería de STASOIL SAC.

COMO ESTIMAR REQUERIMIENTOS DE CONCENTRADO DE TERRAZYME

Dimensiones métricas

Nombre del Proyecto: Ilave - Gamicachi Fecha : Octubre 97

Ejemplo 1 Ejemplo 2

A. Ancho del camino	(metros)	4 metros	6 metros
B. Longitud del camino	(1 km = 1 000 m)	100 metros	100 metros
C. Profundidad de la base	(15 cm = 0,15 m)	0,15 metros	0,15 metros
D. Volumen de la base	= A x B x C	60 metros	90 metros
E. TerraZyme®	= D/33 (L/33m³)	1,82 litros TZ	2,73 litros TZ

Estimación de volúmen de TerraZyme

		<u>Section 1</u>	<u>Section 2</u>
A. Ancho del camino	(metros)	4.00 m	4.00 m
B. Longitud del camino	(1 km = 1 000 m)	1 500 m	1 000 m
C. Profundidad de la base	(15 cm = 0,15 m)	0.20 m	0.15 m
D. Volumen de la base	= A x B x C	1 200 m³	600 m³
E. TerraZyme®	= D/33 (L/33m³)	36.36 L TZ	18.18 L TZ

CALCULO DE REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA DILUIRLO CON EL ADITIVO Y POSTERIORMENTE COMO RIEGO.

DATOS :

Longitud	=	<u>1000</u>	ml.
Ancho vía	=	<u>4.00</u>	m
Espesor	=	<u>0.15</u>	m
Peso del suelo (MDS)	=	<u>1800</u>	Kg/m ³
Humedad óptima (OCH)	=	<u>11</u>	%
Humedad Existente	=	<u>8</u>	%

PASO

- A** Volumen del Suelo (Vs)
 $Vs = 1000 \text{ m} \times 4.00 \text{ m} \times 0.15 = \underline{600} \text{ m}^3$
- B** % de agua necesaria para alcanzar lo óptimo
 $OCH - Hn = 11\% - 8\% = \underline{3} \%$
- C** Peso del material
 $Vs \times MDS = 600 \text{ m}^3 \times 1800 \text{ Kg/m}^3 = \underline{1'080,000} \text{ Kg.}$
- D** Litros de agua requerida para la selección
 $\text{B} \times \text{C} = 3\% \times 1'080,000 = \underline{32,400} \text{ Lts.}$
- E** Factor de seguridad 70%
 $\text{D} \times 70\% = 32,400 \times 0.70 = \underline{22,680} \text{ Lts.}$
- F** Cantidad de TerraZyme para el (Vs)
Un litro de Terrazyme = 33 m³
 $= \underline{18.18 \text{ Lts. de TZ:}}$

APLICACION DE TERRAZYME CON AGUA

Rangos : 1/500 a 1/2000
 Húmedo a Seco

NOTA:Según el tipo de suelo, sea más húmedo o seco, se debe aplicar el rango,

Para este caso:

1 Litro de Terrazyme para 1000 litros de agua

18.18 litros de Terrazyme por 1000 litros de agua = 18,180 litros de agua simple para obtener la humedad óptima (apreciación práctica de campo)

RESUMEN DE ESTABILIZACION DE LA CARRETERA CON TERRAZYME

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre del cliente: Constructora JMG
 Persona contactada: Ing. Fernández
 Cargo de la persona contactada: Ing. Residente

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ubicación del sector: Provincia de llave
 Fecha del tratamiento: Octubre 97
 Código del Producto: _____
 Dosificación del
 Tratamiento (litros/m³) 36.36 Clase de suelo A – 1 – b⁽⁹⁾
 Largo (m) 1 500 m Ancho (m) 4m
 Profundidad .20 Área (m²) 6 000
 Volumen 1200 m³ Cantidad de producto 36.36 Lts/m³

3. ÁREA DE TRATAMIENTO

Base del camino Sub-base Reparación Berma

2. ANÁLISIS DEL SUELO

Resultados	Muestra 1	Muestra 2
% de retención en tamiz de 12,5 mm.	82.11	
% de retención en tamiz de # 4 (4,75 mm)	78.78	
% de retención en tamiz de # 10 (2,0 mm)	57.72	
% de retención en tamiz de # 40 (0,425 mm)	36.35	
% de retención en tamiz de #100 (0,150 mm)	26.13	
% de retención en tamiz de # 200 (0,0175 mm)	21.53	
% pasando por tamiz # 200 (0,075 mm)		
Límite líquido (LL) (suelo que pasa # 40)	22.62	
Límite Plástico (LP) (suelo que pasa # 40)	16.35	
Índice de plasticidad (%) IP = LL – LP	6.27	
Ph del suelo		
Clasificación del suelo	GM	
USC o AASHTO	A – 1 – b ⁽⁹⁾	
Humedad Natural del suelo %	5.30 %	
Punto de contenido Optimo de Humedad -- Std. Proctor	9.00 %	
Máxima densidad seca -- Std. Proctor	1.78 Kg/m ³	
Resistencia a la compresión sin material colindante (UCS)		
Factor (de California) de Resistencia a la Carga (CBR) Empapado Seco		

Nota: Es necesario que este resumen sea remitido al Departamento de Ingeniería de STASOIL SAC.

VIII. EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE TERRAZYME EN OTROS PAÍSES.

TerraZyme viene siendo aplicado en todos los países de América del Norte y América del Sur como Chile, Colombia, Uruguay, Guatemala, Tailandia, Malaya, China, Surinam, países europeos y africanos, etc.

A continuación, mostraremos la conclusión de la aplicación de TerraZyme en Colombia y Chile.

EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DE TERRAZYME EN COLOMBIA

En Colombia se ha utilizado la técnica de estabilización de suelos con enzimas orgánicas, TerraZyme, en los siguientes sitios:

- Carretera Tena - San Antonio de Tequendama
- Carretera Alpes - Cambao
- Carretera Puerto Lleras - Bizerta
- Variante La Vega - San Antonio

Los tramos de estas carreteras que fueron tratados con enzimas TerraZyme demostraron muy buen comportamiento.

En la ciudad de Bogotá se utilizaron enzimas así:

- En las orejas de la intersección calle 80 con la Avenida Boyacá construidos en el primer semestre de 1994, se estabilizó los 10 cm. superiores de la sub base, con límite plástico 10 y pasa - tamiz # 200 de 20 %.

Los valores de CBR ejecutado con posterioridad sobre los suelos completamente saturados van de 33 % a 40 %. Después de un año y medio, los pavimentos de estas orejas se encuentran en alto índice de servicio.

- En la calle 170 calzada norte, de la carretera 53 al occidente. La parte de ésta vía que fue tratada con enzimas se encuentra en buenas condiciones.
- En la carretera 9, entre las calles 140 y 147, calzada occidental, construcción en el primer semestre de 1994 se estabilizó la sub base con enzimas. Actualmente se encuentra en óptimas condiciones de servicio.

CONCLUSIONES

1. Las enzimas orgánicas TerraZyme aplicada a suelos cohesivos, mejoran el comportamiento de éstos en forma progresiva. La mayoría de las variaciones que se producen no se pueden apreciar antes de 15 días de aplicadas las enzimas. La mayor facilidad de manejar el suelo se manifiesta inmediatamente.

2. Se comprobaron en el laboratorio los efectos del producto con resultados altamente satisfactorios al comparar resultados en las muestras sin enzimas y los suelos tratados con enzimas TerraZyme. Las mayores y mejores variaciones se encuentran en:
 - Aumento significativo de la relación de soporte CBR, especialmente para la sub base.
 - Gran disminución de la expansión comprobada al someter las muestras a saturaciones para el ensayo CBR.
 - La reducción de permeabilidad y plasticidad, ambas observadas después de dos semanas de haber tratado los suelos con enzimas.
 - El incremento a la resistencia a la compresión.
3. Las variaciones que se registran son mayores para los materiales que contienen mas suelo cohesivo (plástico); esto confirma que donde mejor actúan las enzimas TerraZyme es sobre los suelos plásticos.
4. En cualquier proyecto donde las sub-rasantes y/o los materiales cercanos para sub-base y bases sean plásticas (Índice de plasticidad sobre 5%) y el porcentaje de finos sea mayor, se justifica analizar el empleo de enzimas orgánicas como estabilizante.
5. La dosificación de 1 Lt. de TerraZyme por 33 m³ de material fue utilizado en los ensayos y se obtuvieron buenos resultados.

Cuando en una muestra pequeña se agregó al suelo 10 veces mas de las enzimas, no se notó variación especial en los resultados de ensayos para comprobar sus propiedades físicas. Vale la pena hacer previamente la investigación completa previa con pequeñas variaciones de enzima agregada a cada material para determinar la proporción que produzca los mejores resultados.
6. Para tratar con TerraZyme suelos que presenten escasa humedad natural se requiere agregar mayor cantidad de agua, lo que permitirá una absorción más efectiva de la enzima.
7. El estabilizador trabaja con 6% que pase # 200 como mínimo.
8. Es requisito indispensable contar con el Estudio de Suelos completo.

EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DE TERRAZYME DE LABORATORIO EN CHILE

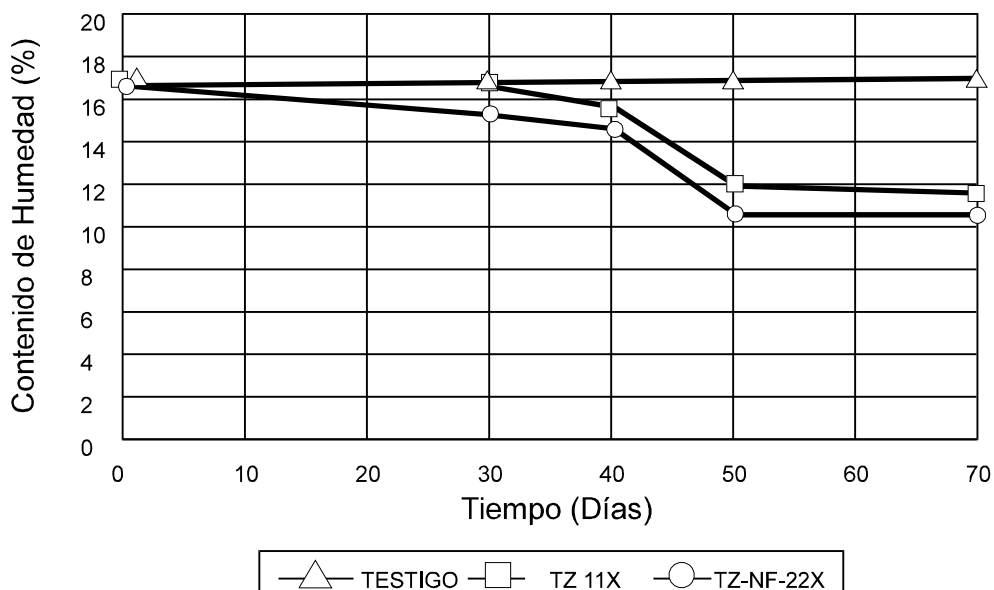
Las pruebas de laboratorio revelan resultados satisfactorios, tal como el aumento de los valores CBR progresivamente con el transcurso del tiempo. Estos aumentos se inician después de cuatro horas de curado una vez hecha la confección de las probetas, y a medida que aumentan las horas de curado, aumentan las capacidades de soporte y el endurecimiento de las probetas. El producto es capaz de endurecer la capa tratada. Este endurecimiento es progresivo con el tiempo.

La dosis recomendada por TerraZyme es de 1 litro por cada 33 m³ de material suelto.

1

GRAFICA Variación Índice Plástico

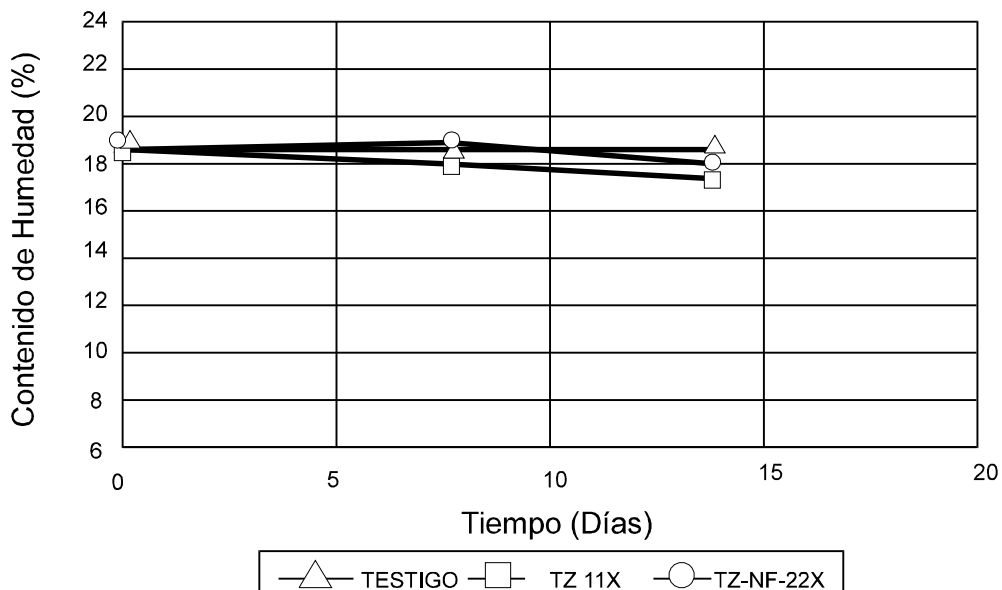
Material de sub-base



2

GRAFICA Variación Índice Plástico

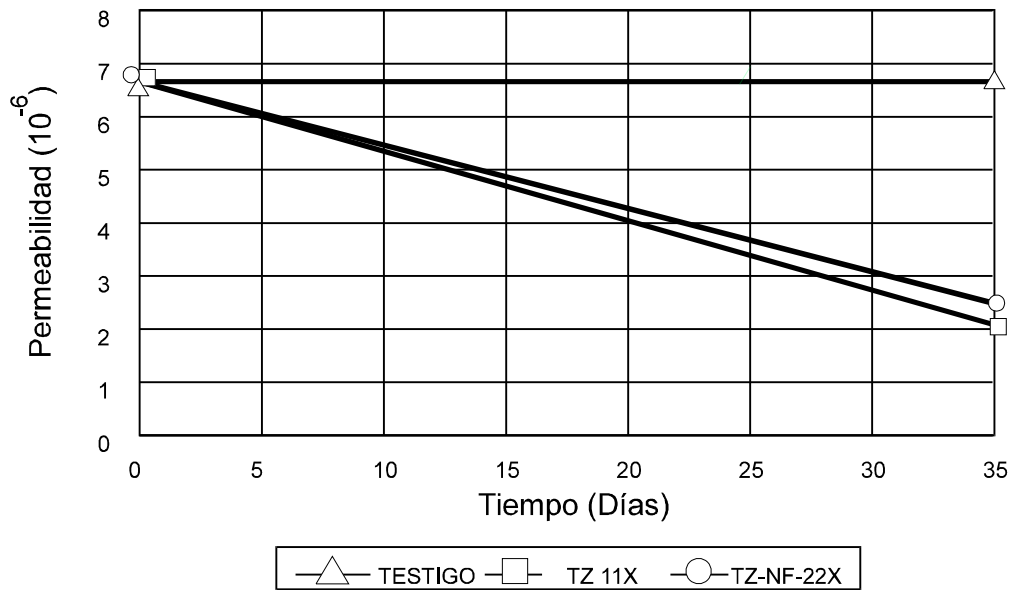
Material de subrasante



3

GRAFICA Permeabilidad (4 kg/cm²)

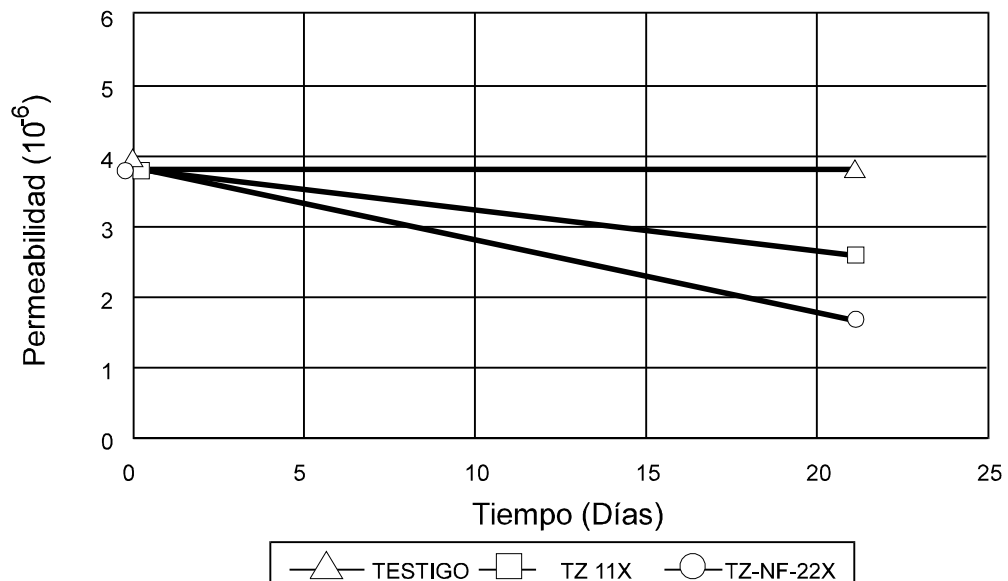
Material de sub-base



4

GRAFICA Permeabilidad (4 kg/cm²)

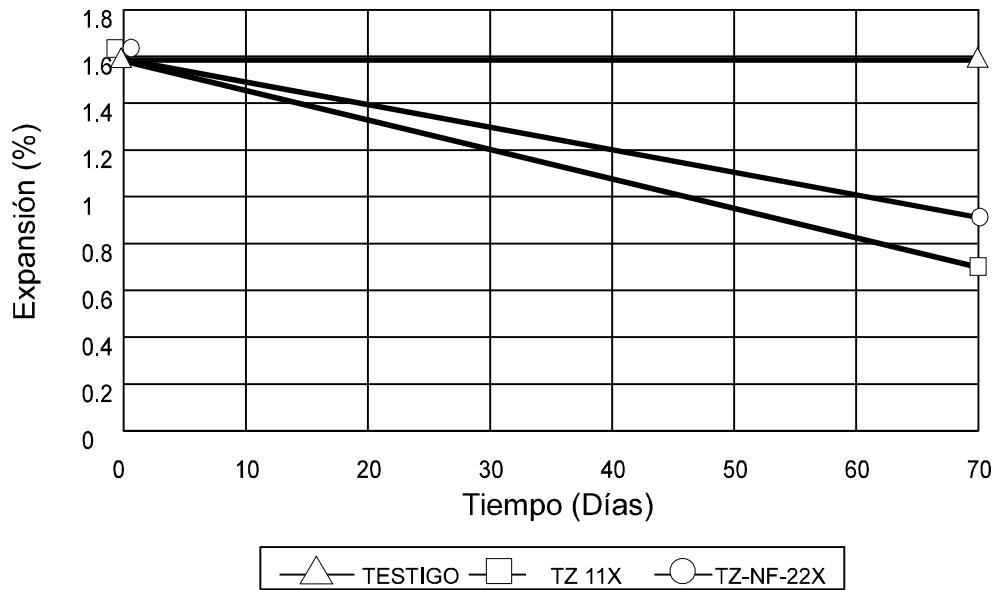
Material de subrasante



5

GRAFICA Expansión en C.B.R. (%)

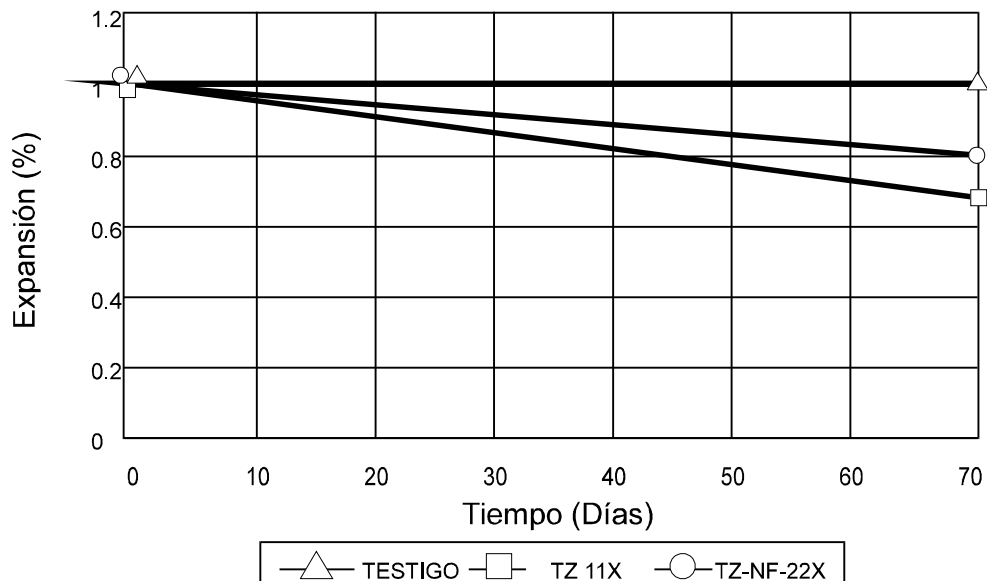
Material de sub-base



6

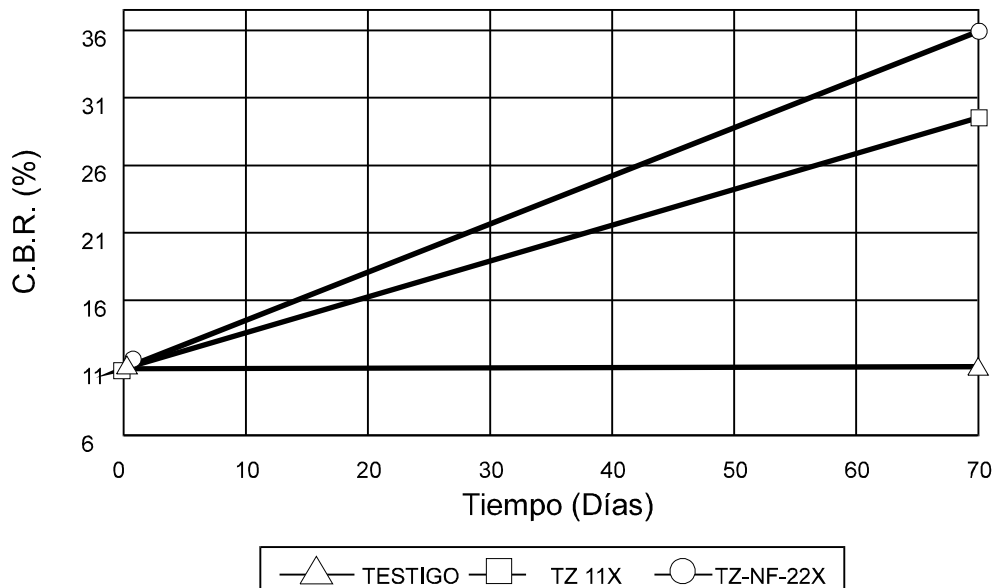
GRAFICA Expansión en C.B.R. (%)

Material de subrasante



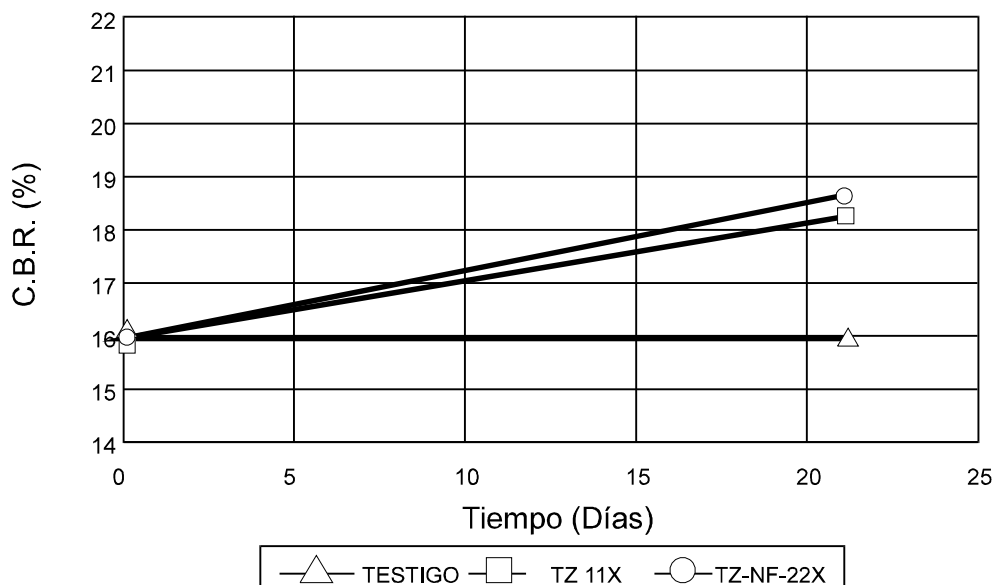
GRAFICA Variación del C.B.R. (1")

Material de sub-base



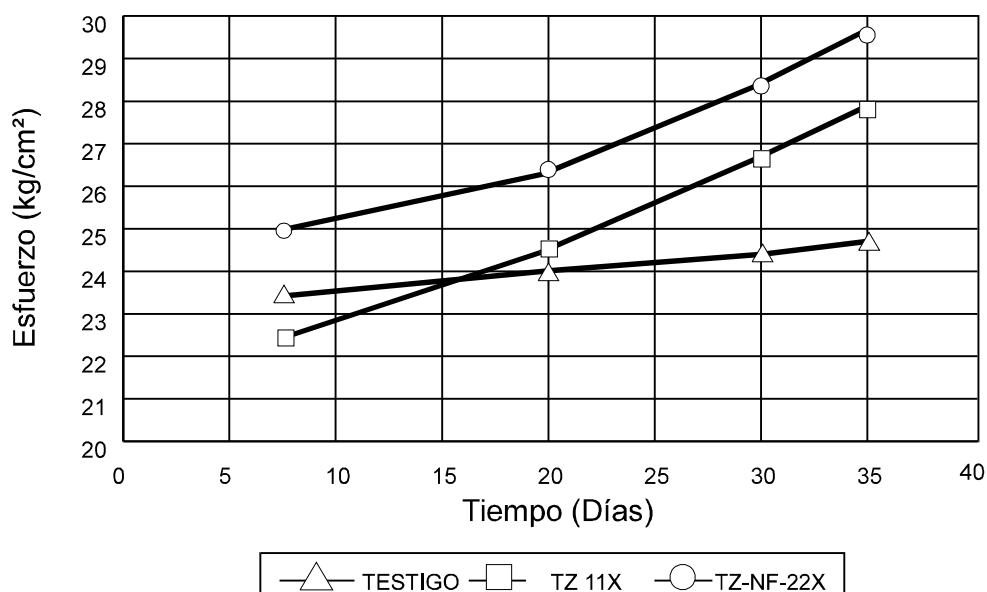
GRAFICA Variación del C.B.R. (1")

Material de subrasante



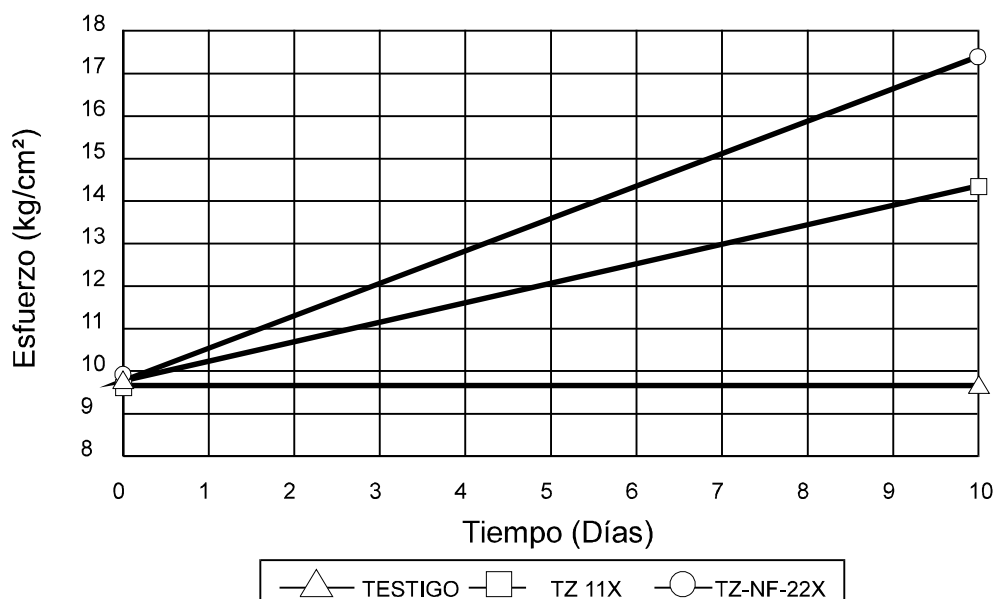
GRAFICA Compresión Inconfinada

Material de sub-base seco



GRAFICA Compresión Inconfinada

Material de Subrasante Seco



GRAFICA Compresión Inconfinada

Material de Sub-base Saturado

