

**ESTABILIZACIÓN DE ARENAS MEDIANTE POLÍMEROS ACRÍLICOS
PARA SU UTILIZACIÓN EN CAPAS DE PAVIMENTO**

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2004**

**ESTABILIZACIÓN DE ARENAS MEDIANTE POLÍMEROS ACRÍLICOS
PARA SU UTILIZACIÓN EN CAPAS DE PAVIMENTO**

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Trabajo de grado

**Director
LUCIANO RIVERA
Ingeniero Civil
Msc en Geotecnia**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2004**

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Popayán, Septiembre de 2004

AGRADECIMENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Luciano Rivera Caicedo, Ingeniero Civil y Director de la Investigación, por sus valiosos aportes, orientaciones y constante motivación.

Carlos César Cabezas, Ingeniero Químico y Asesor de la Investigación por su orientación en los temas concernientes.

Hugo León Arenas, Ingeniero Civil y Director de los laboratorios de materiales y suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca, por su colaboración y disposición de personal y equipo para la investigación.

Geotecnólogos y auxiliares de laboratorio del Departamento de Geotecnia de La Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca, por su colaboración y suministro de equipo y elementos necesarios.

Comité de Investigaciones de La Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca, por su colaboración y la confianza depositada para llevar a cabo esta investigación.

.

CONTENIDO

	pag
INTRODUCCIÓN	13
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
1.1 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	16
1.1.1 Métodos de estabilización	16
1.1.1.1 Estabilización química	17
1.2 POLÍMEROS	17
1.2.1 Polímeros isómeros	19
1.2.2 Homopolímeros	19
1.2.3 Copolímeros	19
1.2.4 Polímeros acrílicos	19
1.3 POLIMERIZACIÓN	20
1.3.1 Polimerización en emulsión	20
1.4 CEMENTO	21
1.4.1 Generalidades	21
1.4.2 Fraguado y endurecimiento de la pasta de cemento	22
2. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES	23
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA	23
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS POLÍMEROS	27
3. DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES ADECUADOS DE	

CEMENTO Y POLÍMERO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE ARENAS FINAS	28
3.1 MEZCLAS INICIALES DE PRUEBA – CUBOS ESTANDARIZADOS	28
3.2 CHEQUEO DE VARIACIÓN DE RESISTENCIA AL MODIFICAR LA HUMEDAD ADICIONAL	41
3.3 MEZCLAS FINALES – BRIQUETAS TIPO HARVARD MINIATURA	43
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE ARENAS FINAS MEDIANTE POLÍMEROS ACRÍLICOS	53
5. CONCLUSIONES	55
6 RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	59

LISTA DE CUADROS

	pag
Cuadro 1. Análisis granulométrico de la arena en condiciones naturales	24
Cuadro 2. Análisis granulométrico de la fracción Pasa 10 – Ret. 200	25
Cuadro 3. Determinación de la humedad óptima de compactación de la Arena limpia y seca mediante el método Harvard Miniatura	26
Cuadro 4. Tiempo de polimerización Construcril y Texilán.	27
Cuadro 5. Mezclas de cemento 2% y Construcril variable. (cubos estandarizados).	31
Cuadro 6. Mezclas de cemento 2% y Texilán variable (cubos estandarizados).	32
Cuadro 7. Mezclas de cemento 4% y Construcril variable (cubos estandarizados).	33
Cuadro 8. Mezclas de cemento 4% y Texilán variable (cubos estandarizados).	34
Cuadro 9. Resumen de la resistencia a la compresión para diferentes contenidos de cemento y polímero (cubos estandarizados).	35
Cuadro 10. Mezclas de polímero variable – 0% cemento – 0% humedad adicional (cubos estandarizados).	36
Cuadro 11. Resumen variación de resistencia vs variación del contenido de polímero (cubos estandarizados).	37
Cuadro 12. Mezclas de arena-cemento – humedad adicional variable (cubos estandarizados).	38
Cuadro 13. Aporte de humedad de los polímeros a cada una de las mezclas (cubos).	40
Cuadro 14. Variación de la resistencia a compresión al variar la	

humedad adicional. Contenido de cemento y polímero constantes (cubos estandarizados).	42
Cuadro 15. Resistencia a la compresión inconfiada de las diferentes mezclas finales. Briquetas Harvard Miniatura.	45
Cuadro 16. Resumen de resistencia a compresión para las briquetas tipo Harvard miniatura en las dosificaciones finales.	46
Cuadro 17. Resumen de resistencia a compresión para los cubos estandarizados en las dosificaciones finales.	47
Cuadro 18. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y estabilización con Texilan (cubos estandarizados).	48
Cuadro 19. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y estabilización con Texilán (briquetas Harvard Miniatura).	49
Cuadro 20. Variación de la resistencia a compresión según el tipo de curado – Construcril variable - edad= 28 días.	52

LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1. Análisis granulométrico de la arena en condiciones naturales.	24
Figura 2. Análisis granulométrico de la fracción Pasa 10 – Ret. 200.	25
Figura 3. Curva de compactación de la arena limpia y seca al horno.	26
Figura 4. Variación de la resistencia a la compresión para diferentes contenidos de cemento y polímero – cubos estandarizados.	35
Figura 5. Variación de la resistencia a compresión vs variación del contenido de polímero - cubos estandarizados .	37
Figura 6. Resistencia a compresión - cubos arena-cemento – humedad óptima de compactación de la arena (4%)	39
Figura 7. Resistencia a compresión - cubos arena-cemento – humedad adicional= 50% con respecto al peso seco del cemento.	39
Figura 8. Resistencia a compresión - cubos arena-cemento – humedad adicional igual al peso seco del cemento.	39
Figura 9. Variación de la resistencia a compresión cuando se varía la humedad adicional. Contenido de cemento y polímero constantes - cubos estandarizados.	41
Figura 10. Resumen de resistencia a compresión para las briquetas tipo Harvard miniatura en las dosificaciones finales.	46
Figura 11. Resumen de resistencia a compresión para los cubos estandarizados en las dosificaciones finales.	47
Figura 12. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y estabilización con Texilan (cubos estandarizados).	48
Figura 13. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y estabilización con Texilán (briquetas Harvard Miniatura).	49

Figura 14. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días 2% cemento, Construcril variable – curado al aire - cubos estandarizados.	50
Figura 15. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días 4% cemento, Construcril variable – curado al aire - cubos estandarizados.	50
Figura 16. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días 2% cemento, Texilán variable – curado al aire - cubos estandarizados.	51
Figura 17. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días 4% cemento, Texilán variable – curado al aire - cubos estandarizados.	51
Figura 18. Variación de la resistencia a compresión según el tipo de curado – Construcril con 2% y 4% de cemento.	52

LISTA DE ANEXOS

	pag
Anexo A. Mezclas con cemento 2% y Construcril variable (cubos estandarizados).	60
Anexo B. Mezclas con cemento 2% y Texilán variable (cubos estandarizados).	62
Anexo C. Mezclas con cemento 4 y Construcril variable (cubos estandarizados).	64
Anexo D. Mezclas con cemento 4 y Texilán variable (cubos estandarizados).	66
Anexo E. Mezclas con polímero variable – 0% humedad adicional y 0% cemento (cubos estandarizados).	68
Anexo F. Mezclas con cemento variable y humedad óptima (4%) (cubos estandarizados).	70
Anexo G. Mezclas con cemento variable y humedad adicional igual al 50% y al 100% del peso seco del cemento (cubos estandarizados).	71
Anexo H. Mezclas con cemento 2% y 4% con Construcril 4% y humedad variable (cubos estandarizados).	72
Anexo J. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada de mezclas arena – polímero.	74
Anexo K. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada de mezclas arena – cemento – polímero.	94
Anexo L. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada de mezclas arena – cemento.	116

GLOSARIO

AGLOMERANTE: material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físico.

ASFALTO: betunes sólidos y semisólidos que desarrollan propiedades ligantes y cuya consistencia disminuye al ser calentados.

BETUNES: mezclas de hidrocarburos de origen natural, generalmente acompañados de sus derivados no metálicos. Se caracterizan por ser totalmente solubles en sulfuro de carbono.

BUTADIENO: gas que se emplea para producir el caucho sintético y que es uno de los hidrocarburos isómeros.

CALIZA: roca formada de carbonato de cal, principal materia prima del cemento.

CLÍNKER: producto de la calcinación parcial de las materias primas del cemento a temperaturas entre 1300-1400 oC, las cuales han sido previamente mezcladas y molidas minuciosamente. Este producto con adiciones de yeso y algunas puzolanas constituye el Cemento Pórtland.

COMPRESIBILIDAD: cambio volumétrico en un suelo, dado por una disminución de su volumen.

ESCORIA: sustancia vítrea que sobrenada en el crisol de los hornos de fundir metales, y procede de la parte menos pura de estos, unida con las gangas y fundentes.
Residuo esponjoso que queda tras la combustión del carbón.

ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA: propiedad de un suelo para controlar o evitar los cambios de volumen.

EMULSIÓN: dispersión de un líquido o un sólido en otro no miscible con el.

ESTIRENO: hidrocarburo insaturado, oleoso y de olor penetrante, usado en la industria para la fabricación de polímeros plásticos y resinas sintéticas, como el poliéster.

LIGANTE: material que tiene la propiedad de unirse a otros o unir otros materiales.

MATERIALES BITUMINOSOS: materiales que contienen betunes.

MICELAS (en polímeros): monómero o grupo de monómeros que junto con un agente emulsificante que los rodea permanecen dispersos*.

MONÓMEROS: moléculas de bajo peso molecular.

PERMEABILIDAD: facilidad o dificultad con la que puede ser penetrado o traspasado un material por el agua u otro fluido.

POLIMERIZACIÓN: proceso a través del cual los monómeros se transforman o combinan para formar los polímeros.

POLÍMEROS : Moléculas de alto peso molecular.

PUZOLANAS: aquellos materiales que contienen sílice y aluminio, y que carecen de propiedades cementantes por si solos, sin embargo, al ser molidos finamente y ante la presencia de agua reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente formando compuestos insolubles y estables, los cuales pueden llegar a comportarse como un conglomerante hidráulico similar al cemento Pórtland.

*ENTREVISTA con Cesar Cabezas, Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca. Popayán, Agosto de 2004.

RESUMEN

Para el desarrollo de la investigación, se eligieron dos polímeros acrílicos (Construcril 1662 y Texilán 553), con los cuales previamente se había estudiado la estabilización de suelos arcillosos. (En dicha investigación, los resultados obtenidos no fueron muy satisfactorios).

Se eligió una arena de río proveniente de Puerto Tejada (Cauca). Se utilizó esta arena teniendo en cuenta que con estos polímeros no se habían obtenido resultados adecuados en la estabilización de arcillas y en busca de investigar como era el comportamiento de estos materiales en la estabilización de suelos gruesos (arenas). Previa caracterización y preparación de los materiales, se hicieron mezclas en diferentes proporciones con la arena limpia y seca y cada uno de los polímeros sin adicionar agua; al igual que mezclas de arena-cemento-polímero adicionando una cantidad de agua tal que se obtuviera la humedad óptima de compactación de la arena (sin tener en cuenta el agua suministrada por los polímeros); y mezclas arena-cemento utilizando diferentes relaciones A/C; para posteriormente evaluar la resistencia a la compresión de estas mezclas mediante cubos estandarizados según la norma ICONTEC 220. Simultáneamente se determinó la humedad de horno que presentaban estas mezclas para conocer la cantidad de agua suministrada por cada uno de los polímeros.

Adicionalmente, se hicieron mezclas arena – cemento – polímero, en las cuales se variaba la humedad adicional, con el fin de conocer como afecta este parámetro la resistencia final de las mezclas.

Con las mezclas que presentaron los mejores resultados de resistencia al corte para los cubos estandarizados, se hicieron briquetas tipo Harvard Miniatura, con el fin de determinar la resistencia a la compresión inconfiada, al igual que conocer la curva Esfuerzo vs Deformación, y así poder establecer los posibles usos que se les puede dar a cada una de estas mezclas.

Finalmente se hizo un análisis y comparación de todos los resultados para establecer la conveniencia y campos de aplicación de las diferentes mezclas.

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años se ha usado la estabilización como una alternativa para mejorar la capacidad portante de los suelos. Entre los estabilizadores mas comunes se tiene el cemento Pórtland, la cal, materiales bituminosos, entre otros.

A través de los últimos años se ha investigado y se han determinado mezclas de suelos con algunos materiales, que combinados en una proporción específica logren elevar la capacidad portante del suelo garantizando así las obras que con este se construyan, o se cimienten sobre el.

La elección de uno de los estabilizadores para mejorar un determinado material depende de la adecuada reacción que pueda tener el suelo con el elemento utilizado, así como de su disponibilidad, trabajabilidad, economía, entre otros.

Debido a que es casi indispensable la estabilización de algunos tipos de suelo y a los buenos resultados que se obtienen cuando se combinan en proporciones adecuadas y se sigue un procedimiento óptimo de mezcla y colocación en obra, existen en el mundo normas técnicas que mediante ensayos de laboratorio nos permiten determinar la dosificación mas adecuada, de tal manera que se obtengan las características requeridas al menor precio posible.

A pesar de la existencia de estos métodos y materiales para estabilización de suelos, nunca estará de más, el hecho de encontrar nuevas alternativas que puedan resultar más convenientes para una determinada obra, o un material en particular.

Es muy común en nuestro país, que durante la construcción de un pavimento haya que estabilizar las capas granulares de la estructura, debido a que los materiales que se encuentran en la zona no tienen por si solos las características físicas y de resistencia especificadas para estas capas. En otros sitios, no se encuentran canteras de materiales granulares en extensiones considerables; sino que solo se cuenta con ríos que contienen arenas finas, limpias, las cuales individualmente no podrían ser usadas en capas de pavimento.

La dureza individual de los granos de arena es suficiente, pero el hecho de que estén desligados unos de otros, hace que el conjunto no tenga la resistencia adecuada; este parámetro se puede incrementar considerablemente si se usa un ligante para unir los granos.

Si se establece un material que por sus propiedades cementantes logre unir las partículas de arena, conformando así una estructura adecuada del conjunto; donde la arena garantiza la resistencia y el material la unión entre partículas, podríamos pensar en utilizar dicha mezcla en capas estructurales de pavimento.

Este material además debe ser económico, de fácil consecución y trabajabilidad, al igual que debe ofrecer estas características cuando se utilice en pequeños porcentajes con respecto al peso de la arena.

Los polímeros acrílicos son materiales que debido a sus propiedades podrían ser una buena alternativa para este fin, mejorando la resistencia a la abrasión, impacto y compresión de las arenas estabilizadas; de igual forma pueden restringir el paso de agua al conjunto, lo cual es uno de los principales causantes del deterioro de los pavimentos.

Se busca establecer el contenido de polímero necesario que adicionado a la arena, o a una mezcla de arena y cemento, logre dar las características físicas adecuadas al material, de tal manera que el producto resultante pueda ser utilizado en capas estructurales de pavimentos, sin que incremente los costos o genere dificultad en el proceso.

Para lograr este propósito, previa caracterización de los materiales, se realizarán mezclas de arena – polímero, y mezclas de arena – cemento – polímero, en diferentes proporciones, con el fin de establecer la mezcla mas adecuada tanto en resistencia y características físicas, como en la parte económica.

Los polímeros acrílicos que se utilizarán en la investigación son TEXILÁN 553 y CONSTRUCRIL 1662 del proveedor ANDERCOL S.A. de la ciudad de Medellín (Colombia). El suelo utilizado corresponde a una arena de río limpia, de grano fino proveniente de Puerto Tejada.

Aunque con esta investigación no se busca reemplazar o descartar los métodos de estabilización establecidos y aceptados anteriormente, si se pretende encontrar alternativas que permitan utilizar nuevos métodos, los cuales pueden resultar mas convenientes en algunos sitios u obras determinadas.

Este proyecto surge como la continuación de una investigación realizada por Ingenieros de La Universidad del Cauca estudiantes de maestría en Ingeniería de Vías Terrestre, en la cual se buscaba estabilizar suelos arcillosos con estos mismos polímeros. En dicha investigación, debido a las características químicas de ambos materiales, los resultados obtenidos no fueron muy satisfactorios.

Como alcance de la investigación se tiene el poder establecer la conveniencia o no de estabilizar arenas con los dos polímeros acrílicos para su posterior uso en

capas de pavimento; de ser posible, se definirán las proporciones de mezcla ideales para obtener las características especificadas según el uso que se le vaya a dar.

Debe tenerse en cuenta, que los resultados de resistencia al corte y las deformaciones obtenidas, están supeditadas tanto a las características de los polímeros, como a las características físicas y químicas de la arena utilizada; por lo tanto, en el momento en que se quiera utilizar alguna de las mezclas para una obra determinada, deben hacerse ensayos de laboratorio previos, los cuales garanticen que con los materiales disponibles se obtendrán las características requeridas.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de un suelo es el conjunto de fenómenos físicos, químicos o ambos que se utilizan para el mejoramiento de un suelo y cuyo resultado sea un material apto para la ejecución de un proyecto determinado.

El proceso de realización de una estabilización obedece a un desarrollo ordenado de estudios que conducen a establecer, las razones de conveniencia en el orden económico, social o político de una determinada obra.

Establecida esta conveniencia entran a considerarse los aspectos técnicos de la estabilización; como son los parámetros a mejorar, tipo de estabilización, influencia de las condiciones topográficas, en general las características de diseño de acuerdo a las finalidades del proyecto, apoyados en los conocimientos físicos, químicos y mecánicos de los suelos a estabilizar¹.

Por la gran variabilidad de los suelos y sus diferentes composiciones químicas cada uno de estos métodos se ve limitado a un número determinado de suelos².

Las propiedades de los suelos que normalmente se tratan de mejorar son: estabilidad volumétrica a los cambios de humedad, permeabilidad, resistencia, compresibilidad y durabilidad³.

El tipo de estabilización con la que se puede modificar muchas de estas propiedades como son el aumento en la resistencia, la impermeabilización, la disminución potencial de cambio de volumen y la manejabilidad del suelo es la **estabilización química**.

1.1.1. Métodos de estabilización⁴. Entre los métodos de estabilización más comunes tenemos:

- Estabilización mecánica.
- Estabilización con cemento.
- Estabilización con cal.
- Estabilización con materiales bituminosos.
- **Estabilización química.**

Aunque la estabilización con cemento, cal y materiales bituminosos puede llevar intrínsecamente un proceso químico, la estabilización química propiamente dicha,

se refiere a la adición al suelo de algún material de esta naturaleza para mejorar sus propiedades.

1.1.1.1. Estabilización química. Como se mencionó anteriormente, La Estabilización Química se refiere a la adición de un material de naturaleza química para mejorar las propiedades del suelo. Esta estabilización puede ser de naturaleza orgánica e inorgánica. Los primeros suelen estar afectados por menos problemas que los segundos. La estabilización mediante Texilán 553 corresponde a un tipo de estabilización orgánico, puesto que este material tiene incluidos carbonos en su estructura; caso contrario es el del Construcril 1662, el cual no tiene carbonos en su estructura⁵.

Durante la estabilización química, el suelo al reaccionar con estos productos origina algún tipo de polimerización; impartiendo en la mayoría de los casos, propiedades cementantes al suelo, impermeabilidad e incremento de la resistencia a la compresión y al esfuerzo cortante; debido a que se forma un aglomerante que mantiene unidas las partículas de suelo, controlando la absorción de agua y los cambios de volumen. En algunos casos más específicos pueden incrementar la densidad y disminuir la plasticidad del suelo⁶.

Generalmente los factores mas importantes que afectan la polimerización son; la cantidad de agua presente, la temperatura y la concentración o proporción del estabilizador. Según el tipo de suelo puede ser más ventajoso uno u otro estabilizador, debido a la reacción química que se presente.

En otros casos, afecta la facilidad o dificultad con que se pueda mezclar el agente químico en el suelo, por lo cual algunos suelos arcillosos no tienen éxito con ciertos estabilizadores.

Entre los métodos de estabilización química más comunes tenemos:

- Estabilización con silicato de sodio.
- Estabilización con cloruro de calcio.
- Estabilización con resinas de anilina.
- Estabilización con acrilato de calcio.
- Estabilización con lignina de cromo.
- Estabilización con resina de anilina.
- Estabilización con polímeros acrílicos⁷.

1.2. POLÍMEROS

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros.

Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas, por lo cual presentan un alto peso molecular. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales.

Existen polímeros naturales de gran valor comercial como el algodón, formado por fibras de celulosa. La celulosa se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas, y se emplean para hacer telas y papel. La seda es otro polímero natural muy apreciado y es una poliamida semejante al nylon. La lana, proteína del pelo de las ovejas, es otro ejemplo. El hule de los árboles de hevea y de los arbustos de Guayule, son también polímeros naturales importantes.

Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas. Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. *En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen⁸.*

Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases:

- **Fuerzas de Van der Waals**

También llamadas fuerzas de dispersión, presentes en las moléculas de muy baja polaridad, generalmente hidrocarburos. Estas fuerzas provienen de dipolos transitorios: como resultado de los movimientos de electrones, en cierto instante una porción de la molécula se vuelve ligeramente negativa, mientras que en otra región aparece una carga positiva equivalente. Así se forman dipolos no-permanentes. Estos dipolos producen atracciones electroestáticas muy débiles en las moléculas de tamaño normal, pero en los polímeros, formados por miles de estas pequeñas moléculas, las fuerzas de atracción se multiplican y llegan a ser enormes, como en el caso del polietileno.

- **Fuerzas de atracción**

Debidas a dipolos permanentes, como en el caso de los poliésteres. Estas atracciones son mucho más potentes en los polímeros y a ellas se debe la gran resistencia tensil de las fibras de los poliésteres⁹.

Según el tipo de monómeros y la forma en como estos se unan, podemos distinguir dentro de los polímeros los siguientes grupos:

1.2.1. Polímeros isómeros. Los polímeros isómeros son polímeros que tienen esencialmente la misma composición de porcentaje, pero difieren en la colocación de los átomos o grupos de átomos en las moléculas.

1.2.2. Homopolímeros. Los materiales como el polietileno, el PVC, el polipropileno, y otros que *contienen una sola unidad estructural*, se llaman homopolímeros. Los homopolímeros, además, contienen cantidades menores de irregularidades en los extremos de la cadena o en ramificaciones.

1.2.3. Copolímeros. Los copolímeros contienen varias unidades estructurales, como es el caso de algunos muy importantes en los que participa el estireno.

Estas combinaciones de monómeros se realizan para modificar las propiedades de los polímeros y lograr nuevas aplicaciones. Lo que se busca es que cada monómero imparta una de sus propiedades al material final; así, por ejemplo, en el ABS, el acrilonitrilo aporta su resistencia química, el butadieno su flexibilidad y el estireno imparte al material la rigidez que requiera la aplicación particular.

Evidentemente al variar las proporciones de los monómeros, las propiedades de los copolímeros van variando también, de manera que el proceso de copolimerización permite hasta cierto punto fabricar polímeros a la medida. No solo cambian las propiedades al variar las proporciones de los monómeros, sino también al variar su posición dentro de las cadenas. En general, la copolimerización hace decrecer la cristalinidad y aumenta la flexibilidad¹⁰.

1.2.4. Polímeros acrílicos. Los polímeros acrílicos son un tipo de polímero que puede estar clasificado en cualquiera de los tres grupos anteriores, pero además como su nombre lo indica, son emulsiones acuosas cuyas bases son acrílicas.

El **Construcril 1662** es una emulsión de un polímero acrílico de peso molecular elevado diseñado especialmente para mejorar las propiedades de los materiales que contienen cemento portland¹¹.

El **Texilán 553** es una emulsión de un copolímero acrílico estirenado, con excelente resistencia al agua¹².

En general los polímeros mencionados anteriormente tienen gran resistencia a la hidrólisis y al agua, poseen buena adherencia a varios sustratos, buen flujo y nivelación, aceptan cargas del tipo carbonato de calcio, caolín, etc.; y son compatibles con plastificantes del tipo Dibutil Ftalato.

Estos polímeros actualmente son utilizados en el campo de la construcción para el mejoramiento de morteros dando resistencia al intemperismo, dureza, firmeza,

durabilidad, flexibilidad; resistencia a la flexión, a la compresión, al impacto y abrasión y resistencia adhesiva al mortero sobre el cual se apliquen. También son utilizados en la impermeabilización de zonas que lo requieran aplicando un mortero mezclado con ellos y como endurecedor de pisos en bodegas y parqueaderos, o cualquier obra de concreto que se quiera mejorar¹³.

Debido a las anteriores características que ofrecen estos polímeros se cree que pueden ser una buena alternativa para la estabilización de arenas finas y limpias, o de una mezcla de arenas y cemento para su utilización en capas de pavimento.

1.3. POLIMERIZACIÓN

Todo proceso por el cual moléculas de bajo peso molecular (monómeros) se transforman o combinan para formar moléculas de alto peso molecular (polímeros), se denomina polimerización¹⁴.

Entre las formas de polimerización más comunes tenemos:

- Polimerización en solución.
- Polimerización en suspensión.
- **Polimerización en emulsión.**
- Polimerización en emulsión en medio no acuoso.
- Polimerización interfacial¹⁵.

1.3.1. Polimerización en emulsión. Este es el tipo de polimerización que ocurre en el Texilán 553 y en el Construcril 1662. La polimerización en emulsión, al igual que la polimerización en suspensión, constituyen las dos variantes principales de la polimerización en fase heterogénea. Ambos tipos de polimerizaciones solo pueden realizarse por un mecanismo radical. La polimerización en emulsión produce partículas de tipo coloidal. De manera general, todo sistema de polimerización en emulsión está formado por cuatro componentes fundamentales: medio de dispersión (generalmente agua), monómero, agente emulsificante e iniciador soluble en el medio acuoso. La característica mas importante de este tipo de polimerización se encuentra en el hecho de que los radicales iniciadores se generen en la fase acuosa y la reacción de polimerización se produce en las micelas de agente emulsificante-monómero en una primera etapa y, mas tarde, en las partículas de polímero-monómero que se forman. ***En estos materiales, los monómeros se encuentran dispersos en el medio acuoso, y la polimerización es producida cuando se presenta contacto con el aire, el cual se encarga de evaporar el agua y que así ocurra el proceso****.

*ENTREVISTA con Cesar Cabezas, Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca. Popayán, Julio de 2004.

La forma física de producirse la polimerización en emulsión presenta diferentes ventajas. Permite la obtención de pesos moleculares altos a velocidades de polimerización elevadas, a diferencia de lo que ocurre con otros métodos de polimerización en los que estos dos términos son incompatibles. Los altos pesos moleculares dan ventajas y son necesarios en algunos productos, mientras que las velocidades de polimerización elevadas tienden a disminuir los costes de producción¹⁶.

1.4. CEMENTO

1.4.1. Generalidades. El cemento se presenta en forma de un polvo finísimo, de color gris que, mezclado con agua, forma una pasta que endurece tanto bajo agua como al aire. Por la primera de estas características y por necesitar agua para su fraguado se le define como un aglomerante hidráulico¹⁷.

Es obtenido mediante un proceso de fabricación que utiliza principalmente dos materias primas: una caliza, con un alto contenido de cal en forma de óxidos de calcio, y un componente rico en sílice, constituido normalmente por arcilla o eventualmente por una escoria de alto horno. Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión incipiente en un horno rotatorio, del cual se obtiene un material granular denominado clínker, constituido por 4 compuestos básicos:

- ✓ Silicato Tricálcico ($3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), designado como C_3S .
- ✓ Silicato bicálcico ($2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), designado como C_2S .
- ✓ Aluminato tricálcico ($3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), designado como C_3A .
- ✓ Aluminoférrito tetracálcico ($4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), designado como C_4AF ¹⁸.

Estos se presentan en forma de cuatro fases mineralizadas, en conjunto con una fase vítrea, integrada por los dos últimos. Estas fases constituyen un 95% del peso total del clínker, siendo el 5 % restante componentes menores, principalmente óxidos de sodio, potasio, titanio, residuos insolubles y otros.

El clínker es sometido a molienda mediante molinos de bolas hasta convertirlo en el polvo finísimo ya mencionado, adicionándose en esta etapa una proporción de yeso alrededor de un 5 % de su peso, destinado a regular el proceso de fraguado de la pasta de cemento, la que de otra manera endurecería en forma casi instantánea. El cemento así obtenido se denomina cemento Pórtland.

Durante la molienda se puede adicionar otros productos naturales o artificiales, constituyendo así los Cementos Pórtland con adiciones especiales, los que, junto con mantener las propiedades típicas del Pórtland puro (fraguado y resistencia),

poseen además, otras cualidades especialmente relacionadas con la durabilidad, resistencia química y otras. Entre las adiciones más conocidas y utilizadas están las puzolanas, las cenizas volantes y las escorias básicas granuladas de alto horno.

Estas adiciones presentan una reactividad química potencial, que se activa durante la hidratación del clinker a temperatura ambiente. Así las puzolanas y cenizas volantes reaccionan con la cal hidratada liberada durante la hidratación de los componentes activos del clinker. En cambio, en el caso de las escorias este efecto se produce porque la cal hidratada liberada desencadena la reacción de los componentes de la escoria, similares a los existentes en el clínquer¹⁹.

1.4.2. Fraguado y endurecimiento de la pasta de cemento. El cemento al ser mezclado con agua forma una pasta, que tiene la propiedad de rigidizarse progresivamente hasta constituir un sólido de creciente dureza y resistencia.

Estas características son causadas por un proceso físico-químico derivado de la reacción química del agua con las fases mineralizadas del clinker y que en su primera etapa incluye la solución en agua de los compuestos anhidros del cemento, formando compuestos hidratados. Los compuestos del cemento se hidratan a distinta velocidad, iniciándose con el C₃A y continuando posteriormente con C₄AF, C₃S y C₂S en ese mismo orden²⁰.

A partir de ese momento el proceso no es cabalmente conocido, existiendo teorías que suponen la precipitación de los compuestos hidratados, con la formación de cristales entreverados entre sí que desarrollen fuerzas de adherencia, las que producen el endurecimiento de la pasta (Teoría cristaloidal de Le Chatelier) o alternativamente por el endurecimiento superficial de un gel formado a partir de dichos compuestos hidratados (Teoría coloidal de Michaelis), estimándose actualmente que el proceso presenta características mixtas.

El endurecimiento de la pasta de cemento muestra particularidades que son de interés para el desarrollo de obras de ingeniería:

- ✓ La reacción química producida es exotérmica, con desprendimiento de calor, especialmente en los primeros días.
- ✓ Durante su desarrollo se producen variaciones de volumen; de dilatación si el ambiente tiene un alto contenido de humedad, o de contracción si este es bajo.

El proceso producido es dependiente de las características del cemento, principalmente de su composición y de su finura, los cuales condicionan en especial la velocidad de su generación²¹.

2. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

El proyecto se inició con la elección de una fuente de arena fina (se eligió este tipo de suelo teniendo en cuenta que estos polímeros no habían brindado resultados adecuados en la estabilización de suelos arcillosos en investigaciones recientes hechas por Ingenieros de La Universidad del Cauca), de la cual se obtendría una muestra homogénea en una cantidad tal que permitiera realizar toda la investigación con la misma muestra para evitar variación en los resultados debido a una posible irregularidad de los materiales utilizados. Dicha muestra se obtuvo de un distribuidor de agregados de la ciudad de Popayán, el cual trae entre sus materiales arena de río proveniente del municipio de Puerto Tejada.

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA

1. Lavado del material por el tamiz No 200 (0.074 mm), para obtener así una muestra limpia y cumplir con lo proyectado para la investigación.
2. Secado al horno de la arena a temperatura de 110 °C durante 24 horas.
3. La muestra limpia y seca se tamizó por la malla No 10 (2.0 mm), descartando el material retenido en dicho tamiz, obteniendo así una arena fina y limpia.
4. Análisis granulométrico del material, de tal manera que se pueda tener un punto de partida cuando se quiera estabilizar otros materiales con estos polímeros. Se realizó granulometría tanto al material tal y como se obtiene de la fuente, como a la fracción Pasa No10 – Ret. No200 obtenida para la investigación. Los resultados de estas pruebas se encuentran en los cuadros y figuras 1 y 2 respectivamente. (Se eligió una muestra pasa No10 – Ret. No200 con el fin de obtener un material de grano adecuado para la realización de ensayos Harvard Miniatura y de cubos estandarizados según ICONTEC 220).
5. Determinación de la densidad máxima y humedad óptima de compactación de la arena fina y limpia. Estos parámetros se obtienen con el fin de conseguir los mejores resultados en el momento de realizar las mezclas durante la investigación. Esta determinación fue efectuada para la arena limpia y seca al horno, de acuerdo a las recomendaciones del método Harvard miniatura. Cada briqueta fue realizada representando una condición de energía de compactación entre el próctor Estándar y el próctor Modificado colocando la muestra en cinco capas uniformes y realizando en cada una de ellas 25 aplicaciones con el émbolo, ejerciendo una fuerza de 20 libras en cada aplicación. Los resultados se encuentran en el cuadro 3 y en la figura 3.

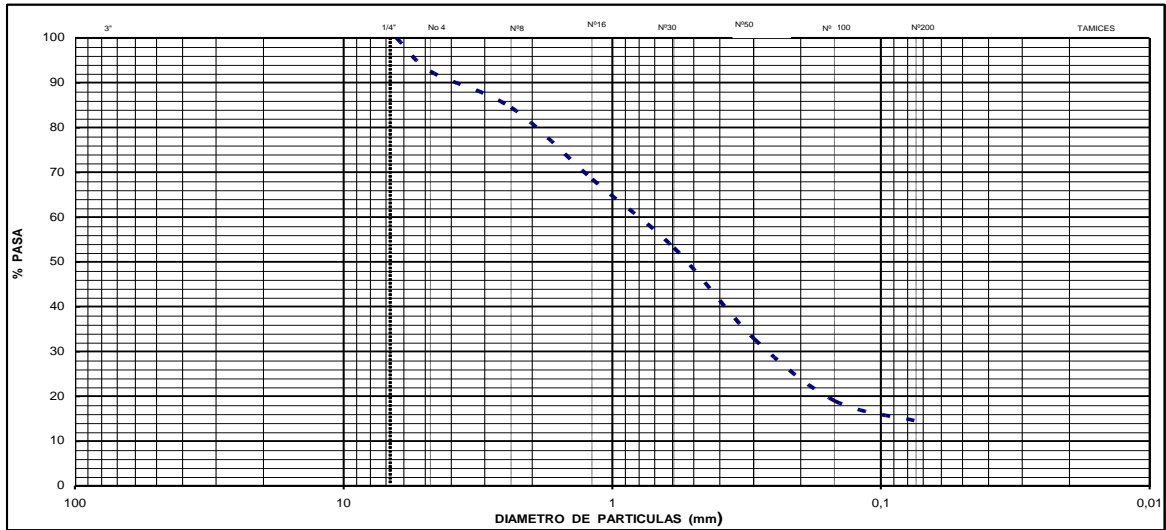
Figura 1 y cuadro 1. Análisis granulométrico del material en estado natural



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de Materiales, Suelos y pavimentos
 Estabilización de arenas finas mediante polímeros acrílicos

ANALISIS GRANULOMETRICO

Descripción : Material en estado natural obtenido de la fuente
Muestra N° : 1 **Humedad % :** 3,71 **Fecha :** Febrero de 2004
Peso húmedo : 985,12 **Peso seco:** 949,90 **Peso seco despues de lavar:** 921,40



TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO (g.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
1/4"	6,35	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,75	80,21	7,4	7,4	92,6
No 8	2,38	87,60	8,1	15,6	84,4
No 16	1,19	171,57	15,9	31,5	68,5
No 30	0,590	165,39	15,4	46,9	53,1
No 50	0,297	218,87	20,3	67,2	32,8
No 100	0,149	149,03	13,8	81,0	19,0
No 200	0,074	48,73	4,5	85,5	14,5

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

COEFICIENTE DE CURVATURA

$$Cc = \frac{D_{(30)}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

CLASIFICACION

AASHO _____
 USCE _____

Observaciones : _____

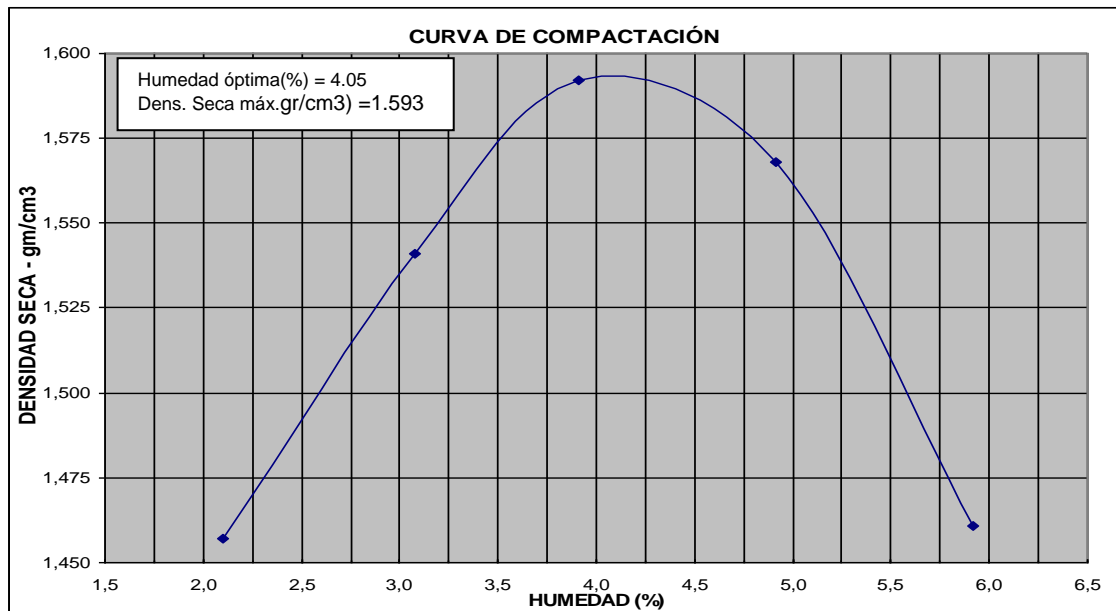
Ingeniero _____

Geotecnólogo _____

Cuadro 3. Determinación de la humedad óptima de compactación de la arena limpia y seca mediante el método Harvard miniatura.

Prueba No.	1	2	3	4	5
No de aplicaciones	25	25	25	25	25
Humedad deseada (%)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Humedad inicial de la muestra (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Humedad adicional (%)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Molde No.	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda más molde (gr)	222.40	279.05	276.10	279.03	276.26
Peso molde (gr)	131.7	182.2	175.2	178.7	181.9
Peso muestra húmeda (gr)	90.70	96.85	100.9	100.33	94.36
Humedad del horno (%)	2.10	3.08	3.91	4.91	5.92
Peso muestra seca (gr)	88.83	93.96	97.10	95.63	89.09
Volumen del molde (cm ³)	60.98	60.98	60.98	60.98	60.98
Densidad muestra seca (gr/cm ³)	1.457	1.541	1.592	1.568	1.461

Figura 3. Curva de compactación arena limpia y seca al horno



2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS POLÍMEROS.

A los materiales polímeros (Construcril y Texilán) se les determinó el **tiempo de polimerización**, el cual para este tipo de materiales, puede determinarse como el tiempo mínimo para el cual logran solidificarse al estar en contacto con el aire*. “Se entenderá que cuando esto ocurra, ya ha sucedido la polimerización”. Esto se hizo con el fin de tener un indicador del tiempo de curado que debían dársele a las mezclas de arena-polímero. Para conocer este tiempo, se colocó una pequeña cantidad (aproximadamente 20 gm) de cada uno de estos polímeros en contacto con el aire, y se midió el tiempo en el cual el polímero se solidificaba bajo estas condiciones. (El material se extendió en un recipiente, de tal manera que su espesor no fuera superior a 3.0 mm). Los resultados de la prueba se describen a continuación:

Cuadro 4 Tiempo de polimerización Construcril y Texilán

POLÍMERO	TIEMPO DE POLIMERIZACIÓN - HORAS
Construcril	24 – 48
Texilán	24 – 48

*ENTREVISTA con Cesar Cabezas, Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca. Popayán, Marzo de 2004.

3. DETERMINACIÓN DE LOS PORCENTAJES ADECUADOS DE POLÍMERO Y CEMENTO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE ARENAS FINAS Y LIMPIAS

3.1. MEZCLAS INICIALES DE PRUEBA - CUBOS ESTANDARIZADOS

Teniendo en cuenta las cantidades aproximadas que se utilizan en la estabilización de suelos con otros materiales (inferiores al 10% en peso), se hicieron mezclas iniciales de prueba para diferentes proporciones y materiales de la siguiente manera:

1. Se realizaron mezclas arena-cemento-polímero con dos porcentajes fijos de cemento y variando la proporción de los polímeros así:
 - 2% de cemento para 1%, 2%, 3% y 4% de Construcril.
 - 2% de cemento para 2%, 3%, 4% y 5% de Texilán.
 - 4% de cemento para 1%, 2%, 3% y 4% de Construcril.
 - 4% de cemento para 2%, 3%, 4% y 5% de Texilán.

Las mezclas se realizaron con la humedad óptima de compactación de la arena obtenida mediante el ensayo Harvard Miniatura (sin tener en cuenta la humedad adicionada por el polímero). Se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según la norma ICONTEC 220 que se utiliza para la caracterización del cemento Pórtland. A pesar de que inicialmente se había proyectado utilizar 1%, 2%, 3% y 4% de cada uno de los polímeros en las diferentes mezclas; cuando se utilizó 2% de Texilán con 2% y 4% de cemento, la resistencia a la compresión obtenida fue mínima, por lo cual se consideró innecesario utilizar 1% de este polímero y se decidió cambiar el intervalo de 1% - 4% a 2% - 5% cuando se utilizara Texilán en las mezclas.

Por cada mezcla de prueba se elaboraron 8 cubos, para curar 4 al aire y 4 parafinados y en cámara húmeda. Para cada tipo de curado se determinó la resistencia a compresión de 2 cubos a 7 días y 2 a 28 días. Los resultados de estas pruebas se muestran en los cuadros 5, 6, 7 Y 8 respectivamente. De igual manera, en el cuadro 9 y la figura 4 se puede observar de manera resumida la variación de estas resistencias.

2. Elaboración de mezclas arena-polímero de la siguiente manera:
 - Arena con 4%, 6%, 8% y 10% de Construcril.
 - Arena con 4%, 6%, 8% y 10% de Texilán.

Las mezclas se realizaron con 0% de humedad adicional y se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según la norma ICONTEC 220 que se utiliza para la caracterización del cemento Pórtland.

Por cada mezcla de prueba se elaboraron 4 cubos, para curar 2 al aire y 2 parafinados y en cámara húmeda. Para cada tipo de curado se determinó la resistencia a compresión de 2 cubos a 7 días puesto que a esta edad el polímero ya ha adquirido su máxima consistencia. (Ver cuadros 10, 11 y figura 5).

3. Se realizaron mezclas arena-cemento de la siguiente manera:

- Arena con 4%, 8%, 10% y 12% de cemento.

Las mezclas se realizaron con la humedad óptima de compactación de la arena (4%) obtenida mediante el ensayo Harvard Miniatura y se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según la norma ICONTEC 220 que se utiliza para la caracterización del cemento Pórtland.

Por cada mezcla de prueba se elaboraron 4 cubos, para curar 2 al aire y 2 en inmersión. Para cada tipo de curado se determinó la resistencia a compresión de 2 cubos a 28 días, que es la edad para la cual el cemento ha adquirido la mayoría de su resistencia. Los resultados de estas mezclas se pueden ver en el cuadro 12.

Debido a que para estas mezclas la mayor resistencia a compresión se obtuvo para las mezclas que contenían 8% de cemento, y teniendo en cuenta que el contenido de agua adicionado fue de 4%, con lo cual la cantidad de agua es igual al 50% del peso del cemento, se decidió elaborar mezclas adicionales de la siguiente forma:

- Arena con 4%, 6%, 8% y 10% de cemento, con una cantidad de agua tal que para cada mezcla la cantidad de agua adicional fuera igual al 50% del peso seco del cemento. Se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según La norma ICONTEC 220. Por cada mezcla de prueba se elaboraron 4 cubos, para curar 2 al aire y 2 en inmersión. Para cada tipo de curado se determinó la resistencia a compresión de 2 cubos a 7 días. Aunque es sabido que a los 7 días el cemento no ha adquirido la mayoría de su resistencia, se fallaron a esta edad para analizar resultados y poder definir otras mezclas de prueba; además con la resistencia a los 7 días se puede inferir un valor de resistencia máxima a compresión esperada a 28 días. Los resultados de estos ensayos se pueden ver en el cuadro 12.

Debido a que para las condiciones anteriores, las mezclas con 4% de cemento se desintegraron al desencofrar a las 48 horas, y las de 6% de cemento presentaron alta fragilidad, se decidió hacer mezclas adicionales así:

- Arena con 4%, 6%, 8% y 10% de cemento, con una cantidad de agua adicional igual al peso seco del cemento. Esto se hizo con el fin de proporcionar mayor manejabilidad a las mezclas y de tener mayores parámetros de comparación. Se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según La norma ICONTEC 220. Por cada mezcla de prueba se elaboraron 4 cubos, para curar 2 al aire y 2 en inmersión. Para cada tipo de curado se determinó la resistencia a compresión de 2 cubos a 7 días. (Ver cuadro 12).

Todas las mezclas arena-cemento se realizaron con el fin de comparar la resistencia que se puede obtener con esta arena si se pensara estabilizarla solo con cemento, con la resistencia que generan las mezclas arena-polímero y arena-cemento-polímero, para ver la conveniencia de la investigación. El resumen de las resistencias obtenidas y la variación de estas se pueden observar en el cuadro 12 y en las figura 6, 7 y 8.

Las cantidades de polímero, cemento y agua son proporciones en peso con respecto al peso seco de la arena en todas las mezclas.

4. Adicional al análisis de resistencia de las diferentes mezclas, se determinó para cada una de ellas el contenido de humedad de horno; con este dato, y a partir del conocimiento de la cantidad de agua adicionada para cada mezcla, se podría conocer el contenido aproximado de humedad suministrado por cada uno de los polímeros en las diferentes mezclas. Cabe anotar que en las mezclas arena-cemento-polímero este es un valor aproximado, puesto que parte de esa agua es utilizada en la reacción del cemento, la cual no se puede cuantificar. Estos valores se encuentran resumidos en el cuadro 13.

Cada cubo se compactó en 2 capas aplicando 32 apisonadas por cada capa con el pisón estandarizado como lo indica la norma técnica mencionada, (ICONTEC 220).

Cuadro 5. Mezclas de cemento 2% - y construcril variable (cubos estandarizados)

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. Gm/cm ³	RESISTENC. COMPRES. Kg/cm ²	HUMED. HORNO %	HUMEDAD ADICIONADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Parafinado	1.623	0.42	4.25	0.26	25.50
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Parafinado	1.610	0.46			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Aire	1.628	1.26			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Aire	1.590	1.28			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Parafinado	1.558	0.50			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Parafinado	1.567	0.50			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Aire	1.545	1.23			
2.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Aire	1.559	1.26			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Parafinado	1.585	0.60	4.48	0.48	24.00
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Parafinado	1.591	0.68			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Aire	1.545	4.81			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Aire	1.608	5.03			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Parafinado	1.606	1.07			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Parafinado	1.593	1.16			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Aire	1.538	4.82			
2.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Aire	1.537	4.93			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Parafinado	1.572	1.15	4.68	0.70	23.33
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Parafinado	1.587	1.09			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Aire	1.595	10.57			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Aire	1.578	10.74			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Parafinado	1.590	1.36			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Parafinado	1.616	1.33			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Aire	1.625	11.43			
2.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Aire	1.636	11.45			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Parafinado	1.615	2.22	5.10	1.075	26.88
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Parafinado	1.608	2.15			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Aire	1.616	14.00			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Aire	1.562	13.16			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Parafinado	1.612	2.31			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Parafinado	1.591	2.34			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Aire	1.611	14.40			
2.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Aire	1.618	14.79			

Cuadro 6. Mezclas de cemento 2% - y Texilán variable (cubos estandarizados)

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. Gm/cm ³	RESISTENC. COMPRES. Kg/cm ²	HUMED. HORNO %	HUMEDAD ADICIONADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Parafinado	1.589	0.00	4.47	0.51	25.50
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Parafinado	1.582	0.00			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Aire	1.588	0.31			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Aire	1.594	0.28			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Parafinado	1.590	0.20	4.55		
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Parafinado	1.591	0.21			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Aire	1.577	0.25			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Aire	1.585	0.25			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Parafinado	1.583	0.40	4.74	0.80	26.67
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Parafinado	1.570	0.37			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Aire	1.567	0.52			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Aire	1.582	0.57			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Parafinado	1.566	0.64	4.86		
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Parafinado	1.565	0.60			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Aire	1.568	0.59			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Aire	1.559	0.63			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Parafinado	1.554	0.68	5.05	1.09	26.75
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Parafinado	1.570	0.65			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Aire	1.562	1.85			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Aire	1.596	2.06			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Parafinado	1.544	0.68	5.09		
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Parafinado	1.520	0.75			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Aire	1.506	1.81			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Aire	1.558	1.66			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Parafinado	1.532	0.97	5.22	1.225	24.50
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Parafinado	1.554	0.88			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Aire	1.591	10.32			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Aire	1.584	9.71			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Parafinado	1.517	0.65	5.23		
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Parafinado	1.508	0.68			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Aire	1.528	9.08			
2.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Aire	1.512	9.51			

Cuadro 7. Mezclas de cemento 4% - y Construcril variable (cubos estandarizados)

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. Gm/cm ³	RESISTENC. COMPRES. Kg/cm ²	HUMED. HORNO %	HUMEDAD ADICIONADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Parafinado	1.592	1.64	4.24	0.24	24.00
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Parafinado	1.569	1.81			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Aire	1.595	1.88			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	7	Aire	1.594	2.20			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Parafinado	1.612	1.81			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Parafinado	1.636	1.74			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Aire	1.612	1.88			
4.0	H.O. = 4.0 %	1.0	0.0	28	Aire	1.601	2.16			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Parafinado	1.622	4.27	4.52	0.53	26.50
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Parafinado	1.621	4.37			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Aire	1.605	6.41			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	7	Aire	1.625	6.86			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Parafinado	1.611	4.78			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Parafinado	1.614	4.60			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Aire	1.607	7.65			
4.0	H.O. = 4.0 %	2.0	0.0	28	Aire	1.586	7.15			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Parafinado	1.602	5.26	4.73	0.75	24.83
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Parafinado	1.575	4.51			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Aire	1.560	10.05			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	7	Aire	1.618	10.89			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Parafinado	1.602	5.55			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Parafinado	1.575	5.54			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Aire	1.592	13.78			
4.0	H.O. = 4.0 %	3.0	0.0	28	Aire	1.615	13.35			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Parafinado	1.593	4.19	4.96	0.94	23.50
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Parafinado	1.601	4.49			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Aire	1.595	14.94			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	7	Aire	1.605	14.51			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Parafinado	1.609	5.48			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Parafinado	1.615	5.26			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Aire	1.590	16.04			
4.0	H.O. = 4.0 %	4.0	0.0	28	Aire	1.580	16.00			

Cuadro 8. Mezclas de cemento 4% – y Texilán variable (cubos estandarizados)

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. Gm/cm ³	RESISTENC. COMPRES. Kg/cm ²	HUMED. HORNO %	HUMEDAD ADICIONADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Parafinado	1.556	0.25	4.59	0.60	30.00
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Parafinado	1.555	0.29			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Aire	1.523	0.43			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	7	Aire	1.506	0.38			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Parafinado	1.552	0.50	4.61		
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Parafinado	1.563	0.42			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Aire	1.515	0.46			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	2.0	28	Aire	1.509	0.57			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Parafinado	1.510	0.18	4.87	0.86	28.50
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Parafinado	1.542	0.14			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Aire	1.557	0.36			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	7	Aire	1.522	0.46			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Parafinado	1.556	0.28	4.84		
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Parafinado	1.604	0.29			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Aire	1.532	0.43			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	3.0	28	Aire	1.558	0.42			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Parafinado	1.503	0.36	5.13	1.12	28.00
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Parafinado	1.538	0.31			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Aire	1.521	0.91			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	7	Aire	1.568	1.12			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Parafinado	1.524	0.64	5.11		
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Parafinado	1.519	0.78			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Aire	1.548	1.09			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	4.0	28	Aire	1.532	1.03			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Parafinado	1.559	3.14	5.36	1.39	27.70
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Parafinado	1.563	3.31			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Aire	1.526	6.56			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	7	Aire	1.537	6.46			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Parafinado	1.541	4.02	5.41		
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Parafinado	1.556	4.40			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Aire	1.507	6.21			
4.0	H.O. = 4.0 %	0.0	5.0	28	Aire	1.545	5.87			

Cuadro 9. Resumen de la resistencia a la compresión para diferentes contenidos de cemento y polímero (cubos estandarizados) – 28 días

CMTO %	TEXIL. %	CONSTR. %	HUMED. ADICIONAL %	R.Comp - Kg/cm2 PROMEDIO	CURADO
2	0	1	H.O. = 4,0%	1,25	Aire
2	0	2	H.O. = 4,0%	4,88	Aire
2	0	3	H.O. = 4,0%	11,44	Aire
2	0	4	H.O. = 4,0%	14,60	Aire
4	0	1	H.O. = 4,0%	2,02	Aire
4	0	2	H.O. = 4,0%	7,40	Aire
4	0	3	H.O. = 4,0%	13,57	Aire
4	0	4	H.O. = 4,0%	16,02	Aire
2	2	0	H.O. = 4,0%	0,25	Aire
2	3	0	H.O. = 4,0%	0,61	Aire
2	4	0	H.O. = 4,0%	1,74	Aire
2	5	0	H.O. = 4,0%	9,30	Aire
4	2	0	H.O. = 4,0%	0,52	Aire
4	3	0	H.O. = 4,0%	0,43	Aire
4	4	0	H.O. = 4,0%	1,06	Aire
4	5	0	H.O. = 4,0%	6,04	Aire

Figura 4. Variación de la resistencia a la compresión para diferentes contenidos de cemento y polímero – cubos estandarizados – 28 días



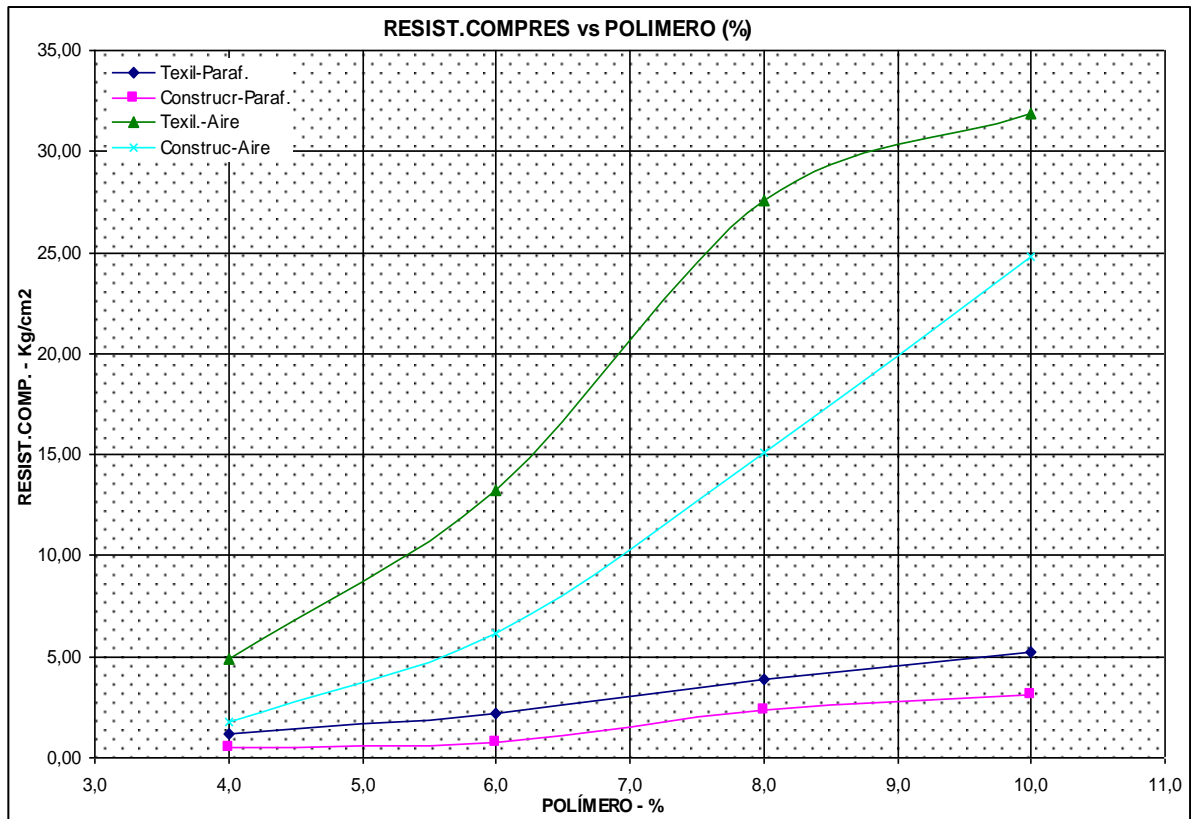
Cuadro 10. Mezclas de polímero variable – 0% cemento – 0% humedad adicional – cubos estandarizados

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR . %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. Gm/cm ³	RESISTENC. COMPRES. Kg/cm ²	HUMED. HORNO %	HUMEDAD ADICIONADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
0.0	0.0	0.0	4.0	7	Parafinado	1.519	1.23			
0.0	0.0	0.0	4.0	7	Parafinado	1.539	1.10	1.58	1.58	39.50
0.0	0.0	0.0	4.0	7	Aire	1.591	5.08			
0.0	0.0	0.0	4.0	7	Aire	1.513	4.64			
0.0	0.0	4.0	0.0	7	Parafinado	1.530	0.50			
0.0	0.0	4.0	0.0	7	Parafinado	1.517	0.43	1.54	1.54	38.50
0.0	0.0	4.0	0.0	7	Aire	1.595	1.74			
0.0	0.0	4.0	0.0	7	Aire	1.515	1.81			
0.0	0.0	0.0	6.0	7	Parafinado	1.533	2.18			
0.0	0.0	0.0	6.0	7	Parafinado	1.531	2.23	2.23	2.23	37.17
0.0	0.0	0.0	6.0	7	Aire	1.535	12.20			
0.0	0.0	0.0	6.0	7	Aire	1.566	14.23			
0.0	0.0	6.0	0.0	7	Parafinado	1.552	0.75			
0.0	0.0	6.0	0.0	7	Parafinado	1.562	0.83	2.11	2.11	35.17
0.0	0.0	6.0	0.0	7	Aire	1.560	6.05			
0.0	0.0	6.0	0.0	7	Aire	1.537	6.33			
0.0	0.0	0.0	8.0	7	Parafinado	1.589	3.88			
0.0	0.0	0.0	8.0	7	Parafinado	1.598	3.84	3.22	3.22	40.25
0.0	0.0	0.0	8.0	7	Aire	1.585	27.46			
0.0	0.0	0.0	8.0	7	Aire	1.604	27.71			
0.0	0.0	8.0	0.0	7	Parafinado	1.633	2.25			
0.0	0.0	8.0	0.0	7	Parafinado	1.661	2.39	3.16	3.16	39.50
0.0	0.0	8.0	0.0	7	Aire	1.553	14.58			
0.0	0.0	8.0	0.0	7	Aire	1.602	15.54			
0.0	0.0	0.0	10.0	7	Parafinado	1.564	5.09			
0.0	0.0	0.0	10.0	7	Parafinado	1.567	5.42	4.05	4.05	40.50
0.0	0.0	0.0	10.0	7	Aire	1.594	31.83			
0.0	0.0	0.0	10.0	7	Aire	1.601	31.92			
0.0	0.0	10.0	0.0	7	Parafinado	1.560	3.10			
0.0	0.0	10.0	0.0	7	Parafinado	1.635	3.15	3.97	3.97	39.70
0.0	0.0	10.0	0.0	7	Aire	1.555	24.60			
0.0	0.0	10.0	0.0	7	Aire	1.600	24.97			

Cuadro 11. Resumen variación de resistencia vs variación del contenido de polímero cubos estandarizados

CURADO	POLÍMERO %	R.Comp - Kg/cm ²		CMTO %	HUMED. %
		TEXILAN	CONSTRUCRIL		
Parafinado	4,0	1,17	0,47	0	0
Parafinado	6,0	2,20	0,79	0	0
Parafinado	8,0	3,86	2,32	0	0
Parafinado	10,0	5,26	3,13	0	0
Aire	4,0	4,86	1,78	0	0
Aire	6,0	13,21	6,19	0	0
Aire	8,0	27,59	15,06	0	0
Aire	10,0	31,88	24,79	0	0

Figura 5. Variación de la resistencia a compresión vs variación del contenido de polímero cubos estandarizados



Cuadro 12. Mezclas de arena-cemento – humedad adicional variable – cubos estandarizados

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	RELACIÓN CONSTR. A/C	CONSTR. %	TEXILANEDAD %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSIDAD gm/cm3	RESIST. COMP. Kg/cm2
4	4,0	1,00	0	0	28	Aire	1,530	0,57
4	4,0	1,00	0	0	28	Aire	1,550	0,71
4	4,0	1,00	0	0	28	Inmersión	1,592	0,71
4	4,0	1,00	0	0	28	Inmersión	1,632	0,83
8	4,0	0,50	0	0	28	Aire	1,571	0,91
8	4,0	0,50	0	0	28	Aire	1,553	1,37
8	4,0	0,50	0	0	28	Inmersión	1,495	1,83
8	4,0	0,50	0	0	28	Inmersión	1,571	2,02
10	4,0	0,40	0	0	28	Aire	1,574	0,63
10	4,0	0,40	0	0	28	Aire	1,587	0,65
10	4,0	0,40	0	0	28	Inmersión	1,511	1,62
10	4,0	0,40	0	0	28	Inmersión	1,564	1,67
12	4,0	0,33	0	0	28	Aire	1,555	0,66
12	4,0	0,33	0	0	28	Aire	1,553	0,49
12	4,0	0,33	0	0	28	Inmersión	1,511	1,30
12	4,0	0,33	0	0	28	Inmersión	1,562	1,27
6	3,0	0,50	0	0	7	Aire	1,556	0,06
6	3,0	0,50	0	0	7	Aire	1,570	0,08
6	3,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,532	0,18
6	3,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,539	0,20
8	4,0	0,50	0	0	7	Aire	1,574	0,40
8	4,0	0,50	0	0	7	Aire	1,575	0,51
8	4,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,569	1,01
8	4,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,570	0,98
10	5,0	0,50	0	0	7	Aire	1,526	1,16
10	5,0	0,50	0	0	7	Aire	1,568	1,12
10	5,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,538	1,58
10	5,0	0,50	0	0	7	Inmersión	1,578	1,64
4	4,0	1,00	0	0	7	Aire	1,587	0,50
4	4,0	1,00	0	0	7	Aire	1,573	0,43
4	4,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,581	0,65
4	4,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,591	0,60
6	6,0	1,00	0	0	7	Aire	1,543	0,80
6	6,0	1,00	0	0	7	Aire	1,528	0,70
6	6,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,519	1,50
6	6,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,531	1,58
8	8,0	1,00	0	0	7	Aire	1,571	2,85
8	8,0	1,00	0	0	7	Aire	1,574	2,70
8	8,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,574	3,88
8	8,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,577	3,59
10	10,0	1,00	0	0	7	Aire	1,601	5,07
10	10,0	1,00	0	0	7	Aire	1,580	4,97
10	10,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,610	6,58
10	10,0	1,00	0	0	7	Inmersión	1,578	6,23

Figura 6. Resistencia a compresión - cubos arena-cemento – humedad óptima (4%)

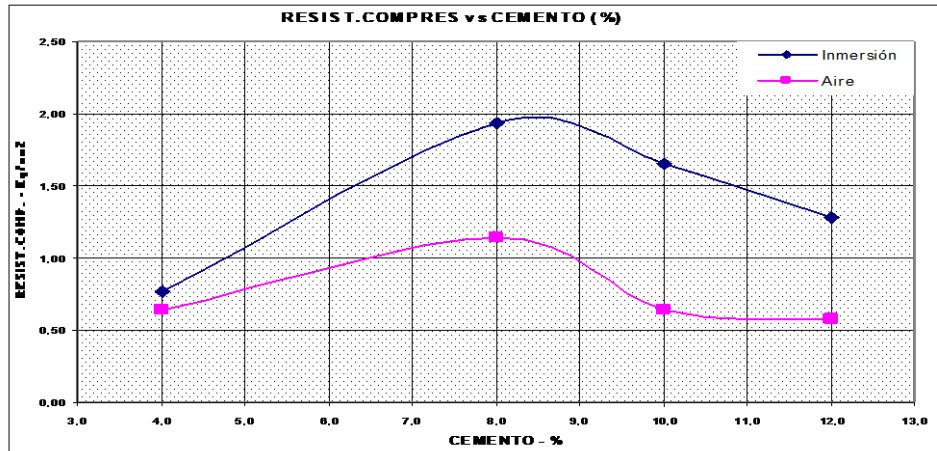


Figura 7. Resistencia a compresión - cubos arena-cemento – humedad adicional= 50% con respecto al peso seco del cemento.

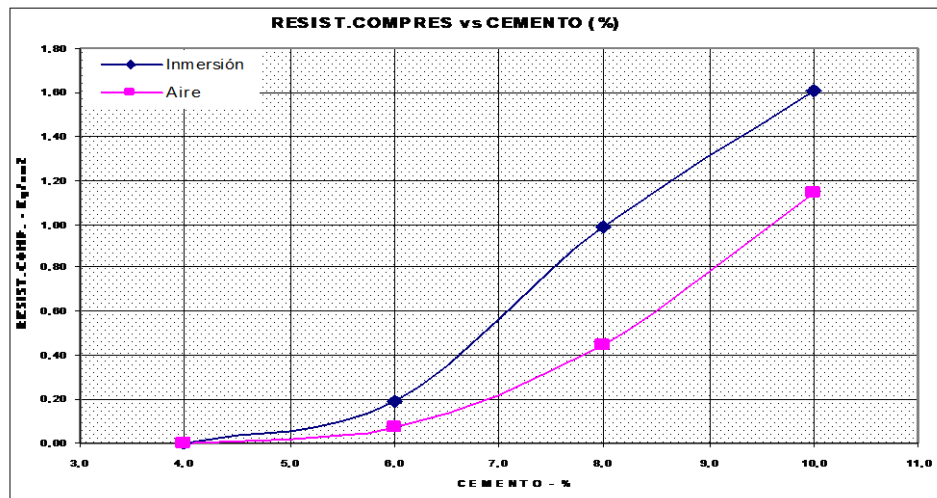
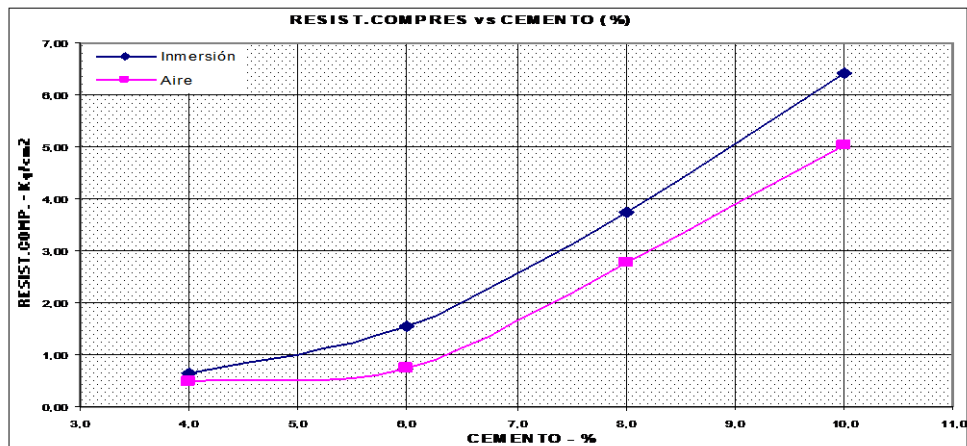


Figura 8. Resistencia a compresión – cubos arena-cemento – humedad adicional igual al peso seco del cemento



Cuadro 13. Aporte de humedad de los polímeros a cada una de las mezclas (cubos)

CEMENTO %	CONSTRUCRIL %	TEXILÁN %	HUMEDAD ADICIONAL %	HUMEDAD DE HORNO %	HUMEDAD APORTADA POR EL POLÍMERO %	CONTENIDO DE AGUA DEL POLÍMERO %
0,0	4,0	0,0	0,0	1,54	1,54	38,50
0,0	6,0	0,0	0,0	2,11	2,11	35,17
0,0	8,0	0,0	0,0	3,16	3,16	39,50
0,0	10,0	0,0	0,0	3,97	3,97	39,70
0,0	0,0	4,0	0,0	1,58	1,58	39,50
0,0	0,0	6,0	0,0	2,23	2,23	37,17
0,0	0,0	8,0	0,0	3,22	3,22	40,25
0,0	0,0	10,0	0,0	4,05	4,05	40,50
2,0 2,0	1,0 1,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,25 4,26	0,255	25,50
2,0 2,0	2,0 2,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,48 4,48	0,48	24,00
2,0 2,0	3,0 3,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,68 4,72	0,7	23,33
2,0 2,0	4,0 4,0	0,0 0,0	4,0 4,0	5,10 5,05	1,075	26,88
2,0 2,0	0,0 0,0	2,0 2,0	4,0 4,0	4,47 4,55	0,51	25,50
2,0 2,0	0,0 0,0	3,0 3,0	4,0 4,0	4,74 4,86	0,8	26,67
2,0 2,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,0 4,0	5,05 5,09	1,07	26,75
2,0 2,0	0,0 0,0	5,0 5,0	4,0 4,0	5,22 5,23	1,225	24,50
4,0 4,0	1,0 1,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,24 4,24	0,24	24,00
4,0 4,0	2,0 2,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,52 4,54	0,53	26,50
4,0 4,0	3,0 3,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,73 4,76	0,745	24,83
4,0 4,0	4,0 4,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,96 4,92	0,94	23,50
4,0 4,0	0,0 0,0	2,0 2,0	4,0 4,0	4,59 4,61	0,6	30,00
4,0 4,0	0,0 0,0	3,0 3,0	4,0 4,0	4,87 4,84	0,855	28,50
4,0 4,0	0,0 0,0	4,0 4,0	4,0 4,0	5,13 5,11	1,12	28,00
4,0 4,0	0,0 0,0	5,0 5,0	4,0 4,0	5,36 5,41	1,385	27,70

* El contenido de agua del polímero es con respecto al peso total de este.

3.2 CHEQUEO DE VARIACIÓN DE RESISTENCIA AL MODIFICAR LA HUMEDAD ADICIONAL

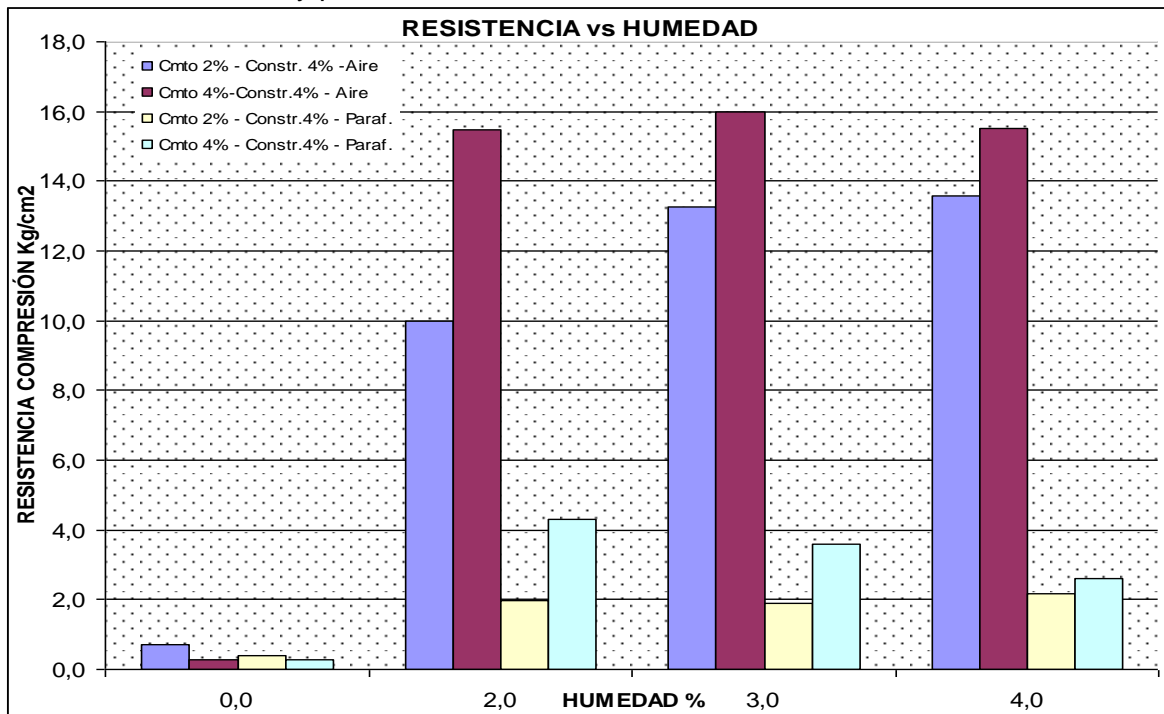
Durante la investigación además se realizaron mezclas para determinados contenidos de cemento y polímero, en las cuales se variaba el contenido de humedad de la siguiente manera:

- Cemento 2% con Construcril 4% para 0%, 2%, 3% y 4% de humedad.
- Cemento 4% con Construcril 4% para 0%, 2%, 3% y 4% de humedad.

Estas mezclas se realizaron con el fin de conocer como afecta la resistencia, el hecho de variar el contenido de humedad de la mezcla. De igual manera, se elaboraron cubos de 5.0 cm * 5.0 cm según la norma ICONTEC 220. Por cada mezcla se elaboraron 4 cubos, para curar 2 al aire y 2 parafinados y en cámara húmeda, para determinar la resistencia a compresión a 7 días para todas las muestras. Los resultados de estas pruebas se pueden ver en la figura 9 y el cuadro 14.

El número total de cubos elaborados en las mezclas iniciales de prueba fue de 260.

Figura 9. Variación de la resistencia a compresión cuando se varía la humedad adicional contenido de cemento y polímero constantes – cubos estandarizados



Cuadro 14. Variación de la resistencia a compresión al variar la humedad adicional. contenido de cemento y polímero constantes – cubos estandarizados

CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR. %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	DENSID. gm/cm3	RESIST. COMP. Kg/cm2	HUMEDAD HORNO - %
4	0	4	0	7	Parafinado	1,538	0,27	1.26
4	0	4	0	7	Parafinado	1,564	0,26	
4	0	4	0	7	Aire	1,532	0,26	
4	0	4	0	7	Aire	1,551	0,27	
4	2	4	0	7	Parafinado	1,699	4,14	3.20
4	2	4	0	7	Parafinado	1,638	4,45	
4	2	4	0	7	Aire	1,642	14,80	
4	2	4	0	7	Aire	1,613	16,18	
4	3	4	0	7	Parafinado	1,647	3,52	4.15
4	3	4	0	7	Parafinado	1,653	3,63	
4	3	4	0	7	Aire	1,675	15,79	
4	3	4	0	7	Aire	1,591	16,18	
4	H.O.=4%	4	0	7	Parafinado	1,621	2,78	5.09
4	H.O.=4%	4	0	7	Parafinado	1,568	2,47	
4	H.O.=4%	4	0	7	Aire	1,614	16,76	
4	H.O.=4%	4	0	7	Aire	1,556	14,30	
2	0	4	0	7	Parafinado	1,539	0,36	1,31
2	0	4	0	7	Parafinado	1,546	0,43	
2	0	4	0	7	Aire	1,526	0,69	
2	0	4	0	7	Aire	1,495	0,75	
2	2	4	0	7	Parafinado	1,617	1,81	3,29
2	2	4	0	7	Parafinado	1,606	2,10	
2	2	4	0	7	Aire	1,577	9,96	
2	2	4	0	7	Aire	1,584	9,99	
2	3	4	0	7	Parafinado	1,667	1,92	4,23
2	3	4	0	7	Parafinado	1,572	1,88	
2	3	4	0	7	Aire	1,675	13,60	
2	3	4	0	7	Aire	1,594	12,91	
2	H.O.=4%	4	0	7	Parafinado	1,615	2,22	5,24
2	H.O.=4%	4	0	7	Parafinado	1,608	2,15	
2	H.O.=4%	4	0	7	Aire	1,616	14,00	
2	H.O.=4%	4	0	7	Aire	1,562	13,16	

3.3 MEZCLAS FINALES-BRIQUETAS TIPO HARVARD MINIATURA

Con las mezclas que se obtuvieron los mejores resultados para los cubos de 5.0 cm * 5.0 cm, se elaboraron briquetas tipo Harvard Miniatura con el fin de realizar ensayo de compresión inconfiada con su respectiva curva Esfuerzo vs deformación, y poder establecer las mezclas mas adecuadas, y su posible aplicación, obteniendo así las conclusiones finales de la investigación. Debe tenerse en cuenta que además de la resistencia al corte del material, la deformación en el momento de la falla es un parámetro fundamental para el diseño y la aceptación de cualquier material utilizado en obras civiles, (además permite calcular los módulos de elasticidad de los materiales). Las briquetas se compactaron con una energía de compactación entre el próctor Estándar y el próctor Modificado colocando la muestra en cinco capas uniformes y realizando en cada una de ellas 25 aplicaciones con el émbolo, ejerciendo una fuerza de 20 libras en cada aplicación.

Las mezclas a las que se hizo este análisis fueron las siguientes:

- Arena con 2% cemento, 4% construcril y humedad óptima.
- Arena con 4 cemento, 4% construcril y humedad óptima.
- Arena con 2% cemento, 5% Texilán y humedad óptima.
- Arena con 8% construcril y 0% humedad.
- Arena con 4% Texilán y 0% humedad.
- Arena con 5% Texilán y 0% humedad.
- Arena con 6% Texilán y 0% humedad.
- Arena con 8% Texilán y 0% humedad.
- Arena con 4% cemento y 4% humedad.
- Arena con 6% cemento y 6% humedad.
- Arena con 8% cemento y 8% humedad.
- Arena con 10% cemento y 10% humedad.
- Arena con 6% cemento y 3% humedad.
- Arena con 8% cemento y 4% humedad.
- Arena con 10% cemento y 5% humedad.

A pesar de que no en todas las mezclas de arena - cemento se obtuvo una buena resistencia de los cubos estandarizados de 5.0 cm * 5.0 cm, se decidió elaborar para cada una de ellas, briquetas tipo Harvard Miniatura, con el fin de tener un alto rango de comparación y definir la conveniencia o no de la estabilización de arenas finas mediante polímeros acrílicos.

Debido a que durante la elaboración de los cubos se notó que la variación entre la resistencia a 7 días comparada con la resistencia a 28 días era mínima (para las mezclas que contenían cemento y polímero), la resistencia a la compresión de las briquetas Harvard Miniatura se determinó a los 7 días para las mezclas anteriores,

analizando cuatro briquetas para cada una, y dejando una muestra testigo para corroborar la anterior afirmación en las mezclas que llevaban cemento en su dosificación.

Los resultados de los ensayos realizados a las anteriores mezclas se encuentran resumidos en los cuadros 15, 16 y en la figura 10, de igual manera cada una de las curvas Esfuerzo vs Deformación obtenida para cada biqueta se encuentra en los anexos de este informe.

En busca de obtener mayor economía en la estabilización, al final de la investigación se realizaron dos mezclas adicionales con menor cantidad de polímero de la siguiente manera:

- Arena con 4% cemento, 2% construcril y humedad óptima.
- Arena con 4% cemento, 3% construcril y humedad óptima.

Los resultados obtenidos para estas mezclas también se encuentran resumidos en los cuadros 15, 16 y en la figura 10. **El número total de briquetas tipo Harvard Miniatura fue de 80.**

En el cuadro 17 y la figura 11 se muestra la variación de la resistencia a compresión para algunas de estas mezclas, pero analizando cubos estandarizados, con el fin de definir como puede variar la resistencia obtenida según el método de compactación utilizado para cada una de las mezclas.

Finalmente, en los cuadros 18, 19 y en las figuras 12 y 13 se muestra la variación de la resistencia a compresión entre estabilización con diferentes proporciones de Texilán; porcentajes variables de cemento cuando se adiciona agua en una cantidad igual al 50% del peso seco del cemento y diferentes proporciones de cemento cuando la cantidad de agua adicional es igual al peso seco del cemento; tanto para cubos estandarizados como para briquetas tipo Harvard Miniatura. Esto con el fin de hacer un paralelo y tener un parámetro de comparación que permita mostrar las ventajas de la estabilización mediante polímeros.

Cuadro 15. Resistencia a la compresión inconfiada de las diferentes mezclas finales.
Briquetas Harvard Miniatura

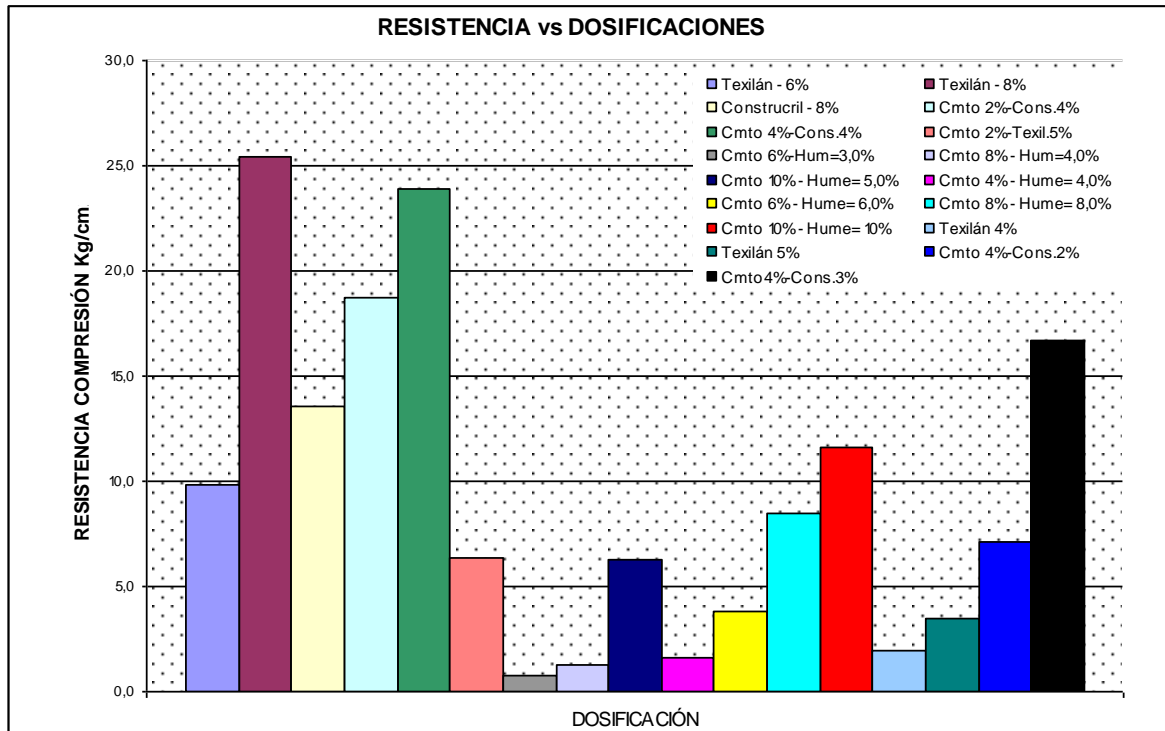
CEMTO %	HUMEDAD ADICIONAL %	CONSTR. %	TEXILÁN %	EDAD DÍAS	CURADO	PESO UNIT. Hdo - gm/cm3	PESO UNIT. Seco- gm/cm3	RES. COMP. Kg/cm2	DEFORMAC. UNITARIA *	MÓDULO DE ELAST. Kg/cm2	HUMEDAD HORNO - %	
0	0	0	4	7	Aire	1,608	1,582	1,87	4,27		1,69	
0	0	0	4	7	Aire	1,624	1,597	2,05	4,27			
0	0	0	4	7	Aire	1,614	1,587	1,82	3,56			
0	0	0	4	7	Aire	1,638	1,611	1,99	3,56			
0	0	0	5	7	Aire	1,777	1,743	3,36	4,99		1,98	
0	0	0	5	7	Aire	1,758	1,724	3,91	4,27			
0	0	0	5	7	Aire	1,735	1,702	3,37	5,70			
0	0	0	5	7	Aire	1,760	1,726	3,28	4,99			
0	0	0	6	7	Aire	1,695	1,657	10,27	7,84	188	2,30	
0	0	0	6	7	Aire	1,638	1,601	10,65	6,41			
0	0	0	6	7	Aire	1,685	1,648	9,07	6,41			
0	0	0	6	7	Aire	1,630	1,593	9,23	6,41			
0	0	0	8	7	Aire	1,728	1,673	26,92	7,12	530	3,30	
0	0	0	8	7	Aire	1,714	1,659	24,81	7,12			
0	0	0	8	7	Aire	1,774	1,718	24,91	7,12			
0	0	0	8	7	Aire	1,727	1,672	25,02	7,84			
0	0	8	0	7	Aire	1,756	1,698	14,29	4,27	409	3,40	
0	0	8	0	7	Aire	1,738	1,681	12,65	5,70			
0	0	8	0	7	Aire	1,728	1,672	14,18	4,27			
0	0	8	0	7	Aire	1,748	1,691	13,10	4,63			
2	4	4	0	7	Aire	1,814	1,725	19,71	3,56	713	5,11	
2	4	4	0	7	Aire	1,776	1,690	18,07	2,85			
2	4	4	0	7	Aire	1,807	1,719	18,91	2,85			
2	4	4	0	7	Aire	1,791	1,704	18,07	2,85			
2	4	4	0	28	Aire	1,804	1,716	20,25	2,49			
4	4	4	0	7	Aire	1,835	1,752	22,88	4,27	723	4,73	
4	4	4	0	7	Aire	1,814	1,732	23,60	4,27			
4	4	4	0	7	Aire	1,812	1,730	24,12	4,27			
4	4	4	0	7	Aire	1,837	1,754	26,17	3,21			
4	4	4	0	28	Aire	1,827	1,744	24,85	4,27			
2	4	0	5	7	Aire	1,715	1,630	6,41	2,85	5,18		
2	4	0	5	7	Aire	1,776	1,688	6,30	2,85			
2	4	0	5	7	Aire	1,719	1,635	6,64	2,49			
2	4	0	5	7	Aire	1,721	1,637	6,09	2,85			
6	3	0	0	7	Aire	-	-	-	-	2,30		
6	3	0	0	7	Aire	-	-	-	-			
6	3	0	0	7	Inmersión	1,717	1,678	0,58	2,59			
6	3	0	0	7	Inmersión	1,730	1,691	1,00	1,71			
8	4	0	0	7	Aire	1,758	1,699	0,49	1,46	3,47		
8	4	0	0	7	Aire	1,764	1,705	0,42	1,31			
8	4	0	0	7	Inmersión	1,775	1,715	1,21	1,59			
8	4	0	0	7	Inmersión	1,772	1,713	1,37	1,59			
10	5	0	0	7	Aire	1,797	1,720	2,97	1,78	4,45		
10	5	0	0	7	Aire	1,799	1,722	3,31	1,78			
10	5	0	0	7	Inmersión	1,810	1,733	6,37	2,49			
10	5	0	0	7	Inmersión	1,790	1,714	6,19	2,49			
4	4	0	0	7	Aire	1,619	1,568	0,95	1,69	3,28		
4	4	0	0	7	Aire	1,630	1,578	0,83	2,18			
4	4	0	0	7	Inmersión	1,659	1,606	1,85	2,69			
4	4	0	0	7	Inmersión	1,651	1,599	1,38	2,22			
6	6	0	0	7	Aire	1,700	1,621	1,91	2,14	4,88		
6	6	0	0	7	Aire	1,714	1,634	1,92	1,76			
6	6	0	0	7	Inmersión	1,723	1,643	3,59	1,78			
6	6	0	0	7	Inmersión	1,697	1,618	4,00	2,14			
8	8	0	0	7	Aire	1,846	1,731	5,14	2,49	329	6,60	
8	8	0	0	7	Aire	1,840	1,726	4,54	2,32			
8	8	0	0	7	Inmersión	1,854	1,739	8,55	3,03			
8	8	0	0	7	Inmersión	1,842	1,728	8,35	3,03			
10	10	0	0	7	Aire	1,893	1,752	8,51	1,60	799	8,05	
10	10	0	0	7	Aire	1,840	1,702	8,73	1,60			
10	10	0	0	7	Inmersión	1,867	1,728	11,60	1,60			
10	10	0	0	7	Inmersión	1,897	1,756	11,60	1,60			
4	4	2	0	7	Aire	1,777	1,699	7,35	3,56	236	4,60	
4	4	2	0	7	Aire	1,758	1,681	7,15	3,56			
4	4	2	0	7	Aire	1,735	1,659	7,04	3,56			
4	4	2	0	7	Aire	1,837	1,756	7,10	4,27			
4	4	3	0	7	Aire	1,775	1,696	17,65	2,85	822	4,68	
4	4	3	0	7	Aire	1,777	1,697	16,29	2,85			
4	4	3	0	7	Aire	1,796	1,716	16,87	2,49			
4	4	3	0	7	Aire	1,788	1,708	16,12	3,21			

* Deformación unitaria en el momento de la falla.

Cuadro 16. Resumen de resistencia a compresión para las briquetas tipo Harvard miniatura en las dosificaciones finales

PROPORCIÓN DEL ESTABILIZADOR	TIPO DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO Kg/cm ²
TEXILÁN 6% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	9.81
TEXILÁN 8% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	25.42
CONSTRUCRIL 8% - 0% HUM. ADICIONAL	AIRE	13.56
CEMTO 2%- CONSTRUC 4%- 4% HUM.ADIC	AIRE	18.69
CEMTO 4%- CONSTRUC.4% -4% HUM. ADIC	AIRE	23.86
CEMTO 2% - TEXILÁN 5% - 4% HUM. ADIC.	AIRE	6.36
CEMENTO 6% - HUMEDAD = 3.0%	INMERSIÓN	0.79
CEMENTO 8% - HUMED. ADICIONAL= 4.0%	INMERSIÓN	1.29
CEMENTO 10% - HUMED. ADICIONAL= 5.0%	INMERSIÓN	6.28
CEMENTO 4% - HUMED. ADICIONAL= 4.0%	INMERSIÓN	1.62
CEMENTO 6% - HUMED. ADICIONAL= 6.0%	INMERSIÓN	3.80
CEMENTO 8% - HUMED. ADICIONAL= 8.0%	INMERSIÓN	8.45
CEMENTO 10% - HUMED. ADICION.= 10.0%	INMERSIÓN	11.60
TEXILÁN 4% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	1.93
TEXILÁN 5% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	3.48
CEMTO 4%-CONSTRU.2% - 4% HUM.ADICIO	AIRE	7.16
CEMTO 4%-CONSTRU.3% - 4% HUM.ADICIO	AIRE	16.73

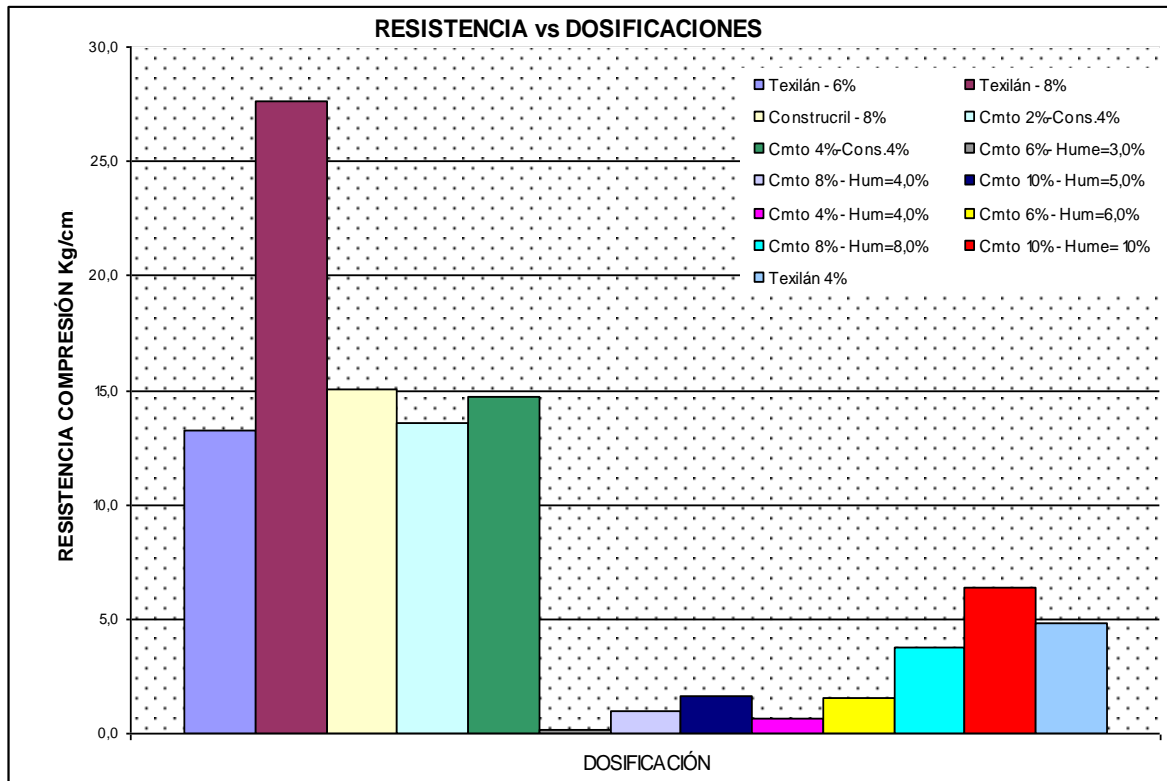
Figura 10. Resumen de resistencia a compresión para las briquetas tipo Harvard miniatura en las dosificaciones finales



Cuadro 17. Resumen de resistencia a compresión para los cubos estandarizados en las dosificaciones finales

PROPORCIÓN DEL ESTABILIZADOR	TIPO DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO Kg/cm ²
TEXILÁN 6% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	13.22
TEXILÁN 8% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	27.59
CONSTRUCR 8% - 0% HUM. ADICIONAL	AIRE	15.06
CEMTO 2%- CONST 4%- 4% HUM. ADIC.	AIRE	13.58
CEMTO 4%- CONST 4%- 4% HUM. ADIC.	AIRE	14.73
CEMENTO 6% - HUMEDAD = 3.0%	INMERSIÓN	0.19
CEMENTO 8% - HUMED. ADICIONAL= 4.0%	INMERSIÓN	1.00
CEMENTO 10% - HUMED. ADICIONAL=	INMERSIÓN	1.61
CEMENTO 4% - HUMED. ADICIONAL= 4.0%	INMERSIÓN	0.63
CEMENTO 6% - HUMED. ADICIONAL= 6.0%	INMERSIÓN	1.54
CEMENTO 8% - HUMED. ADICIONAL= 8.0%	INMERSIÓN	3.74
CEMENTO 10% - HUMED. ADICION.= 10.0%	INMERSIÓN	6.41
TEXILÁN 4% - 0% HUMEDAD ADICIONAL	AIRE	4.86

Figura 11. Resumen de resistencia a compresión para los cubos estandarizados en las dosificaciones finales

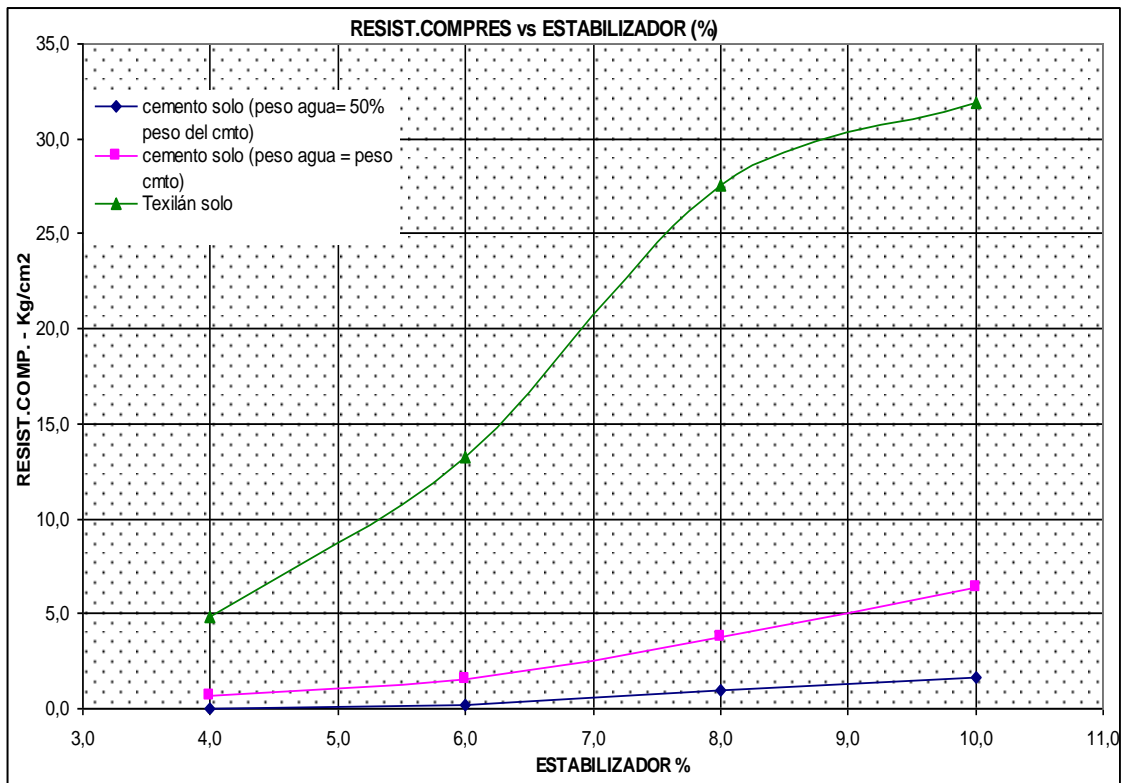


Cuadro 18. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y con Texilán cubos estandarizados

ESTABILIZADOR %	R.Comp - Kg/cm2				
	CEMENTO Peso del Agua= 50% del peso del cemento Curado=Inmersión		CEMENTO Peso del Agua= Peso del cemento Curado=Inmersión		TEXILÁN Curado=Aire
	Humed. %	R.C. Kg/cm2	Humed. %	R.C. K/cm2	R.C. Kg/cm2
4,0	2.0	0,00	4.0	0.63	4.86
6,0	3.0	0,19	6.0	1.54	13.21
8,0	4.0	1,00	8.0	3.74	27.59
10,0	5.0	1.61	10.0	6.41	31.88

* La humedad es expresada como un porcentaje del agua adicional con respecto al peso seco de la arena.

Figura 12. . Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y con Texilán cubos estandarizados



Cuadro 19. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y con Texilán. Briquetas Harvard miniatura

ESTABILIZADOR %	R.Comp - Kg/cm2				
	CEMENTO Peso del Agua= 50% del peso del cemento Curado=Inmersión		CEMENTO Peso del Agua= Peso del cemento Curado=Inmersión		TEXILÁN Curado=Aire
	Humed. %	R.C. Kg/cm2	Humed. %	R.C. K/cm2	R.C. Kg/cm2
4,0	2.0	0,00	4.0	1,62	1,93
6,0	3.0	0,79	6.0	3.80	9.81
8,0	4.0	1,29	8.0	8,45	25.42
10,0	5.0	6,28	10.0	11.60	

* La humedad es expresada como un porcentaje del agua adicional con respecto al peso seco de la arena

Figura 13. Variación de la resistencia entre estabilización con cemento y con Texilán Briquetas Harvard miniatura

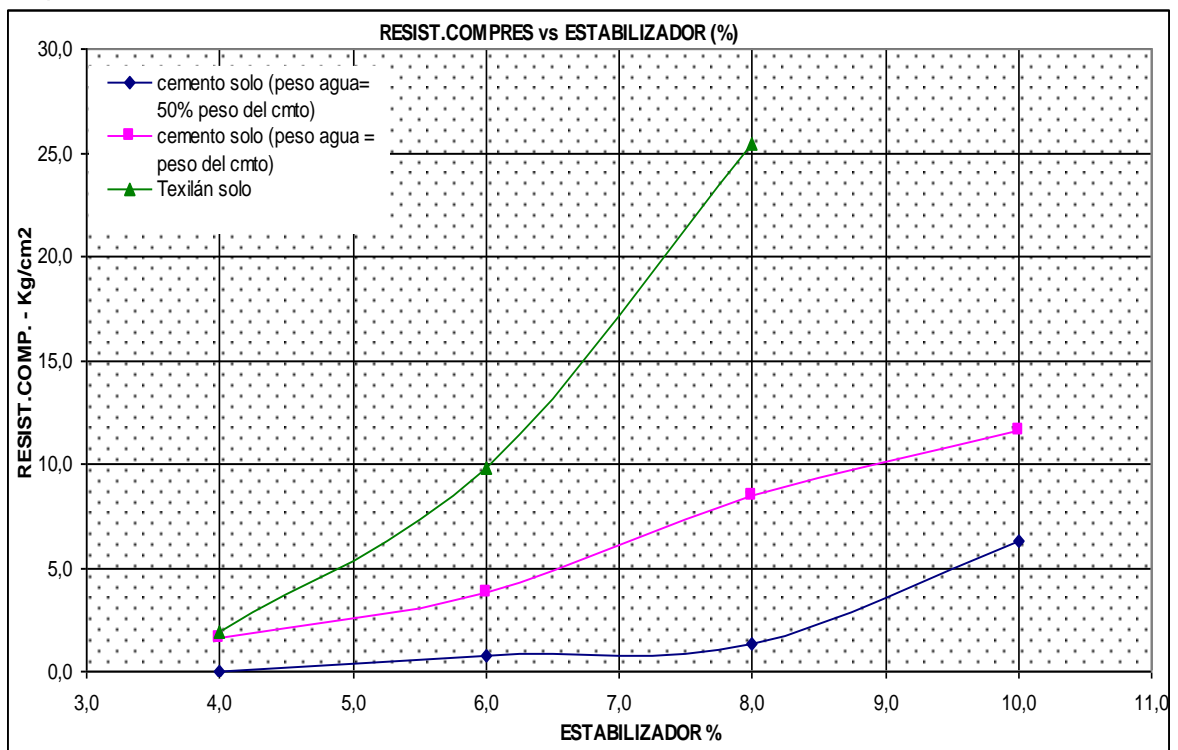


Figura 14. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días – 2% cemento, Construcril variable – curado al aire - cubos estandarizados

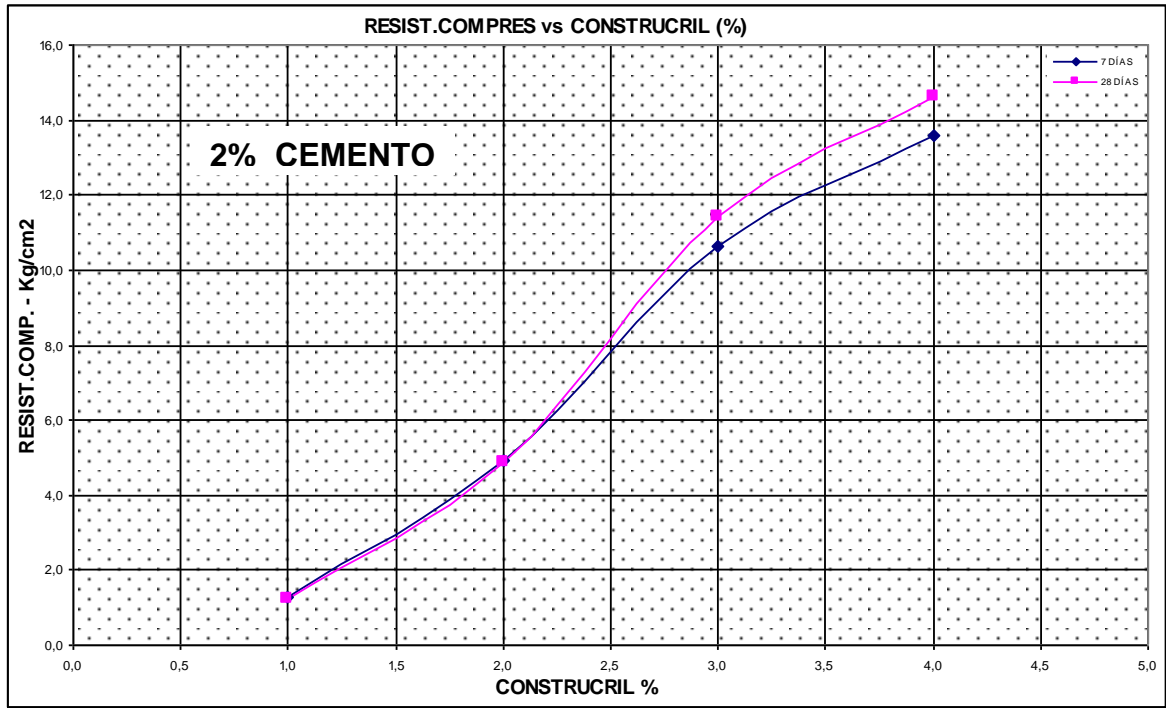


Figura 15. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días – 4% cemento, Construcril variable – curado al aire - cubos estandarizados

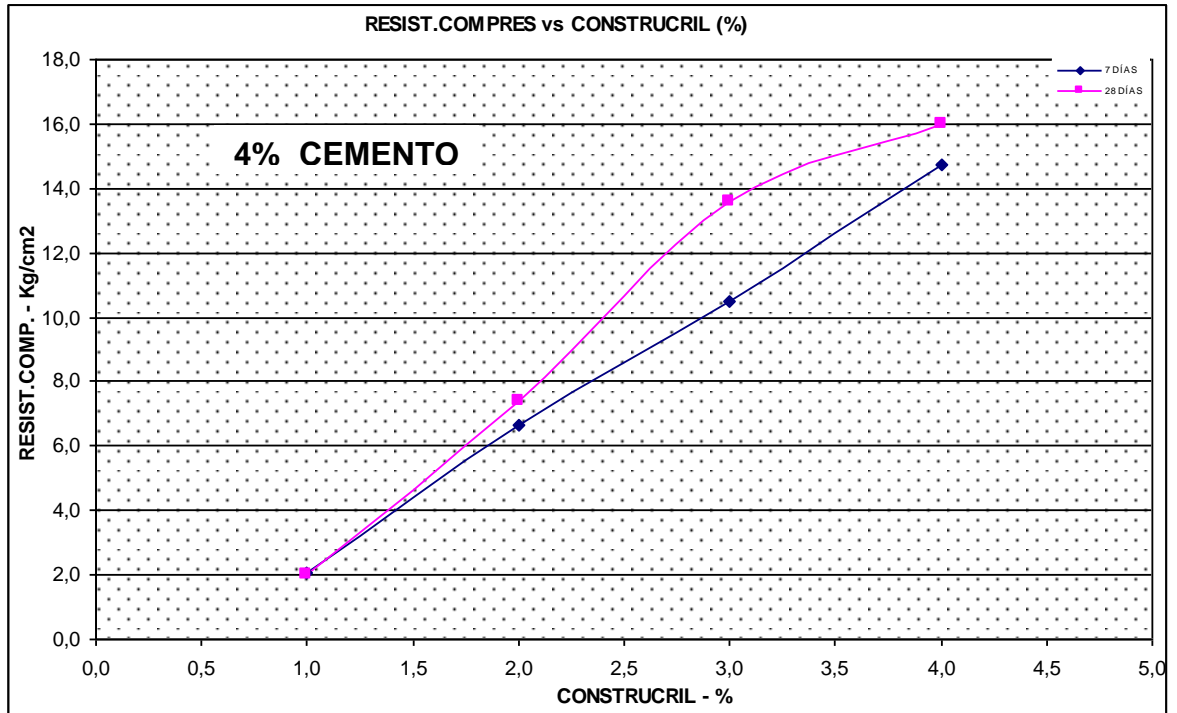


Figura 16. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días – 2% cemento, Texilán variable – curado al aire - cubos estandarizados

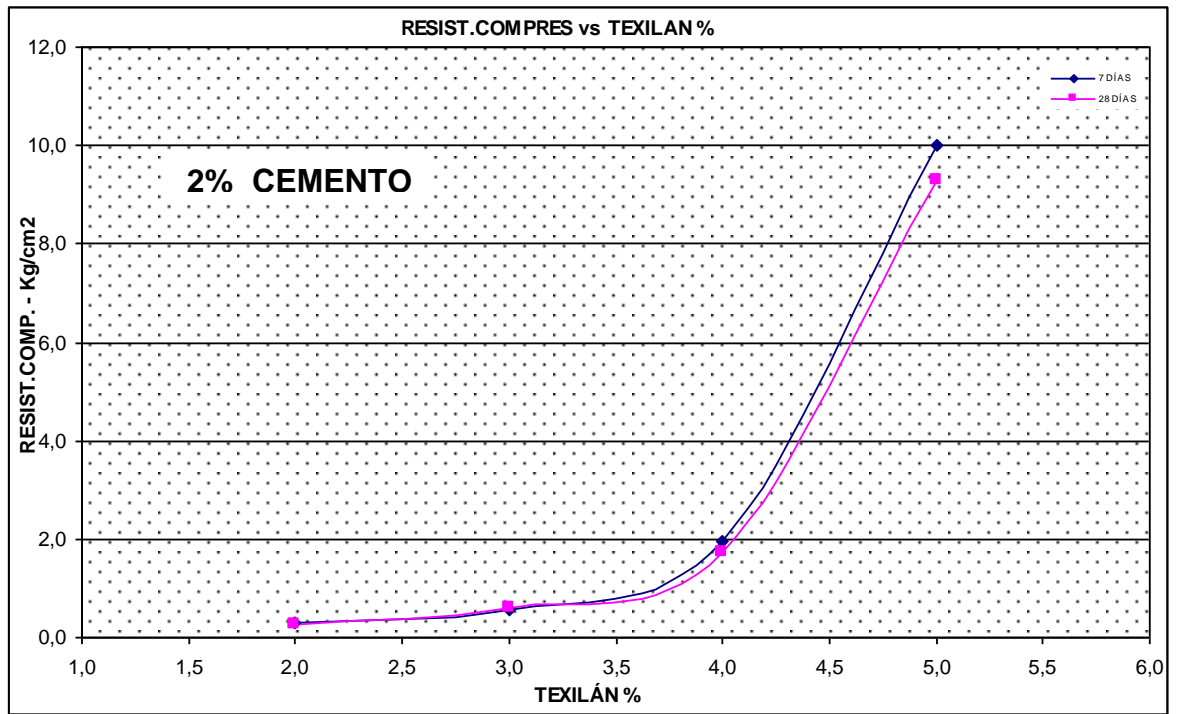
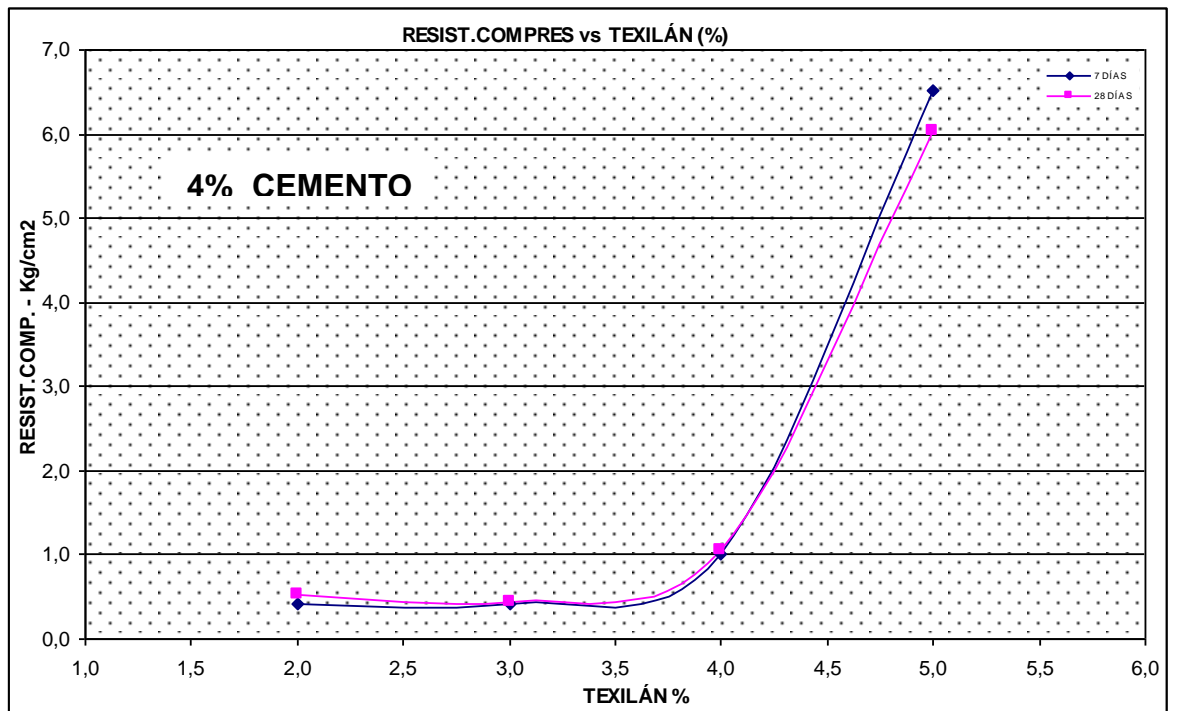


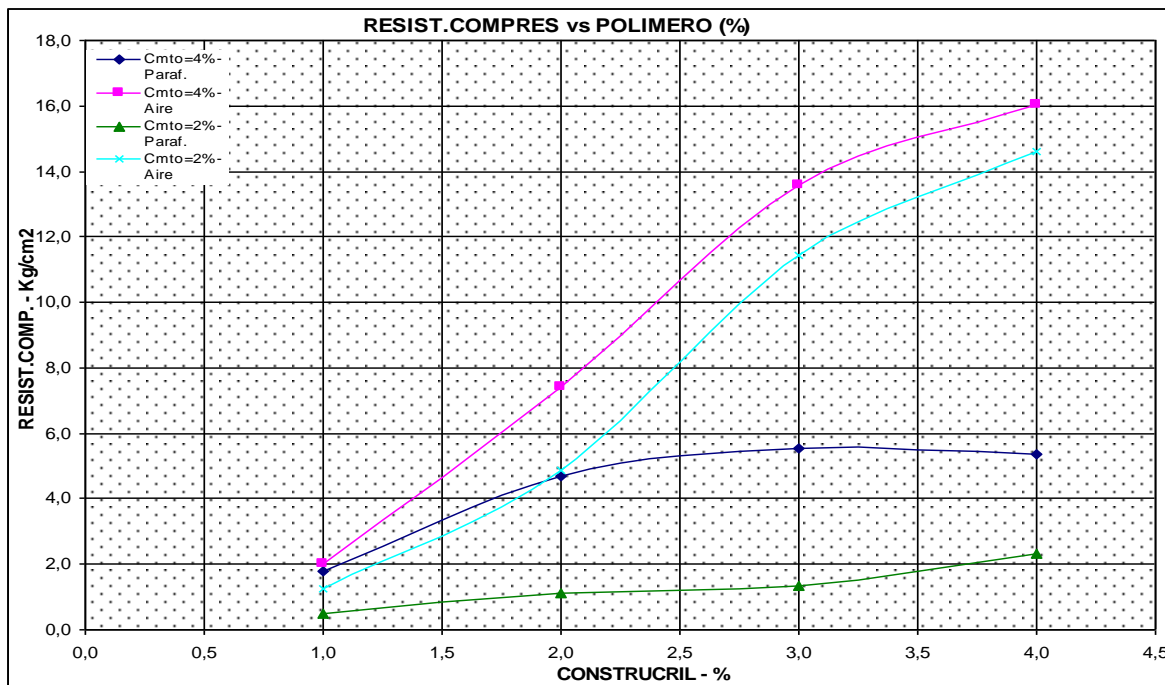
Figura 17. Variación de la resistencia a compresión entre 7 y 28 días – 4% cemento, Texilán variable – curado al aire – cubos estandarizados



Cuadro 20. Variación de la resistencia a compresión según el tipo de curado – Construcril variable - edad= 28 días

CEMENTO %	CONSTR. %	HUMED. ADICIONAL- %	R.Comp - Kg/cm2 PROMEDIO	CURADO
4	1	H.O. = 4,0%	1,78	Parafin.
4	2	H.O. = 4,0%	4,69	Parafin.
4	3	H.O. = 4,0%	5,54	Parafin.
4	4	H.O. = 4,0%	5,37	Parafin.
4	1	H.O. = 4,0%	2,02	Aire
4	2	H.O. = 4,0%	7,40	Aire
4	3	H.O. = 4,0%	13,57	Aire
4	4	H.O. = 4,0%	16,02	Aire
2	1	H.O. = 4,0%	0,50	Parafin.
2	2	H.O. = 4,0%	1,12	Parafin.
2	3	H.O. = 4,0%	1,35	Parafin.
2	4	H.O. = 4,0%	2,33	Parafin.
2	1	H.O. = 4,0%	1,25	Aire
2	2	H.O. = 4,0%	4,88	Aire
2	3	H.O. = 4,0%	11,44	Aire
2	4	H.O. = 4,0%	14,60	Aire

Figura 18. Variación de la resistencia a compresión según el tipo de curado – Construcril Cubos estandarizados



4 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DE ARENAS FINAS MEDIANTE POLÍMEROS ACRÍLICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes mezclas efectuadas en la investigación, se pueden presentar las siguientes consideraciones:

- Se observa que el solo hecho de mezclar un poco de polímero o cemento y polímero a la arena, incrementa su consistencia y resistencia a la compresión inconfiada (ver figuras 4 y 5), puesto que como es sabido, debido a las características físicas de la arena, su resistencia a la compresión inconfiada sin estabilizar es prácticamente nula.
- Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión realizados a los cubos de 5.0 cm * 5.0 cm, y a las briquetas tipo Harvard Miniatura permiten inferir que la resistencia de las mezclas aumenta en forma proporcional al contenido de polímero usado en la dosificación, tanto en las mezclas arena-polímero, como en las mezclas arena-cemento-polímero.
- Algunas pruebas de resistencia hechas a determinadas mezclas, permiten deducir que existe un intervalo (2%-4%) dentro del cual al variar la humedad adicional a las mezclas de arena-cemento-polímero, varía muy poco la resistencia (figura 9); sin embargo es recomendable trabajar las mezclas con la humedad óptima de compactación del material, o con una humedad tal que permita la adecuada trabajabilidad y la correcta reacción de los materiales.
- En los ensayos de resistencia de los cubos y de las briquetas, se pudo establecer que uno de los dos polímeros (Texilán 553) se comporta mucho mejor que el otro, cuando se dosifica solo con la arena limpia y seca (figura 5). Análogamente, este polímero presenta resultados más deficientes que el Construcril cuando las mezclas además de arena y polímero contienen cemento, esta deficiencia aumenta a medida que se incrementa el contenido de cemento (figura 4).
- Por el contrario, el Construcril 1662 mejora considerablemente la resistencia de las mezclas arena-cemento.
- Debido a su composición, los polímeros adicionan agua a las mezclas. Lo anterior debe considerarse en el momento de estabilizar suelos, sobretodo en aquellas mezclas que presentan un contenido alto de polímeros, de tal manera que no se presente una humedad excesiva que dificulte o vuelva ineficiente la manejabilidad de la muestra, la compactación y la resistencia final.

- Para las dosificaciones analizadas en la investigación, se pudo establecer que la resistencia tanto de las mezclas arena-polímero, como de las mezclas arena-cemento-polímero no presenta gran variación entre los 7 y 28 días; con lo cual se puede deducir y asegurar un mejor comportamiento cuando las obras deben ser puestas al servicio rápidamente. (Ver figuras 14, 15, 16 y 17).
- Los polímeros en la estabilización de arenas, dan mayor ductilidad a las mezclas que la que se obtiene cuando se utiliza solo cemento Pórtland. Esta característica puede tenerse en cuenta para otras aplicaciones diferentes a los pavimentos, en las que se requiera una alta deformación antes de la falla.
- Someter las muestras a curado mediante parafina y cámara húmeda, hace decaer notablemente la resistencia de las mezclas comparada con las que se curan al aire, esto nos permite inducir que debe permitirse el secado y solidificación total del polímero antes de dar al uso las capas que con estas mezclas se conformen. (Lo anterior puede comprobarse en los cuadros y figuras que muestran los resultados de resistencia a compresión para los dos tipos de curado en cada una de las mezclas, al igual que se puede ver en el cuadro 20 y en la figura 18).

5. CONCLUSIONES

El Texilán 553 es un estabilizador adecuado para arenas, cuando se utiliza solo con arenas finas limpias (sin la adición de agua ni cemento), y en proporciones alrededor del 6% en peso seco de la arena. Para este contenido de polímero, la resistencia a la compresión de briquetas Harvard Miniatura a los 7 días es del orden de 10 Kg/cm².

Cuando se usa Construcril debe mezclarse con una pequeña cantidad de cemento para obtener buenos resultados de resistencia y disminuir los costos. Una proporción adecuada y económica puede ser **cemento 2%, Construcril 3%** (porcentajes en peso de la arena seca), compactados con la humedad óptima de compactación de la arena. Para esta dosificación, la resistencia a la compresión de briquetas Harvard Miniatura a los 7 días es del orden de 16 Kg/cm².

Para este tipo de suelos, la resistencia al corte de una mezcla cualquiera es considerablemente superior cuando se usa solo Texilán 553, comparado con otra mezcla que contenga solo cemento Pórtland en la misma proporción. (Ver cuadros 18 y 19 y figuras 12 y 13).

Usar polímeros en la estabilización de arenas, permite obtener mezclas con altas resistencias y mayores deformaciones que las obtenidas cuando se usa solo cemento. Este es un parámetro importante para el comportamiento adecuado de los pavimentos flexibles.

Para las condiciones normales de temperatura y humedad de Popayán, el Construcril 1662 y el Texilán 553 tienen un contenido aproximado de humedad entre el 37% y el 40% referido al peso total.

A pesar de que los tiempos de polimerización del Texilán 553 y el Construcril 1662 se encuentran entre 24 y 48 horas, debe tenerse en cuenta que cuando estos polímeros se mezclan con agregados finos (arenas), estos tiempos pueden incrementarse hasta 7 días, debido a que el contacto con “el aire, el cual es el encargado de evaporar el agua y provocar la polimerización” *, ya no es tan directo disminuyendo así la eficiencia del proceso.

Debe tenerse en cuenta que el comportamiento del producto final es mejor cuando se mezcla la arena y el cemento en seco, posteriormente se adiciona el polímero y por último el agua.

*ENTREVISTA con Cesar Cabezas, Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil de La Universidad del Cauca. Popayán, Julio de 2004.

A pesar de que el costo inicial de los polímeros es superior comparado con el del cemento (aproximadamente tres veces mayor), debe tenerse en cuenta que el hecho de requerir menos proporciones para la dosificación equipara esta diferencia; al igual que el hecho de suministrar mas ductilidad a las mezclas genera ventajas para los pavimentos flexibles.

Variar la humedad adicional de las mezclas arena – cemento – polímero en un intervalo entre 2% y 4% no afecta mucho los resultados de la resistencia a la compresión, sin embargo por manejabilidad, es recomendable adicionar agua en una cantidad tal que se obtenga la humedad óptima de compactación de la arena (sin tener en cuenta el agua suministrada por el polímero).

6. RECOMENDACIONES

Se debe continuar investigando acerca de la estabilización de arenas finas con polímeros, bien sea mediante otros polímeros sintéticos, o utilizando algunos polímeros naturales que puedan disminuir más los costos de la estabilización.

A pesar de los buenos resultados obtenidos y recomendados para la estabilización, deben hacerse pruebas de laboratorio previas, antes de aplicar este método a otras arenas, puesto que al cambiar las características físicas y químicas del material los resultados no serán los mismos.

Es recomendable en futuras investigaciones, determinar la humedad óptima de compactación de cada una de las mezclas y compararla con la humedad óptima de compactación del suelo natural, y a través de ensayos de resistencia analizar si este parámetro afecta el resultado final de las mezclas.

Aunque las briquetas elaboradas con las mezclas arena – polímero y arena – cemento – polímero se observan cerradas y aparentemente poco permeables, sería importante en futuras investigaciones analizar la durabilidad y estabilidad de las propiedades cuando las mezclas son expuestas a humedad; a partir de un ensayo similar al de Inmersión-Compresión utilizado para la caracterización de mezclas asfálticas en frío.

Cuando se use el método de estabilización de arenas con algún polímero, antes de dar al servicio las capas, debe determinarse el tiempo para el cual este al encontrarse mezclado con los otros materiales polimeriza, puesto que antes de este tiempo no se lograrán las resistencias esperadas. Si los polímeros usados son Construcril 1662 o Texilán 553, este tiempo es de aproximadamente 7 días.

Si se utiliza cemento y polímero para estabilizar arenas finas, se recomienda compactar las capas por amasado, de esta manera se obtendrán mejores resultados de resistencia al final del proceso.

Deben hacerse pruebas de densidad al material puesto en obra y comparar este parámetro con la densidad obtenida en el laboratorio, de tal manera que se pueda garantizar la obtención de la resistencia esperada en el sitio.

BIBLIOGRAFÍA

AMAYA, Carlos; RODRÍGUEZ, Guillermo; VALDEZ, José. Estabilización de suelos con cal y ceniza. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1978.

Ficha técnica Construcril 1662, Andercol S.A., Medellín, 1999.

Ficha técnica Texilán 553, Andercol S.A., Medellín, 1998.

HIGUERA, Carlos Hernando. Estabilización de suelos, Notas de Clase Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil; Instituto de Posgrados en Ingeniería Civil, Popayán Colombia, 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Normas de ensayo de materiales para carreteras. Estabilizantes y geotextiles. Bogotá, 1996.

NORMA ICONTEC 220

PECK RALPH, B. Y HANSON WALTER, E. Ingeniería de cimentaciones. 2ed. México. Limuja. 1982.

POLANCO, Margarita Mecánica de Suelos.

Revista de plásticos modernos : Ciencia y tecnología de los materiales plásticos. No. 340. 1984.

Revista de plásticos modernos : Ciencia y tecnología de los materiales plásticos. No. 343. 1985.

RIVERA LOPEZ, Gerardo A. Concreto simple, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca, Popayán, 1992.

SANCHEZ SABOGAL, F. Manual de ensayos de laboratorio de suelos y pavimentos. 1985.

WWW. E.ASFALTO.COM.AR

VALENZUELA RAMIREZ, Tania Sofía y OROBIO QUIÑONES, Juan Carlos. Análisis de la utilización de productos no convencionales en la estabilización de suelos finos con cementantes hidráulicos. Trabajo de grado. Universidad del Cauca. Popayán 2004.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Estabilización. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

² AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Razones y propósitos. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

³ AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Propiedades de los suelos. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

⁴ AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Estabilización. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

⁵ AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Métodos de estabilización. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

⁶ ANONIMO. Estabilización con Poliacrilato de Calcio y otros polímeros. pp. 1

⁷ AMAYA, Carlos; RODRIGUEZ, Guillermo y VALDEZ José. Estabilización de suelos con cal y ceniza : Métodos de estabilización. Bogotá, 1978. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil.

⁸ VALENZUELA RAMIREZ, Tania Sofía y OROBIO QUIÑONES, Juan Carlos. Análisis de la utilización de productos no convencionales en la estabilización de suelos finos con cementantes hidráulicos : Materiales. Popayán, 2004., 198 p. Trabajo de grado (Magíster en Ingeniería de Vías Terrestres). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto de Posgrado.

⁹ VALENZUELA RAMIREZ, Tania Sofía y OROBIO QUIÑONES, Juan Carlos. Análisis de la utilización de productos no convencionales en la estabilización de suelos finos con cementantes hidráulicos : Materiales. Popayán, 2004, 198 p. Trabajo de grado (Magíster en Ingeniería de Vías Terrestres). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto de Posgrado.

¹⁰ VALENZUELA RAMIREZ, Tania Sofía y OROBIO QUIÑONES, Juan Carlos. Análisis de la utilización de productos no convencionales en la estabilización de suelos finos con cementantes hidráulicos : Materiales. Popayán, 2004, 198 p. Trabajo de grado (Magíster en Ingeniería de Vías Terrestres). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto de Posgrado.

¹¹ ANDERCOL S.A. Literatura técnica Construcril 1662 : Generalidades. Medellín : ANDERCOL,1999. p.1.

¹² ANDERCOL S.A. Literatura técnica Texilán 553 : Generalidades. Medellín : ANDERCOL,1998. p.1.

¹³ ANDERCOL S.A. Literatura técnica Texilán 553 : Aplicaciones sector de la construcción. Medellín : ANDERCOL,1998. p.3.

¹⁴ MATEO, J.L. y SASTRE, R. Polimerización(I). En Revista de plásticos modernos : Ciencia y tecnología de los materiales plásticos. No 340 (nov 1984); p. 520.

¹⁵ ARRANZ, F. Técnicas de polimerización. En Revista de plásticos modernos : Ciencia y tecnología de los materiales plásticos. No 343 (ene 1985); p. 47-56.

¹⁶ IBID, p.49.

¹⁷ RIVERA LOPEZ, Gerardo Antonio. Concreto Simple. Popayán : Universidad del Cauca,1992. p. 19.

¹⁸ IBID,p.27.

¹⁹ IBID,p.20.

²⁰ IBID.p.33-34.

²¹ VALENZUELA RAMIREZ, Tania Sofía y OROBIO QUIÑONES, Juan Carlos. Análisis de la utilización de productos no convencionales en la estabilización de suelos finos con cementantes hidráulicos : Materiales. Popayán, 2004, 198 p. Trabajo de grado (Magíster en Ingeniería de Vías Terrestres). Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto de Posgrado.

ANEXOS

Anexo A. Mezclas con cemento 2% y Construcril variable (cubos estandarizados)

FECHA Junio 1 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Construcril 1% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
223,80	5,10	5,20	26,52	5,20	137,90	1,623	7	Parafinado	12	11,10	0,42	
217,70	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,610	7	Parafinado	13	12,03	0,46	
211,64	5,00	5,00	25,00	5,20	130,00	1,628	7	Aire	34	31,45	1,26	
214,98	5,00	5,20	26,00	5,20	135,20	1,590	7	Aire	36	33,30	1,28	4,25
212,80	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,558	28	Parafinado	14	12,95	0,50	
216,00	5,05	5,15	26,01	5,30	137,84	1,567	28	Parafinado	14	12,95	0,50	
215,12	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,545	28	Aire	35	32,38	1,23	
217,01	5,20	5,10	26,52	5,25	139,23	1,559	28	Aire	36	33,30	1,26	4,26

FECHA Mayo 31 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Construcril 2% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
218,45	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,585	7	Parafinado	17	15,73	0,60	
219,23	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,591	7	Parafinado	19	17,58	0,68	
217,17	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,545	7	Aire	138	127,65	4,81	
219,44	5,00	5,15	25,75	5,30	136,48	1,608	7	Aire	140	129,50	5,03	4,48
217,28	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,606	28	Parafinado	30	27,75	1,07	
221,79	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,593	28	Parafinado	33	30,53	1,16	
214,13	5,15	5,10	26,27	5,30	139,20	1,538	28	Aire	137	126,73	4,82	
222,20	5,30	5,10	27,03	5,35	144,61	1,537	28	Aire	144	133,20	4,93	4,48

FECHA Mayo 1 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Construcril 3% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
218,80	5,10	5,20	26,52	5,25	139,23	1,572	7	Parafinado	33	30,53	1,15	4,68
223,10	5,20	5,20	27,04	5,20	140,61	1,587	7	Parafinado	32	29,60	1,09	
219,98	5,10	5,15	26,27	5,25	137,89	1,595	7	Aire	300	277,50	10,57	
215,51	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,578	7	Aire	302	279,35	10,74	
215,10	5,10	5,20	26,52	5,10	135,25	1,590	28	Parafinado	39	36,08	1,36	
222,70	5,30	5,00	26,50	5,20	137,80	1,616	28	Parafinado	38	35,15	1,33	
219,58	5,10	5,00	25,50	5,30	135,15	1,625	28	Aire	315	291,38	11,43	
223,45	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,636	28	Aire	322	297,85	11,45	

FECHA Mayo 28 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Construcril 4% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
220,47	5,05	5,20	26,26	5,20	136,55	1,615	7	Parafinado	63	58,28	2,22	5,10
213,28	5,05	5,10	25,76	5,15	132,64	1,608	7	Parafinado	60	55,50	2,15	
218,45	5,30	5,10	27,03	5,00	135,15	1,616	7	Aire	409	378,33	14,00	
215,29	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,562	7	Aire	370	342,25	13,16	
220,10	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,612	28	Parafinado	65	60,13	2,31	
219,48	5,15	5,15	26,52	5,20	137,92	1,591	28	Parafinado	67	61,98	2,34	
219,98	5,15	5,20	26,78	5,10	136,58	1,611	28	Aire	417	385,73	14,40	
218,91	5,10	5,15	26,27	5,15	135,26	1,618	28	Aire	420	388,50	14,79	

Anexo B. Mezclas con cemento 2% y Textilán variable (cubos estandarizados)

FECHA Junio 9 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Textilán 2% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
208,70	5,10	5,05	25,76	5,10	131,35	1,589	7	Parafinado	0	0,00	0,00	4,47
207,80	5,00	5,15	25,75	5,10	131,33	1,582	7	Parafinado	0	0,00	0,00	
212,61	5,20	5,15	26,78	5,00	133,90	1,588	7	Aire	9	8,33	0,31	
215,61	5,20	5,10	26,52	5,10	135,25	1,594	7	Aire	8	7,40	0,28	
219,10	5,30	5,15	27,30	5,05	137,84	1,590	28	Parafinado	6	5,55	0,20	
215,12	5,05	5,20	26,26	5,15	135,24	1,591	28	Parafinado	6	5,55	0,21	
203,12	5,10	5,05	25,76	5,00	128,78	1,577	28	Aire	7	6,48	0,25	
208,14	5,20	5,05	26,26	5,00	131,30	1,585	28	Aire	7	6,48	0,25	

FECHA Junio 10 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Textilán 3% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
205,94	5,05	5,10	25,76	5,05	130,06	1,583	7	Parafinado	11	10,18	0,40	4,74
202,19	5,00	5,05	25,25	5,10	128,78	1,570	7	Parafinado	10	9,25	0,37	
211,89	5,20	5,10	26,52	5,10	135,25	1,567	7	Aire	15	13,88	0,52	
209,81	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,582	7	Aire	16	14,80	0,57	
209,82	5,10	5,10	26,01	5,15	133,95	1,566	28	Parafinado	18	16,65	0,64	
211,69	5,05	5,15	26,01	5,20	135,24	1,565	28	Parafinado	17	15,73	0,60	
212,11	5,10	5,20	26,52	5,10	135,25	1,568	28	Aire	17	15,73	0,59	
219,11	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,559	28	Aire	18	16,65	0,63	

FECHA Junio 10 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Texilán 4% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
206,14	5,05	5,10	25,76	5,15	132,64	1,554	7	Parafinado	19	17,58	0,68	5,05
204,21	5,10	5,00	25,50	5,10	130,05	1,570	7	Parafinado	18	16,65	0,65	
215,37	5,20	5,20	27,04	5,10	137,90	1,562	7	Aire	54	49,95	1,85	
211,76	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,596	7	Aire	58	53,65	2,06	
204,80	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,544	28	Parafinado	19	17,58	0,68	
203,60	5,10	5,10	26,01	5,15	133,95	1,520	28	Parafinado	21	19,43	0,75	
203,69	5,20	5,10	26,52	5,10	135,25	1,506	28	Aire	52	48,10	1,81	
210,69	5,05	5,20	26,26	5,15	135,24	1,558	28	Aire	47	43,48	1,66	

FECHA Junio 11 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 2% - Texilán 5% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
199,20	5,05	5,10	25,76	5,05	130,06	1,532	7	Parafinado	27	24,98	0,97	5,22
208,10	5,10	5,15	26,27	5,10	133,95	1,554	7	Parafinado	25	23,13	0,88	
215,14	5,10	5,15	26,27	5,15	135,26	1,591	7	Aire	293	271,03	10,32	
220,64	5,20	5,15	26,78	5,20	139,26	1,584	7	Aire	281	259,93	9,71	
201,20	5,05	5,10	25,76	5,15	132,64	1,517	28	Parafinado	18	16,65	0,65	
200,00	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,508	28	Parafinado	19	17,58	0,68	
208,63	5,15	5,20	26,78	5,10	136,58	1,528	28	Aire	263	243,28	9,08	
206,53	5,10	5,15	26,27	5,20	136,58	1,512	28	Aire	270	249,75	9,51	

Anexo C. Mezclas con cemento 4% y Construcril variable (cubos estandarizados)

FECHA Marzo 25 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Construcril 1% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001 "	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
219,46	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,592	7	Parafinado	46	42,55	1,64	4,24
220,53	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,569	7	Parafinado	52	48,10	1,81	
228,61	5,20	5,30	27,56	5,20	143,31	1,595	7	Aire	56	51,80	1,88	
219,81	5,10	5,20	26,52	5,20	137,90	1,594	7	Aire	63	58,28	2,20	
220,14	5,20	5,20	27,04	5,05	136,55	1,612	28	Parafinado	53	49,03	1,81	
217,02	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,636	28	Parafinado	49	45,33	1,74	
213,82	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,612	28	Aire	53	49,03	1,88	
225,14	5,20	5,20	27,04	5,20	140,61	1,601	28	Aire	63	58,28	2,16	

FECHA Marzo 27 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Construcril 2% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001 "	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
210,96	5,10	5,10	26,01	5,00	130,05	1,622	7	Parafinado	120	111,00	4,27	4,52
215,05	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,621	7	Parafinado	123	113,78	4,37	
218,48	4,94	5,20	25,69	5,30	136,15	1,605	7	Aire	178	164,65	6,41	
219,79	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,625	7	Aire	193	178,53	6,86	
222,20	5,20	5,10	26,52	5,20	137,90	1,611	28	Parafinado	137	126,73	4,78	
226,82	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,614	28	Parafinado	132	122,10	4,60	
219,36	5,00	5,15	25,75	5,30	136,48	1,607	28	Aire	213	197,03	7,65	
225,11	5,15	5,25	27,04	5,25	141,95	1,586	28	Aire	209	193,33	7,15	

FECHA Abril 24 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Construcril 3% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
220,89	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,602	7	Parafinado	148	136,90	5,26	
219,20	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,575	7	Parafinado	128	118,40	4,51	
219,27	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,560	7	Aire	288	266,40	10,05	
220,91	5,20	5,00	26,00	5,25	136,50	1,618	7	Aire	306	283,05	10,89	4,73
210,44	5,00	5,10	25,50	5,15	131,33	1,602	28	Parafinado	153	141,53	5,55	
230,14	5,25	5,25	27,56	5,30	146,08	1,575	28	Parafinado	165	152,63	5,54	
215,22	5,10	5,00	25,50	5,30	135,15	1,592	28	Aire	380	351,50	13,78	
210,01	5,10	5,00	25,50	5,10	130,05	1,615	28	Aire	368	340,40	13,35	4,76

FECHA Abril 27 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Construcril 4% y Humedad Óptima(4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
219,62	5,10	5,20	26,52	5,20	137,90	1,593	7	Parafinado	120	111,00	4,19	
225,11	5,25	5,10	26,78	5,25	140,57	1,601	7	Parafinado	130	120,25	4,49	
215,64	5,05	5,15	26,01	5,20	135,24	1,595	7	Aire	420	388,50	14,94	
216,95	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,605	7	Aire	400	370,00	14,51	4,96
217,61	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,609	28	Parafinado	154	142,45	5,48	
218,41	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,615	28	Parafinado	148	136,90	5,26	
219,13	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,590	28	Aire	451	417,18	16,04	
213,70	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,580	28	Aire	450	416,25	16,00	4,92

Anexo D. Mezclas con cemento 4% y Texilán variable (cubos estandarizados)

FECHA Junio 9 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Texilán 2% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
206,42	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,556	7	Parafinado	7	6,48	0,25	4,59
204,16	5,00	5,15	25,75	5,10	131,33	1,555	7	Parafinado	8	7,40	0,29	
209,89	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,523	7	Aire	12	11,10	0,43	
211,64	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,506	7	Aire	11	10,18	0,38	
207,87	5,00	5,20	26,00	5,15	133,90	1,552	28	Parafinado	14	12,95	0,50	
213,52	5,15	5,10	26,27	5,20	136,58	1,563	28	Parafinado	12	11,10	0,42	
208,91	5,05	5,20	26,26	5,25	137,87	1,515	28	Aire	13	12,03	0,46	
207,98	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,509	28	Aire	16	14,80	0,57	

FECHA Junio 10 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Texilán 3% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
208,10	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,510	7	Parafinado	5	4,63	0,18	4,87
206,55	5,10	5,10	26,01	5,15	133,95	1,542	7	Parafinado	4	3,70	0,14	
210,55	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,557	7	Aire	10	9,25	0,36	
209,87	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,522	7	Aire	13	12,03	0,46	
210,49	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,556	28	Parafinado	8	7,40	0,28	
204,57	5,00	5,10	25,50	5,00	127,50	1,604	28	Parafinado	8	7,40	0,29	
209,09	5,20	5,00	26,00	5,25	136,50	1,532	28	Aire	12	11,10	0,43	
214,85	5,15	5,10	26,27	5,25	137,89	1,558	28	Aire	12	11,10	0,42	

FECHA Junio 10 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Texilán 4% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
207,10	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,503	7	Parafinado	10	9,25	0,36	5,13
216,21	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,538	7	Parafinado	9	8,33	0,31	
213,80	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,521	7	Aire	26	24,05	0,91	
207,92	5,10	5,00	25,50	5,20	132,60	1,568	7	Aire	31	28,68	1,12	
209,95	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,524	28	Parafinado	18	16,65	0,64	
209,43	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,519	28	Parafinado	22	20,35	0,78	
215,48	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,548	28	Aire	31	28,68	1,09	
211,20	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,532	28	Aire	29	26,83	1,03	

FECHA Junio 11 de 2004
REFERENCIA Cubos con Cemento 4% - Texilán 5% y Humedad Óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD Días	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
221,13	5,10	5,20	26,52	5,35	141,88	1,559	7	Parafinado	90	83,25	3,14	5,36
215,46	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,563	7	Parafinado	93	86,03	3,31	
214,42	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,526	7	Aire	188	173,90	6,56	
207,78	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,537	7	Aire	178	164,65	6,46	
210,35	5,15	5,00	25,75	5,30	136,48	1,541	28	Parafinado	112	103,60	4,02	
218,54	5,05	5,20	26,26	5,35	140,49	1,556	28	Parafinado	125	115,63	4,40	
213,82	5,20	5,10	26,52	5,35	141,88	1,507	28	Aire	178	164,65	6,21	
213,05	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,545	28	Aire	165	152,63	5,87	

Anexo E. Mezclas con polímero variable - 0% humedad adicional y 0% cemento (cubos estandarizados)

FECHA Mayo 14 de 2004

REFERENCIA Cubos con Texilán 4% - cemento 0% - humedad 0% y cubos con Construcril 4% - cemento 0% - humedad 0%

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENS. gm/cm ³	EDAD Días	POLIM.	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
203,45	5,10	5,15	26,27	5,10	133,95	1,519	7	TEXIL.	Parafinado	35	32,38	1,23	1,58
202,19	5,10	5,10	26,01	5,05	131,35	1,539	7	TEXIL.	Parafinado	31	28,68	1,10	
202,91	5,10	5,00	25,50	5,00	127,50	1,591	7	TEXIL.	Aire	140	129,50	5,08	
200,63	5,10	5,00	25,50	5,20	132,60	1,513	7	TEXIL.	Aire	128	118,40	4,64	
202,95	5,10	5,10	26,01	5,10	132,65	1,530	7	CONST.	Parafinado	14	12,95	0,50	
203,12	5,15	5,05	26,01	5,15	133,94	1,517	7	CONST.	Parafinado	12	11,10	0,43	
203,37	5,00	5,10	25,50	5,00	127,50	1,595	7	CONST.	Aire	48	44,40	1,74	
200,98	5,05	5,15	26,01	5,10	132,64	1,515	7	CONST.	Aire	51	47,18	1,81	

FECHA Mayo 15 de 2004

REFERENCIA Cubos con Texilán 6% - cemento 0% - humedad 0% y cubos con Construcril 6% - cemento 0% - humedad 0%

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENS. gm/cm ³	EDAD Días	POLIM.	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
205,05	5,20	4,90	25,48	5,25	133,77	1,533	7	TEXIL.	Parafinado	60	55,50	2,18	2,23
204,98	5,10	5,05	25,76	5,20	133,93	1,531	7	TEXIL.	Parafinado	62	57,35	2,23	
211,49	5,00	5,20	26,00	5,30	137,80	1,535	7	TEXIL.	Aire	343	317,28	12,20	
213,87	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,566	7	TEXIL.	Aire	400	370,00	14,23	
214,00	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,552	7	CONST.	Parafinado	21	19,43	0,75	
213,14	5,15	5,00	25,75	5,30	136,48	1,562	7	CONST.	Parafinado	23	21,28	0,83	
214,98	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,560	7	CONST.	Aire	170	157,25	6,05	
209,88	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,537	7	CONST.	Aire	178	164,65	6,33	

FECHA Mayo 18 de 2004

REFERENCIA Cubos con Texilán 8% - cemento 0% - humedad 0% y cubos con Construcril 8% - cemento 0% - humedad 0%

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENS. gm/cm3	EDAD Días	POLIM.	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
210,75	5,00	5,10	25,50	5,20	132,60	1,589	7	TEXIL.	Parafinado	107	98,98	3,88	3,22
220,33	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,598	7	TEXIL.	Parafinado	108	99,90	3,84	
212,20	5,10	5,00	25,50	5,25	133,88	1,585	7	TEXIL.	Aire	757	700,23	27,46	
212,70	5,00	5,10	25,50	5,20	132,60	1,604	7	TEXIL.	Aire	764	706,70	27,71	
216,54	5,00	5,10	25,50	5,20	132,60	1,633	7	CONST.	Parafinado	62	57,35	2,25	
215,95	5,00	5,10	25,50	5,10	130,05	1,661	7	CONST.	Parafinado	66	61,05	2,39	
214,10	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,553	7	CONST.	Aire	410	379,25	14,58	
210,20	5,00	5,00	25,00	5,25	131,25	1,602	7	CONST.	Aire	420	388,50	15,54	

FECHA Junio 11 de 2004

REFERENCIA Cubos con Texilán 10% - cemento 0% - humedad 0% y cubos con Construcril 10% - cemento 0% - humedad 0%

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENS. gm/cm3	EDAD Días	POLIM.	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
219,77	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,564	7	TEXIL.	Parafinado	146	135,05	5,09	4,05
218,11	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,567	7	TEXIL.	Parafinado	154	142,45	5,42	
211,17	5,10	4,90	24,99	5,30	132,45	1,594	7	TEXIL.	Aire	860	795,50	31,83	
216,34	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,601	7	TEXIL.	Aire	880	814,00	31,92	
217,17	5,15	5,10	26,27	5,30	139,20	1,560	7	CONST.	Parafinado	88	81,40	3,10	
216,50	4,90	5,10	24,99	5,30	132,45	1,635	7	CONST.	Parafinado	85	78,63	3,15	
220,67	5,10	5,25	26,78	5,30	141,91	1,555	7	CONST.	Aire	712	658,60	24,60	
220,57	5,15	5,05	26,01	5,30	137,84	1,600	7	CONST.	Aire	702	649,35	24,97	

Anexo F. Mezclas con cemento variable y humedad óptima (cubos estandarizados)

FECHA Junio 16 de 2004

REFERENCIA Mezclas de prueba con cemento 4% - 8% - 10% y 12%
0% polímero - humedad óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD DÍAS	CEMTO %	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
215,24	5,05	5,15	26,01	5,20	135,24	1,592	28	4	Inmersión	20	18,50	0,71	3,17
216,38	5,10	5,00	25,50	5,20	132,60	1,632	28	4	Inmersión	23	21,28	0,83	
210,92	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,530	28	4	Aire	16	14,80	0,57	
213,63	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,550	28	4	Aire	20	18,50	0,71	
212,13	5,20	5,15	26,78	5,30	141,93	1,495	28	8	Inmersión	53	49,03	1,83	3,51
220,78	5,20	5,10	26,52	5,30	140,56	1,571	28	8	Inmersión	58	53,65	2,02	
216,69	5,20	5,10	26,52	5,20	137,90	1,571	28	8	Aire	26	24,05	0,91	
211,97	5,15	5,00	25,75	5,30	136,48	1,553	28	8	Aire	38	35,15	1,37	
214,49	5,20	5,15	26,78	5,30	141,93	1,511	28	10	Inmersión	47	43,48	1,62	3,56
213,50	5,20	5,00	26,00	5,25	136,50	1,564	28	10	Inmersión	47	43,48	1,67	
219,06	5,15	5,10	26,27	5,30	139,20	1,574	28	10	Aire	18	16,65	0,63	
210,37	5,10	5,00	25,50	5,20	132,60	1,587	28	10	Aire	18	16,65	0,65	
216,44	5,30	5,10	27,03	5,30	143,26	1,511	28	12	Inmersión	38	35,15	1,30	3,24
217,40	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,562	28	12	Inmersión	36	33,30	1,27	
214,45	5,20	5,10	26,52	5,20	137,90	1,555	28	12	Aire	19	17,58	0,66	
212,17	5,15	5,10	26,27	5,20	136,58	1,553	28	12	Aire	14	12,95	0,49	

Anexo G. Mezclas con cemento variable y humedad adicional igual al 50% y al 100% del peso seco del cemento

PESO gms	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD DÍAS	CEMTO %	HUMED. ADICIO. %	CURADO	CARGA Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
215,24	-	-	-	-	-	-	-	4	2	Aire	-	-	1,59
216,38	-	-	-	-	-	-	-	4	2	Aire	-	-	
210,92	-	-	-	-	-	-	-	4	2	Inmersión	-	-	
213,63	-	-	-	-	-	-	-	4	2	Inmersión	-	-	
216,75	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,587	7	4	4	Aire	13,10	0,50	
214,86	5,10	5,15	26,27	5,20	136,58	1,573	7	4	4	Aire	11,35	0,43	
213,85	5,15	5,05	26,01	5,20	135,24	1,581	7	4	4	Inmersión	16,88	0,65	
215,01	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,591	7	4	4	Inmersión	15,28	0,60	
206,40	5,05	5,10	25,76	5,15	132,64	1,556	7	6	3	Aire	1,46	0,06	2,46
204,18	5,10	5,00	25,50	5,10	130,05	1,570	7	6	3	Aire	2,04	0,08	
205,16	5,15	5,10	26,27	5,10	133,95	1,532	7	6	3	Inmersión	4,80	0,18	
208,19	5,10	5,10	26,01	5,20	135,25	1,539	7	6	3	Inmersión	5,09	0,20	
212,74	5,05	5,20	26,26	5,25	137,87	1,543	7	6	6	Aire	20,95	0,80	
208,63	5,20	5,00	26,00	5,25	136,50	1,528	7	6	6	Aire	18,19	0,70	
209,41	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,519	7	6	6	Inmersión	38,99	1,50	
215,20	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,531	7	6	6	Inmersión	41,90	1,58	
212,80	5,10	5,05	25,76	5,25	135,21	1,574	7	8	4	Aire	10,19	0,40	3,62
208,81	5,10	5,00	25,50	5,20	132,60	1,575	7	8	4	Aire	13,10	0,51	
212,18	5,10	5,05	25,76	5,25	135,21	1,569	7	8	4	Inmersión	25,90	1,01	
204,14	5,00	5,10	25,50	5,10	130,05	1,570	7	8	4	Inmersión	25,03	0,98	
214,46	5,10	5,10	26,01	5,25	136,55	1,571	7	8	8	Aire	74,00	2,85	
212,84	5,00	5,20	26,00	5,20	135,20	1,574	7	8	8	Aire	70,30	2,70	
216,94	5,20	5,00	26,00	5,30	137,80	1,574	7	8	8	Inmersión	100,83	3,88	
223,81	5,25	5,10	26,78	5,30	141,91	1,577	7	8	8	Inmersión	96,20	3,59	
202,29	5,00	5,10	25,50	5,20	132,60	1,526	7	10	5	Aire	29,68	1,16	4,02
207,97	5,20	5,10	26,52	5,00	132,60	1,568	7	10	5	Aire	29,68	1,12	
202,04	5,05	5,10	25,76	5,10	131,35	1,538	7	10	5	Inmersión	40,74	1,58	
207,27	5,05	5,10	25,76	5,10	131,35	1,578	7	10	5	Inmersión	42,34	1,64	
222,93	5,10	5,15	26,27	5,30	139,20	1,601	7	10	10	Aire	133,20	5,07	
219,84	5,05	5,20	26,26	5,30	139,18	1,580	7	10	10	Aire	130,43	4,97	
221,91	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,610	7	10	10	Inmersión	171,13	6,58	
226,19	5,20	5,20	27,04	5,30	143,31	1,578	7	10	10	Inmersión	168,35	6,23	

Anexo H. Mezclas con cemento 2% y 4% con Construcril 4% y humedad variable (cubos estandarizados)

FECHA Mayo 7 de 2004
REFERENCIA Cubos con cemento 2% - Construcril 4% y 0% humedad
 Cubos con cemento 4% - Construcril 4% y 0% humedad

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD DÍAS	CEMTO %	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
200,14	5,10	5,05	25,76	5,05	130,06	1,539	7	2	Parafinado	10	9,25	0,36	1,31
203,12	5,10	5,05	25,76	5,10	131,35	1,546	7	2	Parafinado	12	11,10	0,43	
208,38	5,25	5,10	26,78	5,10	136,55	1,526	7	2	Aire	20	18,50	0,69	
206,20	5,20	5,20	27,04	5,10	137,90	1,495	7	2	Aire	22	20,35	0,75	
198,04	5,05	5,00	25,25	5,10	128,78	1,538	7	4	Parafinado	46	6,69	0,27	1,26
199,46	5,05	5,00	25,25	5,05	127,51	1,564	7	4	Parafinado	45	6,55	0,26	
201,24	5,10	5,05	25,76	5,10	131,35	1,532	7	4	Aire	46	6,69	0,26	
199,74	5,05	5,00	25,25	5,10	128,78	1,551	7	4	Aire	46	6,69	0,27	

FECHA Mayo 13 de 2004
REFERENCIA Cubos con cemento 2% - Construcril 4% y 2% humedad
 Cubos con cemento 4% - Construcril 4% y 2% humedad

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm ²	ALTURA cm	VOLUMEN cm ³	DENSIDAD gm/cm ³	EDAD DÍAS	CEMTO %	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001"	CARGA Kg Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm ²	HUMEDAD DE HORNO %
218,57	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,617	7	2	Parafinado	50	46,25	1,81	3,29
223,52	5,10	5,10	26,01	5,35	139,15	1,606	7	2	Parafinado	59	54,58	2,10	
217,46	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,577	7	2	Aire	280	259,00	9,96	
218,34	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,584	7	2	Aire	281	259,93	9,99	
229,65	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,699	7	4	Parafinado	114	105,45	4,14	3,20
225,66	5,00	5,20	26,00	5,30	137,80	1,638	7	4	Parafinado	125	115,63	4,45	
221,97	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,642	7	4	Aire	408	377,40	14,80	
218,06	5,10	5,00	25,50	5,30	135,15	1,613	7	4	Aire	446	412,55	16,18	

FECHA Mayo 18 de 2004
REFERENCIA Cubos con cemento 2% - Construcril 4% y 3% humedad
 Cubos con cemento 4% - Construcril 4% y 3% humedad

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD DÍAS	CEMTO %	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001 "	CARGA Kg Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
225,36	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,667	7	2	Parafinado	53	49,03	1,92	4,23
225,26	5,15	5,25	27,04	5,30	143,30	1,572	7	2	Parafinado	55	50,88	1,88	
226,32	5,00	5,10	25,50	5,30	135,15	1,675	7	2	Aire	375	346,88	13,60	
224,06	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,594	7	2	Aire	370	342,25	12,91	4,15
222,62	5,10	5,00	25,50	5,30	135,15	1,647	7	4	Parafinado	97	89,73	3,52	
232,40	5,10	5,20	26,52	5,30	140,56	1,653	7	4	Parafinado	104	96,20	3,63	
228,74	5,15	5,05	26,01	5,25	136,54	1,675	7	4	Aire	444	410,70	15,79	4,15
221,51	5,10	5,20	26,52	5,25	139,23	1,591	7	4	Aire	464	429,20	16,18	

FECHA Mayo 20 de 2004
REFERENCIA Cubos con cemento 2% - Construcril 4% y humedad óptima (4%)
 Cubos con cemento 4% - Construcril 4% y humedad óptima (4%)

DATOS GENERALES

PESO gm	LADO 1 cm	LADO 2 cm	ÁREA cm2	ALTURA cm	VOLUMEN cm3	DENSIDAD gm/cm3	EDAD DÍAS	CEMTO %	CURADO	LECTURA DE CARGA 0,0001 "	CARGA Kg Kg	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm2	HUMEDAD DE HORNO %
220,47	5,05	5,20	26,26	5,20	136,55	1,615	7	2	Parafinado	63	58,28	2,22	5,24
213,28	5,05	5,10	25,76	5,15	132,64	1,608	7	2	Parafinado	60	55,50	2,15	
218,45	5,30	5,10	27,03	5,00	135,15	1,616	7	2	Aire	409	378,33	14,00	
215,29	5,10	5,10	26,01	5,30	137,85	1,562	7	2	Aire	370	342,25	13,16	5,09
223,33	5,00	5,20	26,00	5,30	137,80	1,621	7	4	Parafinado	78	72,15	2,78	
211,86	5,10	5,00	25,50	5,30	135,15	1,568	7	4	Parafinado	68	62,90	2,47	
226,80	5,05	5,30	26,77	5,25	140,52	1,614	7	4	Aire	485	448,63	16,76	5,09
218,73	5,15	5,15	26,52	5,30	140,57	1,556	7	4	Aire	410	379,25	14,30	

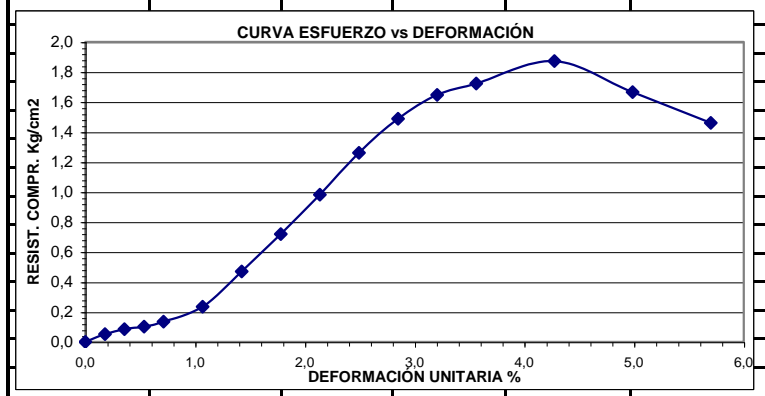
Anexo J. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada – mezclas arena-polímero

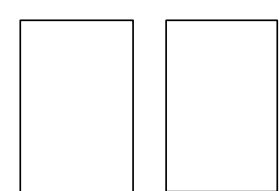
*Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros*

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
Curado: *Aire*
Fecha: *Agosto 10 de 2004*

Días de curado: *7*
Muestra No.: *1*
% Cemento: *0,0%*
% Polímero - (Textilán): *4,0%*
% Humedad adicional: *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	0,44	0,18	8,57	0,05
10	5	0,73	0,36	8,58	0,08
15	6	0,87	0,53	8,60	0,10
20	8	1,16	0,71	8,61	0,14
30	14	2,04	1,07	8,65	0,24
40	28	4,07	1,42	8,68	0,47
50	43	6,26	1,78	8,71	0,72
60	59	8,58	2,14	8,74	0,98
70	76	11,06	2,49	8,77	1,26
80	90	13,10	2,85	8,80	1,49
90	100	14,55	3,21	8,84	1,65
100	105	15,28	3,56	8,87	1,72
120	115	16,73	4,27	8,93	1,87
140	103	14,99	4,99	9,00	1,66
160	91	13,24	5,70	9,07	1,46



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>98,09</i>	gr.
Peso seco:	<i>96,46</i>	gr.
Humedad:	1,69	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,608	
Peso unitario seco	1,582	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴	pulg.
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
<i>1,87</i>	Kg/cm ²	

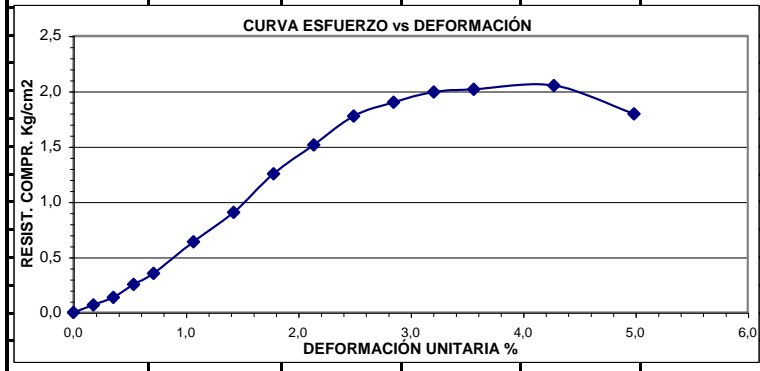
Observaciones:

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 10 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *4,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	0,58	0,18	8,57	0,07
10	8	1,16	0,36	8,58	0,14
15	15	2,18	0,53	8,60	0,25
20	21	3,06	0,71	8,61	0,35
30	38	5,53	1,07	8,65	0,64
40	54	7,86	1,42	8,68	0,91
50	75	10,91	1,78	8,71	1,25
60	91	13,24	2,14	8,74	1,51
70	107	15,57	2,49	8,77	1,77
80	115	16,73	2,85	8,80	1,90
90	121	17,61	3,21	8,84	1,99
100	123	17,90	3,56	8,87	2,02
120	126	18,33	4,27	8,93	2,05
140	111	16,15	4,99	9,00	1,79



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>99,04</i>	gr.
Peso seco:	<i>97,39</i>	gr.
Humedad:	1,69	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,624	
Peso unitario seco	1,597	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>2,05</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

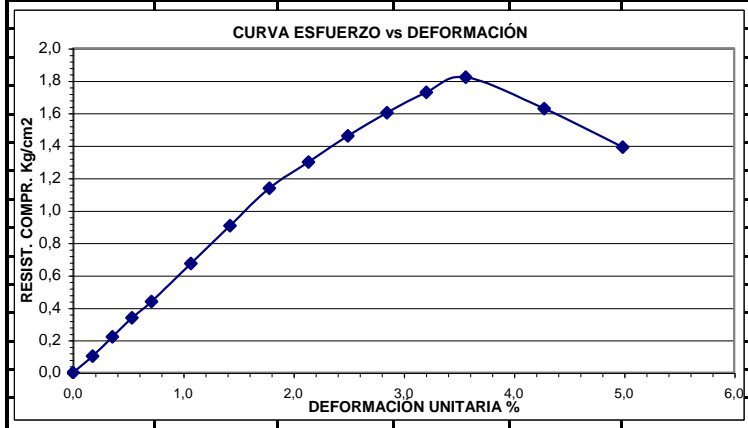
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 10 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *3*
 % Cemento: *0,0%*
 % Polímero - (Textilán): *4,0%*
 % Humedad adicional: *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	6	0,87	0,18	8,57	0,10
10	13	1,89	0,36	8,58	0,22
15	20	2,91	0,53	8,60	0,34
20	26	3,78	0,71	8,61	0,44
30	40	5,82	1,07	8,65	0,67
40	54	7,86	1,42	8,68	0,91
50	68	9,89	1,78	8,71	1,14
60	78	11,35	2,14	8,74	1,30
70	88	12,80	2,49	8,77	1,46
80	97	14,11	2,85	8,80	1,60
90	105	15,28	3,21	8,84	1,73
100	111	16,15	3,56	8,87	1,82
120	100	14,55	4,27	8,93	1,63
140	86	12,51	4,99	9,00	1,39



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	98,40	gr.
Peso seco:	96,76	gr.
Humedad:	1,69	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,614	
Peso unitario seco	1,587	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
1,82	Kg/cm ²	

Observaciones:

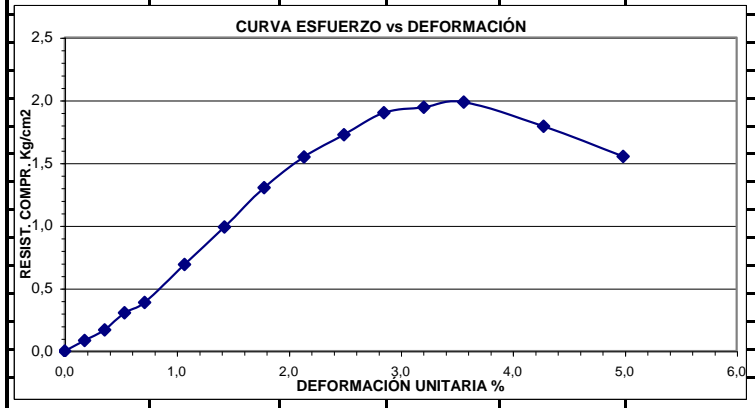
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 10 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Texilan) *4,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	0,73	0,18	8,57	0,08
10	10	1,46	0,36	8,58	0,17
15	18	2,62	0,53	8,60	0,30
20	23	3,35	0,71	8,61	0,39
30	41	5,97	1,07	8,65	0,69
40	59	8,58	1,42	8,68	0,99
50	78	11,35	1,78	8,71	1,30
60	93	13,53	2,14	8,74	1,55
70	104	15,13	2,49	8,77	1,73
80	115	16,73	2,85	8,80	1,90
90	118	17,17	3,21	8,84	1,94
100	121	17,61	3,56	8,87	1,99
120	110	16,01	4,27	8,93	1,79
140	96	13,97	4,99	9,00	1,55



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	<i>2,81</i>	pulg.
Area:	<i>8,55</i>	cm ²
Volumen:	<i>60,98</i>	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>99,92</i>	gr.
Peso seco:	<i>98,26</i>	gr.
Humedad:	<i>1,69</i>	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	<i>1,638</i>	
Peso unitario seco	<i>1,611</i>	
Constante del Anillo de Carga		
<i>0,1455</i>	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>1,99</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

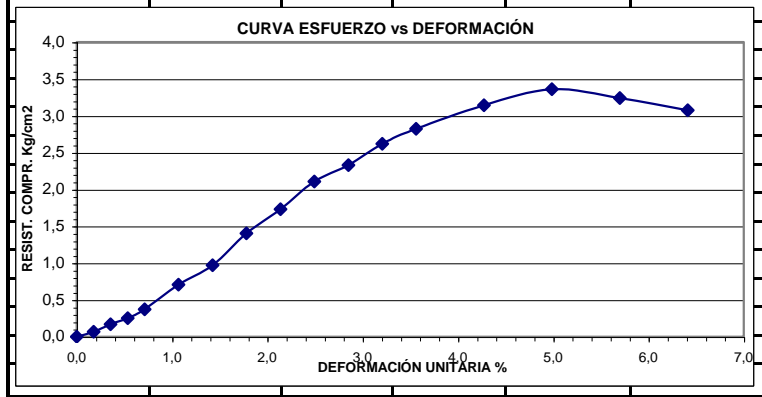
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 20 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *5,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	0,58	0,18	8,57	0,07
10	10	1,46	0,36	8,58	0,17
15	15	2,18	0,53	8,60	0,25
20	22	3,20	0,71	8,61	0,37
30	42	6,11	1,07	8,65	0,71
40	58	8,44	1,42	8,68	0,97
50	84	12,22	1,78	8,71	1,40
60	104	15,13	2,14	8,74	1,73
70	127	18,48	2,49	8,77	2,11
80	141	20,52	2,85	8,80	2,33
90	159	23,13	3,21	8,84	2,62
100	172	25,03	3,56	8,87	2,82
120	193	28,08	4,27	8,93	3,14
140	208	30,26	4,99	9,00	3,36
160	202	29,39	5,70	9,07	3,24
180	193	28,08	6,41	9,14	3,07



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	108,39	gr.
Peso seco:	106,29	gr.
Humedad:	1,98	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,777	
Peso unitario seco	1,743	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
3,36	Kg/cm ²	

Observaciones:

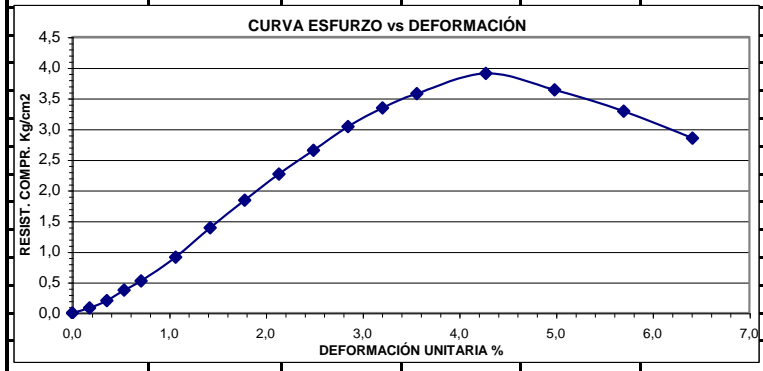
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 20 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **2**
 % Cemento **0,0%**
 % Polímero - (Textilán) **5,0%**
 % Humedad adicional **0,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	0,73	0,18	8,57	0,08
10	12	1,75	0,36	8,58	0,20
15	22	3,20	0,53	8,60	0,37
20	31	4,51	0,71	8,61	0,52
30	54	7,86	1,07	8,65	0,91
40	83	12,08	1,42	8,68	1,39
50	110	16,01	1,78	8,71	1,84
60	136	19,79	2,14	8,74	2,26
70	160	23,28	2,49	8,77	2,65
80	184	26,77	2,85	8,80	3,04
90	203	29,54	3,21	8,84	3,34
100	218	31,72	3,56	8,87	3,58
120	240	34,92	4,27	8,93	3,91
140	225	32,74	4,99	9,00	3,64
160	205	29,83	5,70	9,07	3,29
180	179	26,04	6,41	9,14	2,85



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	107,20	gr.
Peso seco:	105,12	gr.
Humedad:	1,98	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,758	
Peso unitario seco	1,724	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$Ac = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
3,91	Kg/cm ²	

Observaciones:

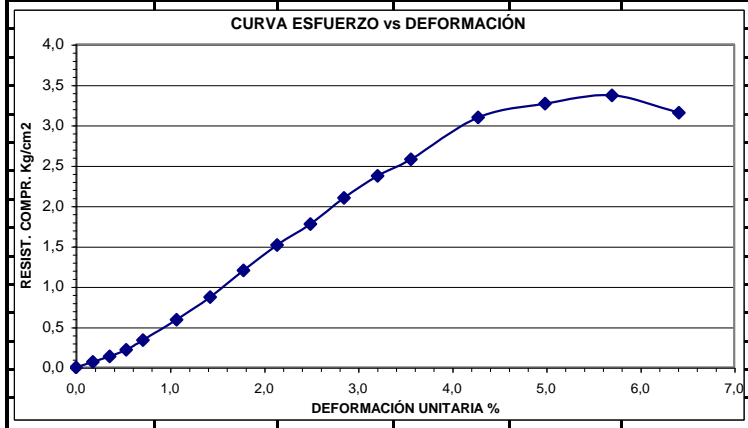
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 20 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *3*
 % Cemento: *0,0%*
 % Polímero - (Textilán): *5,0%*
 % Humedad adicional: *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	0,58	0,18	8,57	0,07
10	8	1,16	0,36	8,58	0,14
15	13	1,89	0,53	8,60	0,22
20	20	2,91	0,71	8,61	0,34
30	35	5,09	1,07	8,65	0,59
40	52	7,57	1,42	8,68	0,87
50	72	10,48	1,78	8,71	1,20
60	91	13,24	2,14	8,74	1,51
70	107	15,57	2,49	8,77	1,77
80	127	18,48	2,85	8,80	2,10
90	144	20,95	3,21	8,84	2,37
100	157	22,84	3,56	8,87	2,58
120	190	27,65	4,27	8,93	3,09
140	202	29,39	4,99	9,00	3,26
160	210	30,56	5,70	9,07	3,37
180	198	28,81	6,41	9,14	3,15



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	105,82	gr.
Peso seco:	103,77	gr.
Humedad:	1,98	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,735	
Peso unitario seco	1,702	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
3,37	Kg/cm ²	

Observaciones:

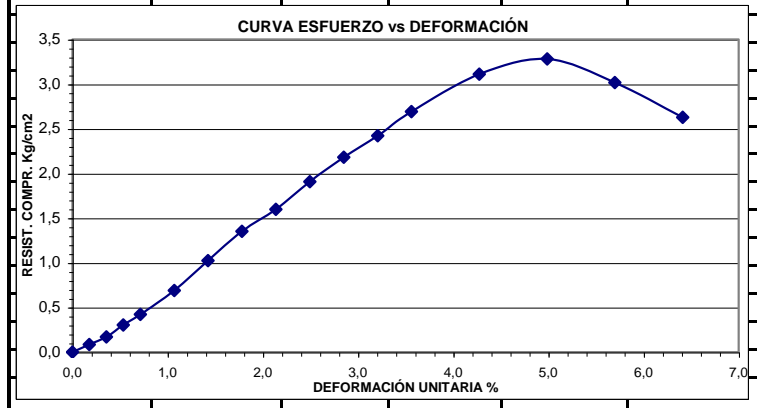
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 20 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Texilan) *5,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	0,73	0,18	8,57	0,08
10	10	1,46	0,36	8,58	0,17
15	18	2,62	0,53	8,60	0,30
20	25	3,64	0,71	8,61	0,42
30	41	5,97	1,07	8,65	0,69
40	61	8,88	1,42	8,68	1,02
50	81	11,79	1,78	8,71	1,35
60	96	13,97	2,14	8,74	1,60
70	115	16,73	2,49	8,77	1,91
80	132	19,21	2,85	8,80	2,18
90	147	21,39	3,21	8,84	2,42
100	164	23,86	3,56	8,87	2,69
120	191	27,79	4,27	8,93	3,11
140	203	29,54	4,99	9,00	3,28
160	188	27,35	5,70	9,07	3,02
180	165	24,01	6,41	9,14	2,63



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	107,32	gr.
Peso seco:	105,24	gr.
Humedad:	1,98	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,760	
Peso unitario seco	1,726	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
3,28	Kg/cm ²	

Observaciones:

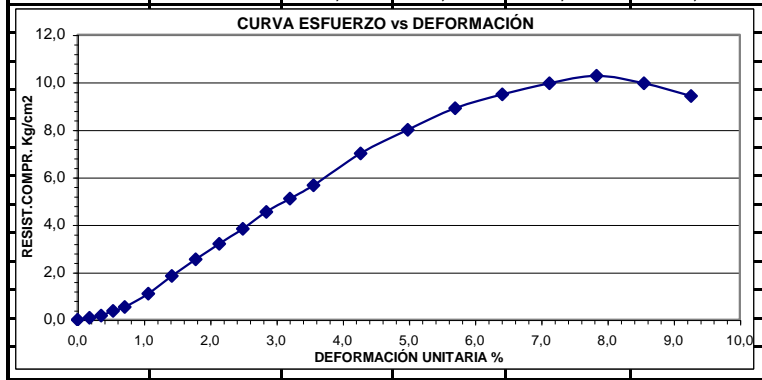
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 9 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *6,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	0,73	0,18	8,57	0,08
10	10	1,46	0,36	8,58	0,17
15	22	3,20	0,53	8,60	0,37
20	32	4,66	0,71	8,61	0,54
30	65	9,46	1,07	8,65	1,09
40	110	16,01	1,42	8,68	1,84
50	152	22,12	1,78	8,71	2,54
60	192	27,94	2,14	8,74	3,20
70	231	33,61	2,49	8,77	3,83
80	275	40,01	2,85	8,80	4,54
90	310	45,11	3,21	8,84	5,10
100	345	50,20	3,56	8,87	5,66
120	430	62,57	4,27	8,93	7,00
140	495	72,02	4,99	9,00	8,00
160	555	80,75	5,70	9,07	8,90
180	596	86,72	6,41	9,14	9,49
200	630	91,67	7,12	9,21	9,95
220	655	95,30	7,84	9,28	10,27
240	640	93,12	8,55	9,35	9,96
260	610	88,76	9,26	9,43	9,42



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	103,35	gr.
Peso seco:	101,03	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,695	
Peso unitario seco	1,657	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
10,27	Kg/cm ²	

Observaciones:

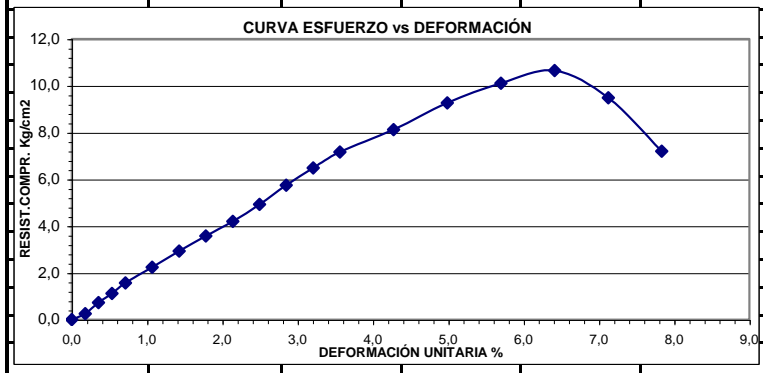
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 9 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *6,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	15	2,18	0,18	8,57	0,25
10	43	6,26	0,36	8,58	0,73
15	66	9,60	0,53	8,60	1,12
20	93	13,53	0,71	8,61	1,57
30	133	19,35	1,07	8,65	2,24
40	175	25,46	1,42	8,68	2,93
50	214	31,14	1,78	8,71	3,58
60	252	36,67	2,14	8,74	4,20
70	297	43,21	2,49	8,77	4,93
80	348	50,63	2,85	8,80	5,75
90	394	57,33	3,21	8,84	6,49
100	437	63,58	3,56	8,87	7,17
120	499	72,60	4,27	8,93	8,13
140	573	83,37	4,99	9,00	9,26
160	630	91,67	5,70	9,07	10,11
180	669	97,34	6,41	9,14	10,65
200	600	87,30	7,12	9,21	9,48
220	459	66,78	7,84	9,28	7,20



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	99,87	gr.
Peso seco:	97,62	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,638	
Peso unitario seco	1,601	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
10,65	Kg/cm ²	

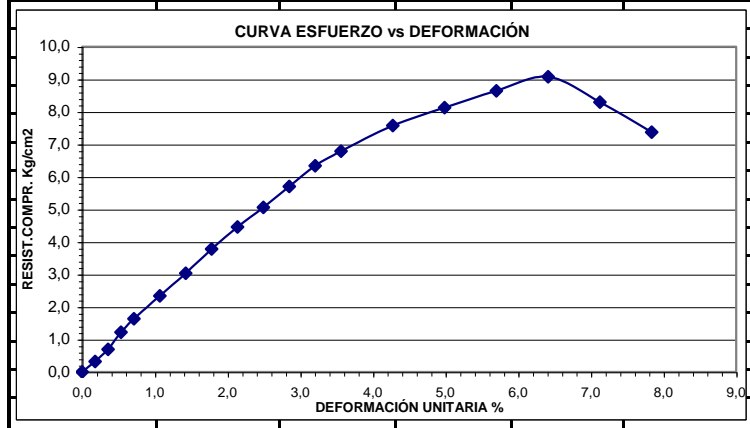
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 9 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *6,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	19	2,76	0,18	8,57	0,32
10	41	5,97	0,36	8,58	0,69
15	72	10,48	0,53	8,60	1,22
20	97	14,11	0,71	8,61	1,64
30	139	20,22	1,07	8,65	2,34
40	181	26,34	1,42	8,68	3,04
50	226	32,88	1,78	8,71	3,78
60	268	38,99	2,14	8,74	4,46
70	305	44,38	2,49	8,77	5,06
80	345	50,20	2,85	8,80	5,70
90	385	56,02	3,21	8,84	6,34
100	414	60,24	3,56	8,87	6,79
120	465	67,66	4,27	8,93	7,57
140	503	73,19	4,99	9,00	8,13
160	539	78,42	5,70	9,07	8,65
180	570	82,94	6,41	9,14	9,07
200	525	76,39	7,12	9,21	8,29
220	470	68,39	7,84	9,28	7,37



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>102,78</i>	gr.
Peso seco:	<i>100,47</i>	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,685	
Peso unitario seco	1,648	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>9,07</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

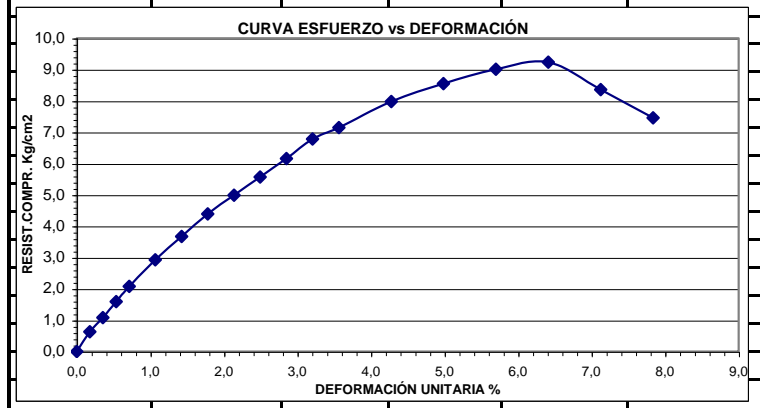
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 9 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Texilan) *6,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	37	5,38	0,18	8,57	0,63
10	64	9,31	0,36	8,58	1,08
15	94	13,68	0,53	8,60	1,59
20	123	17,90	0,71	8,61	2,08
30	174	25,32	1,07	8,65	2,93
40	219	31,86	1,42	8,68	3,67
50	263	38,27	1,78	8,71	4,39
60	300	43,65	2,14	8,74	4,99
70	336	48,89	2,49	8,77	5,57
80	373	54,27	2,85	8,80	6,16
90	412	59,95	3,21	8,84	6,78
100	436	63,44	3,56	8,87	7,15
120	490	71,30	4,27	8,93	7,98
140	529	76,97	4,99	9,00	8,55
160	562	81,77	5,70	9,07	9,02
180	580	84,39	6,41	9,14	9,23
200	529	76,97	7,12	9,21	8,36
220	476	69,26	7,84	9,28	7,46



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	99,38	gr.
Peso seco:	97,15	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,630	
Peso unitario seco	1,593	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
9,23	Kg/cm ²	

Observaciones:

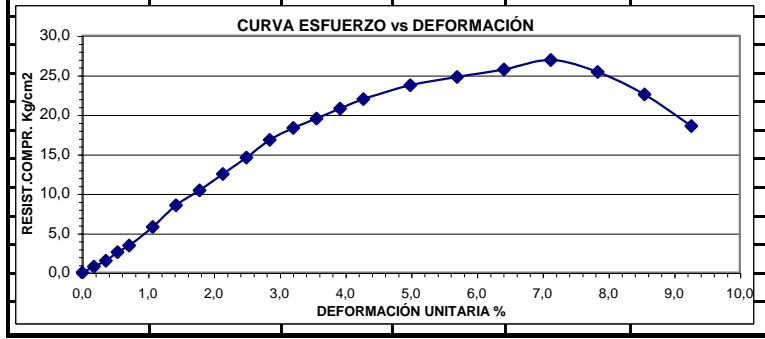
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 26 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	14	12,95	0,36	8,58	1,51
15	24	22,20	0,53	8,60	2,58
20	32	29,60	0,71	8,61	3,44
30	54	49,95	1,07	8,65	5,78
40	80	74,00	1,42	8,68	8,53
50	98	90,65	1,78	8,71	10,41
60	118	109,15	2,14	8,74	12,49
70	138	127,65	2,49	8,77	14,55
80	160	148,00	2,85	8,80	16,81
90	175	161,88	3,21	8,84	18,32
100	187	172,98	3,56	8,87	19,50
110	200	185,00	3,92	8,90	20,78
120	212	196,10	4,27	8,93	21,95
140	231	213,68	4,99	9,00	23,74
160	243	224,78	5,70	9,07	24,78
180	254	234,95	6,41	9,14	25,71
200	268	247,90	7,12	9,21	26,92
220	255	235,88	7,84	9,28	25,42
240	228	210,90	8,55	9,35	22,55
260	189	174,83	9,26	9,43	18,55



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	105,40	gr.
Peso seco:	102,03	gr.
Humedad:	3,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,728	
Peso unitario seco	1,673	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
26,92	Kg/cm ²	

Observaciones:

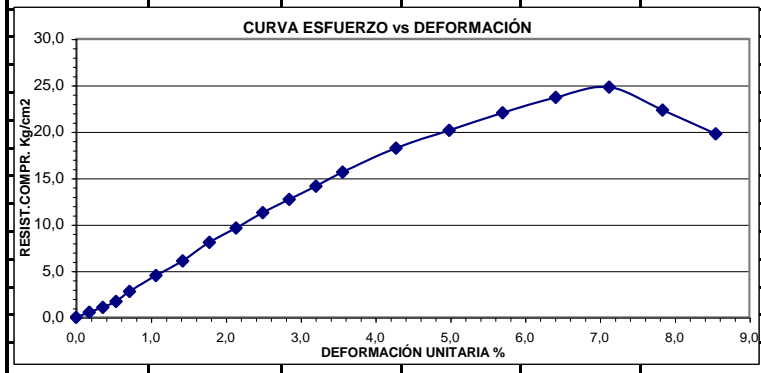
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 26 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	4,63	0,18	8,57	0,54
10	10	9,25	0,36	8,58	1,08
15	16	14,80	0,53	8,60	1,72
20	26	24,05	0,71	8,61	2,79
30	42	38,85	1,07	8,65	4,49
40	57	52,73	1,42	8,68	6,08
50	76	70,30	1,78	8,71	8,07
60	91	84,18	2,14	8,74	9,63
70	107	98,98	2,49	8,77	11,28
80	121	111,93	2,85	8,80	12,71
90	135	124,88	3,21	8,84	14,13
100	150	138,75	3,56	8,87	15,64
120	176	162,80	4,27	8,93	18,22
140	196	181,30	4,99	9,00	20,14
160	216	199,80	5,70	9,07	22,03
180	234	216,45	6,41	9,14	23,68
200	247	228,48	7,12	9,21	24,81
220	224	207,20	7,84	9,28	22,33
240	200	185,00	8,55	9,35	19,78



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	104,50	gr.
Peso seco:	101,16	gr.
Humedad:	3,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,714	
Peso unitario seco	1,659	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
24,81	Kg/cm ²	

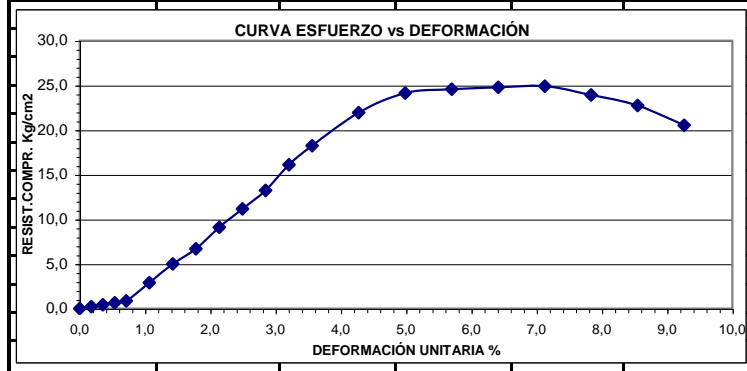
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 26 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Textilán) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	2	1,85	0,18	8,57	0,22
10	4	3,70	0,36	8,58	0,43
15	6	5,55	0,53	8,60	0,65
20	8	7,40	0,71	8,61	0,86
30	27	24,98	1,07	8,65	2,89
40	47	43,48	1,42	8,68	5,01
50	63	58,28	1,78	8,71	6,69
60	86	79,55	2,14	8,74	9,10
70	106	98,05	2,49	8,77	11,18
80	126	116,55	2,85	8,80	13,24
90	154	142,45	3,21	8,84	16,12
100	175	161,88	3,56	8,87	18,25
120	212	196,10	4,27	8,93	21,95
140	235	217,38	4,99	9,00	24,15
160	241	222,93	5,70	9,07	24,58
180	245	226,63	6,41	9,14	24,80
200	248	229,40	7,12	9,21	24,91
220	240	222,00	7,84	9,28	23,92
240	230	212,75	8,55	9,35	22,75
260	209	193,33	9,26	9,43	20,51



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>108,20</i>	gr.
Peso seco:	<i>104,74</i>	gr.
Humedad:	3,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,774	
Peso unitario seco	1,718	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>24,91</i>	Kg/cm ²	

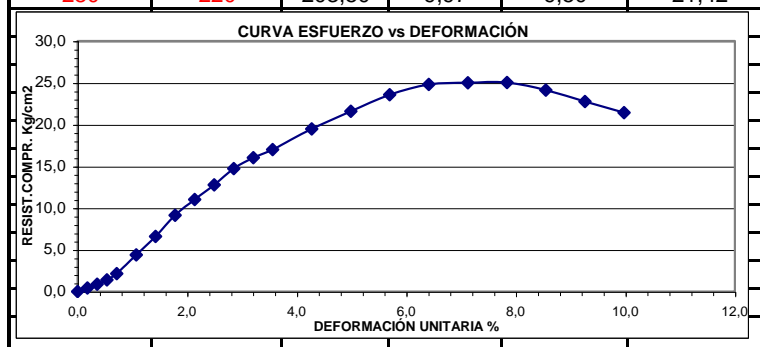
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 26 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Texilan) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	3,70	0,18	8,57	0,43
10	8	7,40	0,36	8,58	0,86
15	13	12,03	0,53	8,60	1,40
20	20	18,50	0,71	8,61	2,15
30	41	37,93	1,07	8,65	4,39
40	62	57,35	1,42	8,68	6,61
50	86	79,55	1,78	8,71	9,14
60	104	96,20	2,14	8,74	11,01
70	121	111,93	2,49	8,77	12,76
80	140	129,50	2,85	8,80	14,71
90	153	141,53	3,21	8,84	16,02
100	163	150,78	3,56	8,87	17,00
120	188	173,90	4,27	8,93	19,46
140	210	194,25	4,99	9,00	21,58
160	231	213,68	5,70	9,07	23,56
180	245	226,63	6,41	9,14	24,80
200	249	230,33	7,12	9,21	25,01
220	251	232,18	7,84	9,28	25,02
240	244	225,70	8,55	9,35	24,13
260	232	214,60	9,26	9,43	22,77
280	220	203,50	9,97	9,50	21,42



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>105,30</i>	gr.
Peso seco:	<i>101,94</i>	gr.
Humedad:	3,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,727	
Peso unitario seco	1,672	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>25,02</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

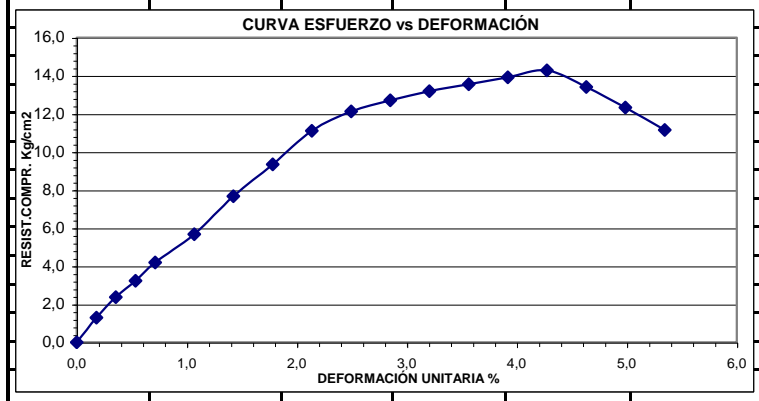
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 23 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Construcril) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	12	11,10	0,18	8,57	1,30
10	22	20,35	0,36	8,58	2,37
15	30	27,75	0,53	8,60	3,23
20	39	36,08	0,71	8,61	4,19
30	53	49,03	1,07	8,65	5,67
40	72	66,60	1,42	8,68	7,68
50	88	81,40	1,78	8,71	9,35
60	105	97,13	2,14	8,74	11,11
70	115	106,38	2,49	8,77	12,13
80	121	111,93	2,85	8,80	12,71
90	126	116,55	3,21	8,84	13,19
100	130	120,25	3,56	8,87	13,56
110	134	123,95	3,92	8,90	13,92
120	138	127,65	4,27	8,93	14,29
130	130	120,25	4,63	8,97	13,41
140	120	111,00	4,99	9,00	12,33
150	109	100,83	5,34	9,04	11,16



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	107,10	gr.
Peso seco:	103,58	gr.
Humedad:	3,40	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,756	
Peso unitario seco	1,698	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
14,29	Kg/cm ²	

Observaciones:

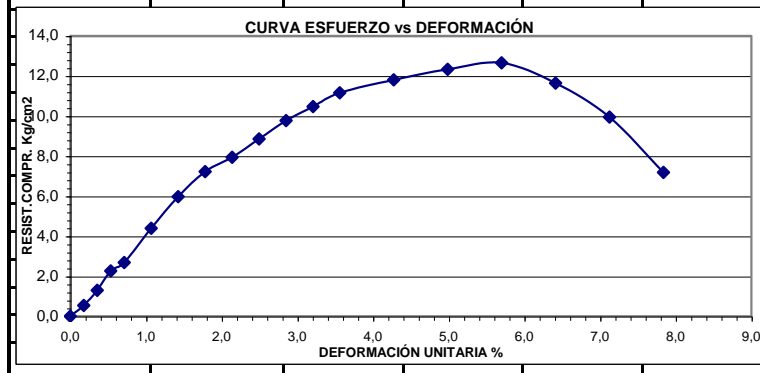
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 23 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Construcril) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	4,63	0,18	8,57	0,54
10	12	11,10	0,36	8,58	1,29
15	21	19,43	0,53	8,60	2,26
20	25	23,13	0,71	8,61	2,68
30	41	37,93	1,07	8,65	4,39
40	56	51,80	1,42	8,68	5,97
50	68	62,90	1,78	8,71	7,22
60	75	69,38	2,14	8,74	7,94
70	84	77,70	2,49	8,77	8,86
80	93	86,03	2,85	8,80	9,77
90	100	92,50	3,21	8,84	10,47
100	107	98,98	3,56	8,87	11,16
120	114	105,45	4,27	8,93	11,80
140	120	111,00	4,99	9,00	12,33
160	124	114,70	5,70	9,07	12,65
180	115	106,38	6,41	9,14	11,64
200	99	91,58	7,12	9,21	9,94
220	72	66,60	7,84	9,28	7,18



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	106,00	gr.
Peso seco:	102,51	gr.
Humedad:	3,40	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,738	
Peso unitario seco	1,681	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
12,65	Kg/cm ²	

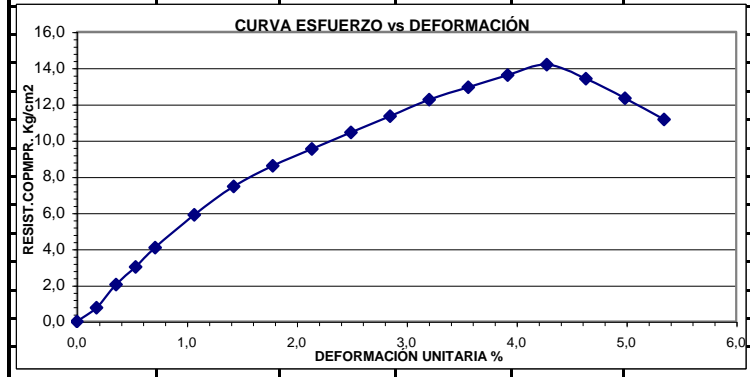
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 23 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Construcril) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	19	17,58	0,36	8,58	2,05
15	28	25,90	0,53	8,60	3,01
20	38	35,15	0,71	8,61	4,08
30	55	50,88	1,07	8,65	5,88
40	70	64,75	1,42	8,68	7,46
50	81	74,93	1,78	8,71	8,60
60	90	83,25	2,14	8,74	9,53
70	99	91,58	2,49	8,77	10,44
80	108	99,90	2,85	8,80	11,35
90	117	108,23	3,21	8,84	12,25
100	124	114,70	3,56	8,87	12,93
110	131	121,18	3,92	8,90	13,61
120	137	126,73	4,27	8,93	14,18
130	130	120,25	4,63	8,97	13,41
140	120	111,00	4,99	9,00	12,33
150	109	100,83	5,34	9,04	11,16



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>105,40</i>	gr.
Peso seco:	<i>101,93</i>	gr.
Humedad:	3,40	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,728	
Peso unitario seco	1,672	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>14,18</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

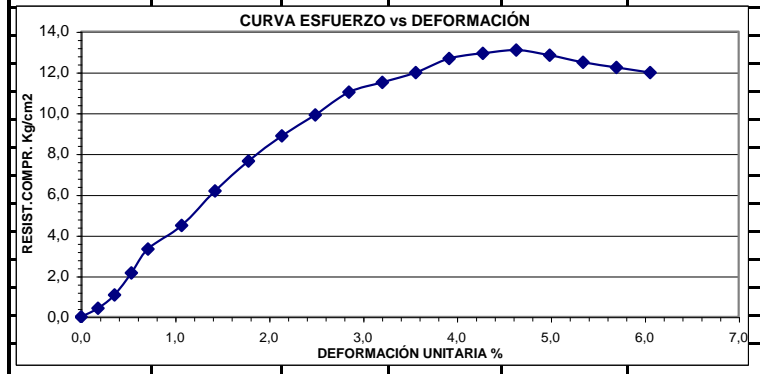
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 23 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *0,0%*
 % Polímero - (Construcril) *8,0%*
 % Humedad adicional *0,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	3,70	0,18	8,57	0,43
10	10	9,25	0,36	8,58	1,08
15	20	18,50	0,53	8,60	2,15
20	31	28,68	0,71	8,61	3,33
30	42	38,85	1,07	8,65	4,49
40	58	53,65	1,42	8,68	6,18
50	72	66,60	1,78	8,71	7,65
60	84	77,70	2,14	8,74	8,89
70	94	86,95	2,49	8,77	9,91
80	105	97,13	2,85	8,80	11,03
90	110	101,75	3,21	8,84	11,52
100	115	106,38	3,56	8,87	11,99
110	122	112,85	3,92	8,90	12,68
120	125	115,63	4,27	8,93	12,94
130	127	117,48	4,63	8,97	13,10
140	125	115,63	4,99	9,00	12,84
150	122	112,85	5,34	9,04	12,49
160	120	111,00	5,70	9,07	12,24
170	118	109,15	6,06	9,10	11,99



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	106,60	gr.
Peso seco:	103,09	gr.
Humedad:	3,40	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,748	
Peso unitario seco	1,691	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
13,10	Kg/cm ²	

Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

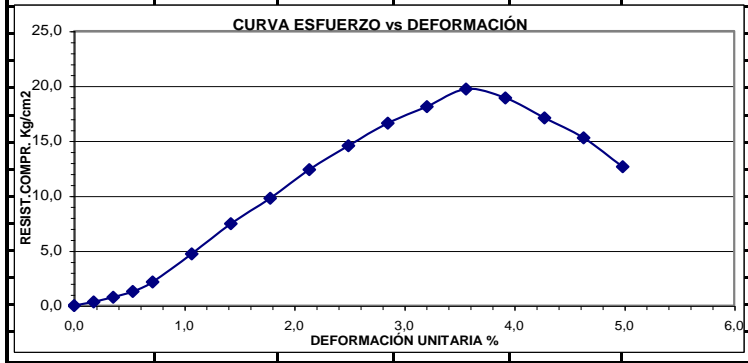
Anexo K. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada – mezclas arena – cemento - polímero

*Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros*

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
Curado: *Aire*
Fecha: *Julio 22 de 2004*

Días de curado *7*
Muestra No. *1*
% Cemento *2,0%*
% Polímero - (Construcril) *4,0%*
% Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	2,78	0,18	8,57	0,32
10	7	6,48	0,36	8,58	0,75
15	12	11,10	0,53	8,60	1,29
20	20	18,50	0,71	8,61	2,15
30	44	40,70	1,07	8,65	4,71
40	70	64,75	1,42	8,68	7,46
50	92	85,10	1,78	8,71	9,77
60	117	108,23	2,14	8,74	12,38
70	138	127,65	2,49	8,77	14,55
80	158	146,15	2,85	8,80	16,60
90	173	160,03	3,21	8,84	18,11
100	189	174,83	3,56	8,87	19,71
110	182	168,35	3,92	8,90	18,91
120	165	152,63	4,27	8,93	17,08
130	148	136,90	4,63	8,97	15,26
140	123	113,78	4,99	9,00	12,64



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	110,60	gr.
Peso seco:	105,22	gr.
Humedad:	5,11	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,814	
Peso unitario seco	1,725	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
19,71	Kg/cm ²	

Observaciones:

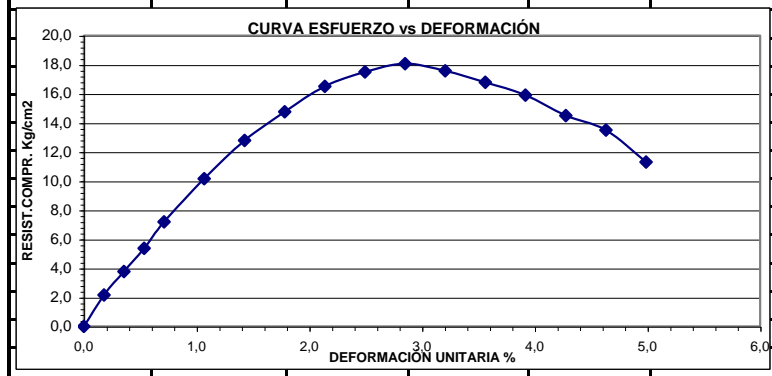
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 22 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *2,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	20	18,50	0,18	8,57	2,16
10	35	32,38	0,36	8,58	3,77
15	50	46,25	0,53	8,60	5,38
20	67	61,98	0,71	8,61	7,19
30	95	87,88	1,07	8,65	10,16
40	120	111,00	1,42	8,68	12,79
50	139	128,58	1,78	8,71	14,77
60	156	144,30	2,14	8,74	16,51
70	166	153,55	2,49	8,77	17,51
80	172	159,10	2,85	8,80	18,07
90	168	155,40	3,21	8,84	17,59
100	161	148,93	3,56	8,87	16,79
110	153	141,53	3,92	8,90	15,90
120	140	129,50	4,27	8,93	14,49
130	131	121,18	4,63	8,97	13,51
140	110	101,75	4,99	9,00	11,30



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Dímetro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>108,30</i>	gr.
Peso seco:	<i>103,03</i>	gr.
Humedad:	5,11	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,776	
Peso unitario seco	1,690	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$Ac=Ao/(1-Deformación\ Unitaria)$		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>18,07</i>	Kg/cm ²	

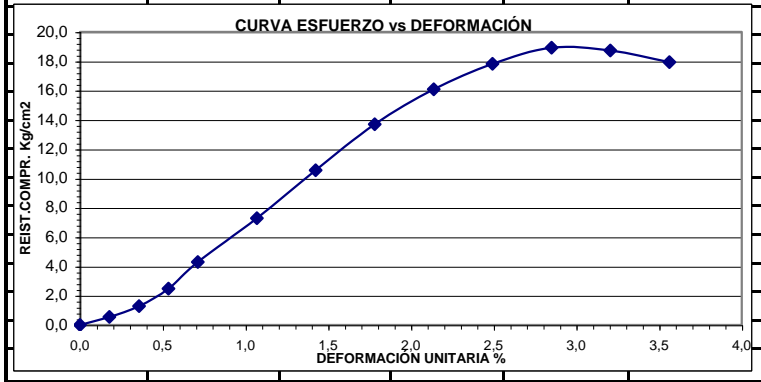
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 22 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *3*
 % Cemento: *2,0%*
 % Polímero - (Construcril): *4,0%*
 % Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	4,63	0,18	8,57	0,54
10	12	11,10	0,36	8,58	1,29
15	23	21,28	0,53	8,60	2,47
20	40	37,00	0,71	8,61	4,30
30	68	62,90	1,07	8,65	7,28
40	99	91,58	1,42	8,68	10,55
50	129	119,33	1,78	8,71	13,70
60	152	140,60	2,14	8,74	16,09
70	169	156,33	2,49	8,77	17,82
80	180	166,50	2,85	8,80	18,91
90	179	165,58	3,21	8,84	18,74
100	172	159,10	3,56	8,87	17,94



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	110,20	gr.
Peso seco:	104,84	gr.
Humedad:	5,11	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,807	
Peso unitario seco	1,719	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
18,91	Kg/cm ²	

Observaciones:

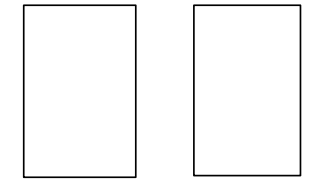
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

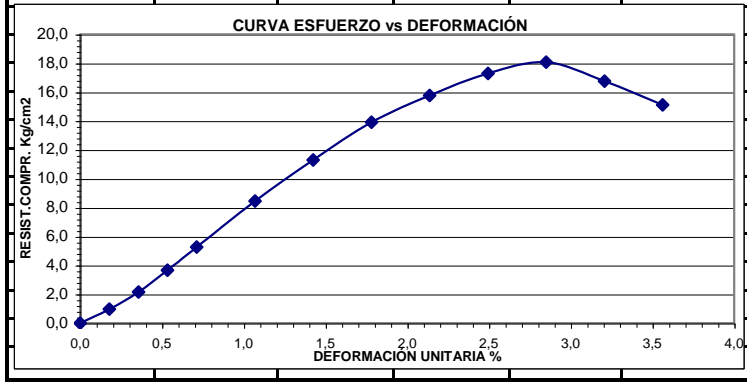
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: Mezcla de arena-cemento-construicil
 Curado: Aire
 Fecha: Julio 22 de 2004

Días de curado 7
 Muestra No. 4
 % Cemento 2,0%
 % Polímero - (Construicil) 4,0%
 % Humedad adicional 4,0%

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	9	8,33	0,18	8,57	0,97
10	20	18,50	0,36	8,58	2,16
15	34	31,45	0,53	8,60	3,66
20	49	45,33	0,71	8,61	5,26
30	79	73,08	1,07	8,65	8,45
40	106	98,05	1,42	8,68	11,30
50	131	121,18	1,78	8,71	13,92
60	149	137,83	2,14	8,74	15,77
70	164	151,70	2,49	8,77	17,29
80	172	159,10	2,85	8,80	18,07
90	160	148,00	3,21	8,84	16,75
100	145	134,13	3,56	8,87	15,12

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	109,20	gr.
Peso seco:	103,89	gr.
Humedad:	5,11	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo		1,791
Peso unitario seco		1,704
Constante del Anillo de Carga		
0,925		kg/10 ⁻⁴ pulg.
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
18,07		Kg/cm ²



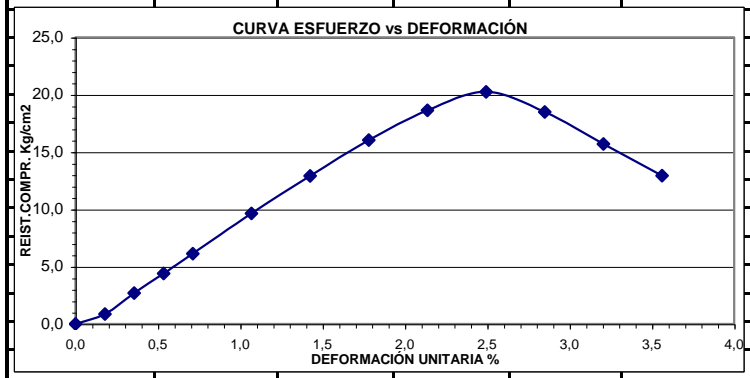
Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construicril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 22 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *5*
 % Cemento: *2,0%*
 % Polímero - (Construicril): *4,0%*
 % Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	7,40	0,18	8,57	0,86
10	25	23,13	0,36	8,58	2,69
15	41	37,93	0,53	8,60	4,41
20	57	52,73	0,71	8,61	6,12
30	90	83,25	1,07	8,65	9,63
40	121	111,93	1,42	8,68	12,90
50	151	139,68	1,78	8,71	16,04
60	176	162,80	2,14	8,74	18,63
70	192	177,60	2,49	8,77	20,25
80	176	162,80	2,85	8,80	18,49
90	150	138,75	3,21	8,84	15,70
100	124	114,70	3,56	8,87	12,93



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	110,01	gr.
Peso seco:	104,66	gr.
Humedad:	5,11	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,804	
Peso unitario seco	1,716	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
20,25	Kg/cm ²	

Observaciones:

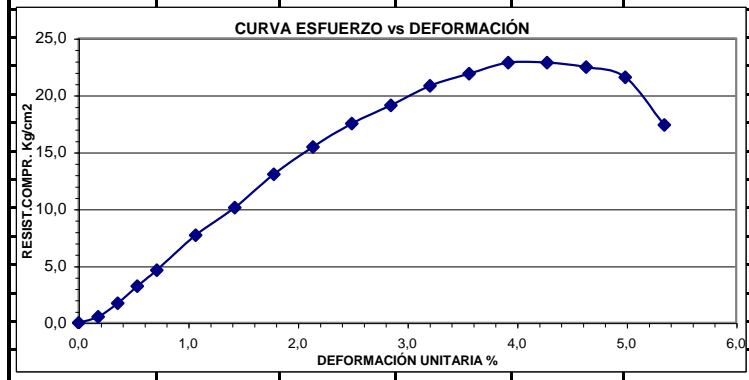
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 21 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	4,63	0,18	8,57	0,54
10	16	14,80	0,36	8,58	1,72
15	30	27,75	0,53	8,60	3,23
20	43	39,78	0,71	8,61	4,62
30	72	66,60	1,07	8,65	7,70
40	95	87,88	1,42	8,68	10,13
50	123	113,78	1,78	8,71	13,07
60	146	135,05	2,14	8,74	15,45
70	166	153,55	2,49	8,77	17,51
80	182	168,35	2,85	8,80	19,12
90	199	184,08	3,21	8,84	20,83
100	210	194,25	3,56	8,87	21,90
110	220	203,50	3,92	8,90	22,86
120	221	204,43	4,27	8,93	22,88
130	218	201,65	4,63	8,97	22,48
140	210	194,25	4,99	9,00	21,58
150	170	157,25	5,34	9,04	17,40



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>111,90</i>	gr.
Peso seco:	<i>106,85</i>	gr.
Humedad:	4,73	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,835	
Peso unitario seco	1,752	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>22,88</i>	Kg/cm ²	

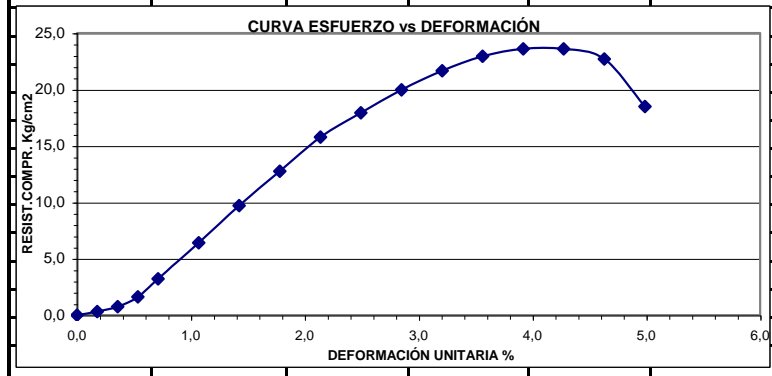
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 21 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	2,78	0,18	8,57	0,32
10	7	6,48	0,36	8,58	0,75
15	15	13,88	0,53	8,60	1,61
20	30	27,75	0,71	8,61	3,22
30	60	55,50	1,07	8,65	6,42
40	91	84,18	1,42	8,68	9,70
50	120	111,00	1,78	8,71	12,75
60	149	137,83	2,14	8,74	15,77
70	170	157,25	2,49	8,77	17,93
80	190	175,75	2,85	8,80	19,96
90	207	191,48	3,21	8,84	21,67
100	220	203,50	3,56	8,87	22,95
110	227	209,98	3,92	8,90	23,59
120	228	210,90	4,27	8,93	23,60
130	220	203,50	4,63	8,97	22,69
140	180	166,50	4,99	9,00	18,50



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Dímetro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	110,60	gr.
Peso seco:	105,60	gr.
Humedad:	4,73	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,814	
Peso unitario seco	1,732	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
23,60	Kg/cm ²	

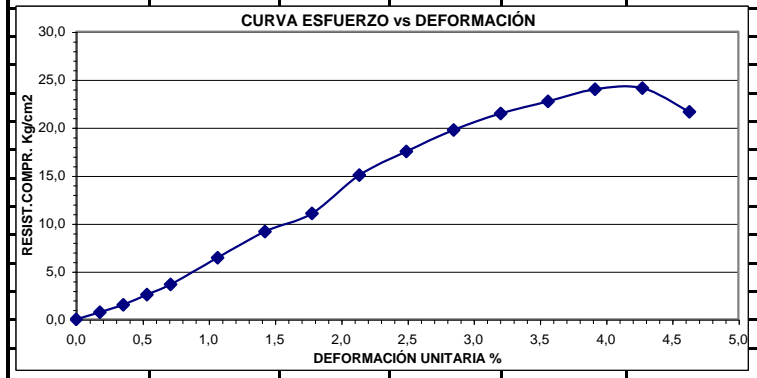
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 21 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	14	12,95	0,36	8,58	1,51
15	24	22,20	0,53	8,60	2,58
20	34	31,45	0,71	8,61	3,65
30	60	55,50	1,07	8,65	6,42
40	86	79,55	1,42	8,68	9,17
50	104	96,20	1,78	8,71	11,05
60	142	131,35	2,14	8,74	15,03
70	166	153,55	2,49	8,77	17,51
80	188	173,90	2,85	8,80	19,75
90	205	189,63	3,21	8,84	21,46
100	218	201,65	3,56	8,87	22,74
110	231	213,68	3,92	8,90	24,00
120	233	215,53	4,27	8,93	24,12
130	210	194,25	4,63	8,97	21,66



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>110,50</i>	gr.
Peso seco:	<i>105,51</i>	gr.
Humedad:	4,73	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,812	
Peso unitario seco	1,730	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>24,12</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

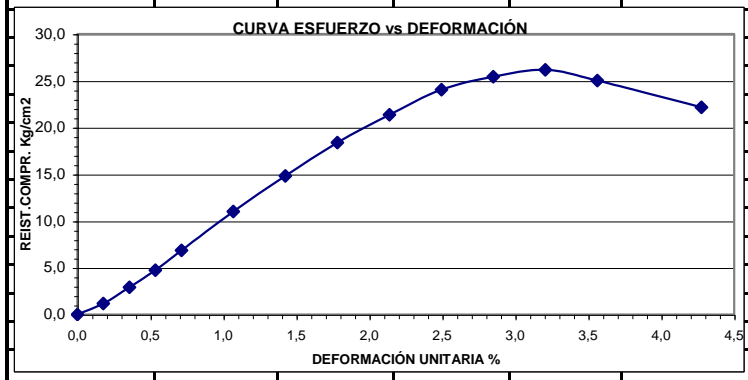
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 21 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	11	10,18	0,18	8,57	1,19
10	27	24,98	0,36	8,58	2,91
15	44	40,70	0,53	8,60	4,73
20	64	59,20	0,71	8,61	6,87
30	103	95,28	1,07	8,65	11,02
40	139	128,58	1,42	8,68	14,82
50	173	160,03	1,78	8,71	18,38
60	202	186,85	2,14	8,74	21,38
70	228	210,90	2,49	8,77	24,04
80	242	223,85	2,85	8,80	25,43
90	250	231,25	3,21	8,84	26,17
100	240	222,00	3,56	8,87	25,03
120	214	197,95	4,27	8,93	22,15



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	112,03	gr.
Peso seco:	106,97	gr.
Humedad:	4,73	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,837	
Peso unitario seco	1,754	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
26,17	Kg/cm ²	

Observaciones:

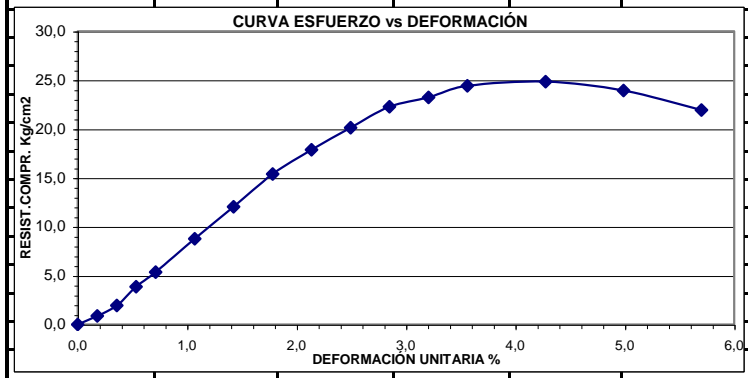
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

*Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros*

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Julio 21 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *5*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *4,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	7,40	0,18	8,57	0,86
10	18	16,65	0,36	8,58	1,94
15	36	33,30	0,53	8,60	3,87
20	50	46,25	0,71	8,61	5,37
30	82	75,85	1,07	8,65	8,77
40	113	104,53	1,42	8,68	12,05
50	145	134,13	1,78	8,71	15,40
60	169	156,33	2,14	8,74	17,89
70	191	176,68	2,49	8,77	20,14
80	212	196,10	2,85	8,80	22,27
90	222	205,35	3,21	8,84	23,24
100	234	216,45	3,56	8,87	24,41
120	240	222,00	4,27	8,93	24,85
140	233	215,53	4,99	9,00	23,94
160	215	198,88	5,70	9,07	21,93



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	111,39	gr.
Peso seco:	106,36	gr.
Humedad:	4,73	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,827	
Peso unitario seco	1,744	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 80px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 80px;"></div> </div>		
Resistencia Máxima		
24,85	Kg/cm ²	

Observaciones:

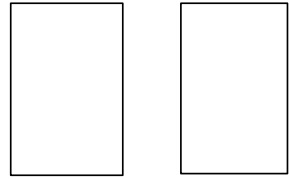
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

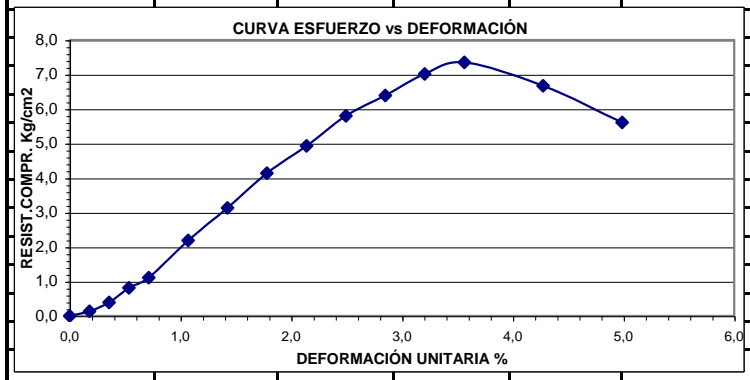
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: Mezcla de arena-cemento-construcril
 Curado: Aire
 Fecha: Agosto 18 de 2004

Días de curado 7
 Muestra No. 1
 % Cemento 4,0%
 % Polímero - (Construcril) 2,0%
 % Humedad adicional 4,0%

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	1,16	0,18	8,57	0,14
10	23	3,35	0,36	8,58	0,39
15	48	6,98	0,53	8,60	0,81
20	66	9,60	0,71	8,61	1,11
30	130	18,92	1,07	8,65	2,19
40	187	27,21	1,42	8,68	3,14
50	248	36,08	1,78	8,71	4,14
60	296	43,07	2,14	8,74	4,93
70	350	50,93	2,49	8,77	5,81
80	387	56,31	2,85	8,80	6,40
90	426	61,98	3,21	8,84	7,01
100	448	65,18	3,56	8,87	7,35
120	410	59,66	4,27	8,93	6,68
140	347	50,49	4,99	9,00	5,61

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	108,39	gr.
Peso seco:	103,62	gr.
Humedad:	4,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,777	
Peso unitario seco	1,699	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
7,35	Kg/cm ²	



Observaciones:

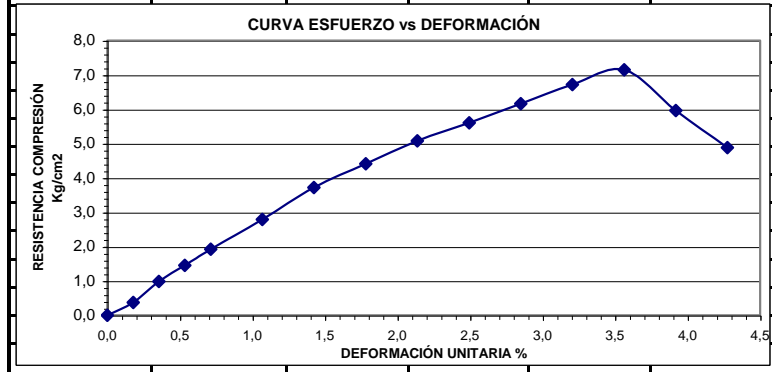
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: Mezcla de arena-cemento-construcril
 Curado: Aire
 Fecha: Agosto 18 de 2004

Días de curado 7
 Muestra No. 2
 % Cemento 4,0%
 % Polímero - (Construcril) 2,0%
 % Humedad adicional 4,0%

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	22	3,20	0,18	8,57	0,37
10	58	8,44	0,36	8,58	0,98
15	86	12,51	0,53	8,60	1,46
20	114	16,59	0,71	8,61	1,93
30	166	24,15	1,07	8,65	2,79
40	222	32,30	1,42	8,68	3,72
50	264	38,41	1,78	8,71	4,41
60	305	44,38	2,14	8,74	5,08
70	338	49,18	2,49	8,77	5,61
80	373	54,27	2,85	8,80	6,16
90	408	59,36	3,21	8,84	6,72
100	436	63,44	3,56	8,87	7,15
110	365	53,11	3,92	8,90	5,97
120	300	43,65	4,27	8,93	4,89



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Dímetro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso húmedo:	107,20	gr.
Peso seco:	102,49	gr.
Humedad:	4,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario húmedo	1,758	
Peso unitario seco	1,681	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
7,15	Kg/cm ²	

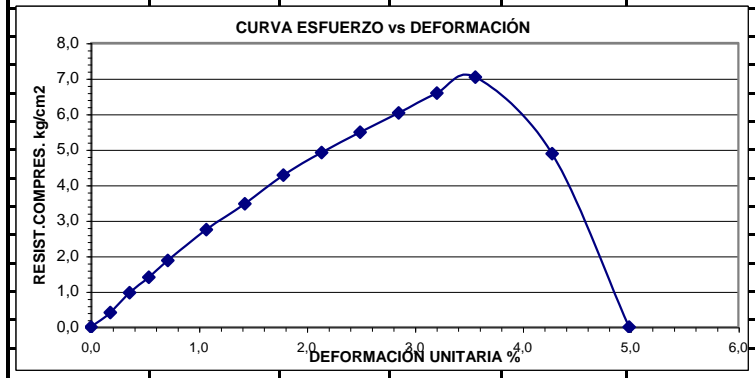
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 18 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *2,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	24	3,49	0,18	8,57	0,41
10	57	8,29	0,36	8,58	0,97
15	83	12,08	0,53	8,60	1,40
20	111	16,15	0,71	8,61	1,87
30	163	23,72	1,07	8,65	2,74
40	207	30,12	1,42	8,68	3,47
50	256	37,25	1,78	8,71	4,28
60	295	42,92	2,14	8,74	4,91
70	331	48,16	2,49	8,77	5,49
80	365	53,11	2,85	8,80	6,03
90	400	58,20	3,21	8,84	6,59
100	429	62,42	3,56	8,87	7,04
120	300	43,65	4,27	8,93	4,89
140	0	0,00	4,99	9,00	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>105,82</i>	gr.
Peso seco:	<i>101,17</i>	gr.
Humedad:	4,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,735	
Peso unitario seco	1,659	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>7,04</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

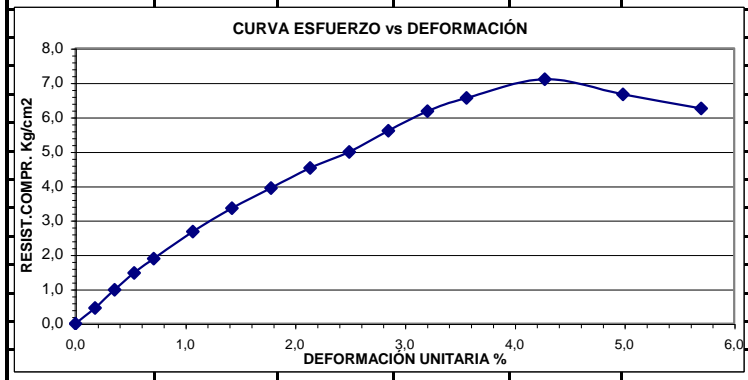
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcción*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 18 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcción) *2,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	27	3,93	0,18	8,57	0,46
10	58	8,44	0,36	8,58	0,98
15	87	12,66	0,53	8,60	1,47
20	112	16,30	0,71	8,61	1,89
30	159	23,13	1,07	8,65	2,68
40	200	29,10	1,42	8,68	3,35
50	236	34,34	1,78	8,71	3,94
60	272	39,58	2,14	8,74	4,53
70	301	43,80	2,49	8,77	4,99
80	339	49,32	2,85	8,80	5,60
90	375	54,56	3,21	8,84	6,17
100	400	58,20	3,56	8,87	6,56
120	436	63,44	4,27	8,93	7,10
140	412	59,95	4,99	9,00	6,66
160	390	56,75	5,70	9,07	6,26



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	112,03	gr.
Peso seco:	107,10	gr.
Humedad:	4,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,837	
Peso unitario seco	1,756	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
7,10	Kg/cm ²	

Observaciones:

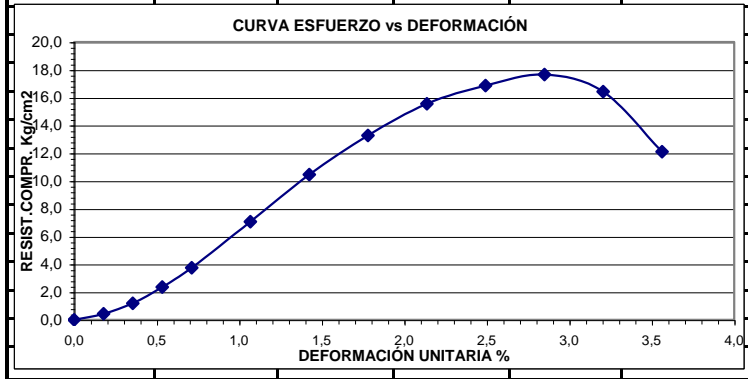
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 19 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **1**
 % Cemento **4,0%**
 % Polímero - (Construcril) **3,0%**
 % Humedad adicional **4,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	3,70	0,18	8,57	0,43
10	11	10,18	0,36	8,58	1,19
15	22	20,35	0,53	8,60	2,37
20	35	32,38	0,71	8,61	3,76
30	66	61,05	1,07	8,65	7,06
40	98	90,65	1,42	8,68	10,45
50	125	115,63	1,78	8,71	13,28
60	147	135,98	2,14	8,74	15,56
70	160	148,00	2,49	8,77	16,87
80	168	155,40	2,85	8,80	17,65
90	157	145,23	3,21	8,84	16,44
100	116	107,30	3,56	8,87	12,10



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	108,25	gr.
Peso seco:	103,41	gr.
Humedad:	4,68	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,775	
Peso unitario seco	1,696	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
17,65	Kg/cm ²	

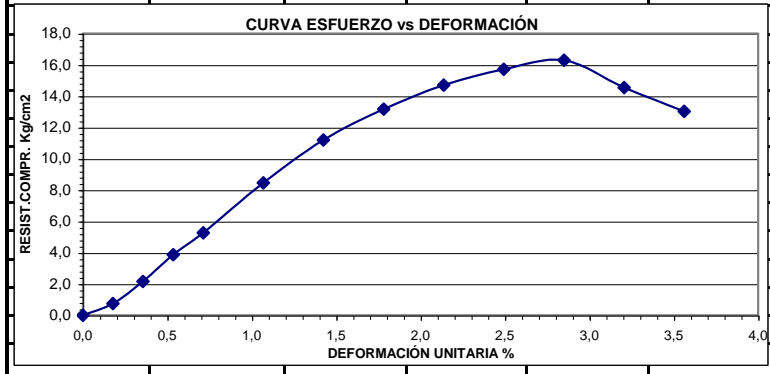
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 19 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **2**
 % Cemento **4,0%**
 % Polímero - (Construcril) **3,0%**
 % Humedad adicional **4,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	20	18,50	0,36	8,58	2,16
15	36	33,30	0,53	8,60	3,87
20	49	45,33	0,71	8,61	5,26
30	79	73,08	1,07	8,65	8,45
40	105	97,13	1,42	8,68	11,19
50	124	114,70	1,78	8,71	13,17
60	139	128,58	2,14	8,74	14,71
70	149	137,83	2,49	8,77	15,71
80	155	143,38	2,85	8,80	16,29
90	139	128,58	3,21	8,84	14,55
100	125	115,63	3,56	8,87	13,04



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Dímetro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	108,34	gr.
Peso seco:	103,50	gr.
Humedad:	4,68	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,777	
Peso unitario seco	1,697	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
16,29	Kg/cm ²	

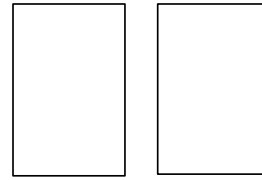
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

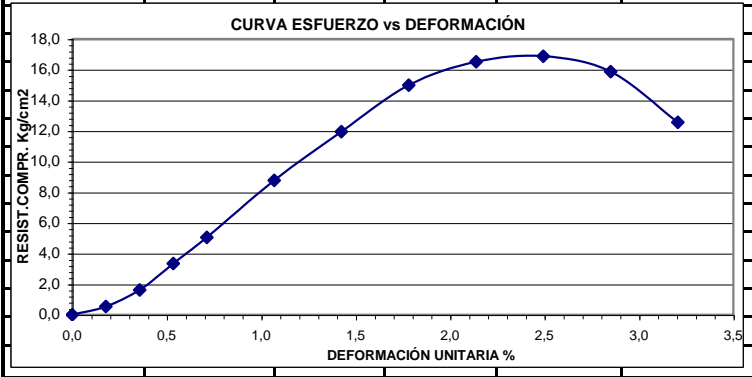
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 19 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *3,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	5	4,63	0,18	8,57	0,54
10	15	13,88	0,36	8,58	1,62
15	31	28,68	0,53	8,60	3,33
20	47	43,48	0,71	8,61	5,05
30	82	75,85	1,07	8,65	8,77
40	112	103,60	1,42	8,68	11,94
50	141	130,43	1,78	8,71	14,98
60	156	144,30	2,14	8,74	16,51
70	160	148,00	2,49	8,77	16,87
80	151	139,68	2,85	8,80	15,87
90	120	111,00	3,21	8,84	12,56

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	<i>2,81</i>	pulg.
Area:	<i>8,55</i>	cm ²
Volumen:	<i>60,98</i>	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>109,54</i>	gr.
Peso seco:	<i>104,64</i>	gr.
Humedad:	<i>4,68</i>	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo		<i>1,796</i>
Peso unitario seco		<i>1,716</i>
Constante del Anillo de Carga		
<i>0,925</i>		kg/10 ⁻⁴ pulg.
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
<i>16,87</i>		Kg/cm ²



Observaciones:

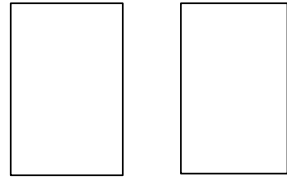
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

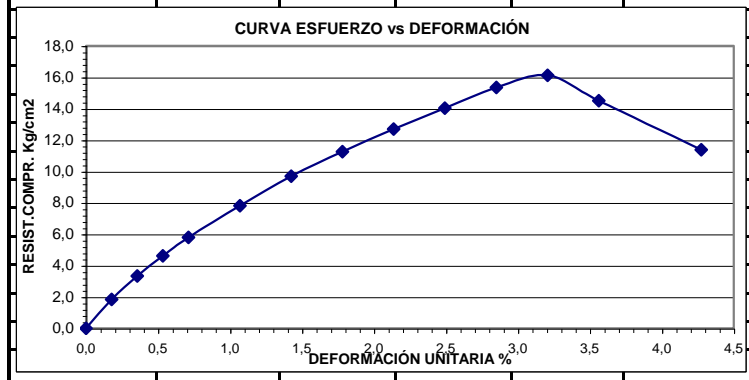
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-construcril*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 19 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero - (Construcril) *3,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	17	15,73	0,18	8,57	1,84
10	31	28,68	0,36	8,58	3,34
15	43	39,78	0,53	8,60	4,63
20	54	49,95	0,71	8,61	5,80
30	73	67,53	1,07	8,65	7,81
40	91	84,18	1,42	8,68	9,70
50	106	98,05	1,78	8,71	11,26
60	120	111,00	2,14	8,74	12,70
70	133	123,03	2,49	8,77	14,03
80	146	135,05	2,85	8,80	15,34
90	154	142,45	3,21	8,84	16,12
100	139	128,58	3,56	8,87	14,50
120	110	101,75	4,27	8,93	11,39

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>109,02</i>	gr.
Peso seco:	<i>104,15</i>	gr.
Humedad:	4,68	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,788	
Peso unitario seco	1,708	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
<i>16,12</i>	Kg/cm ²	



Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

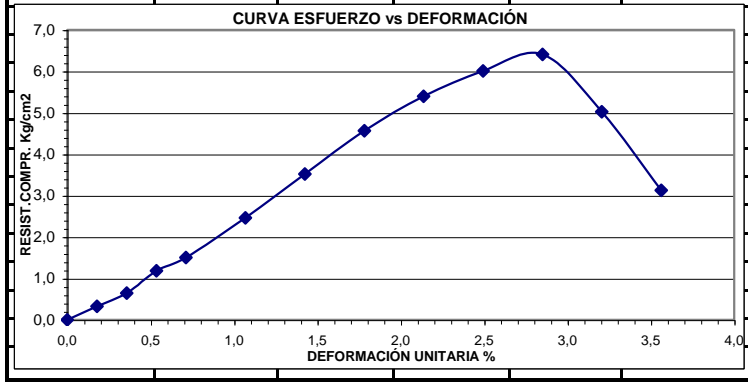
*Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros*

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-Textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 13 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *2,0%*
 % Polímero - (Textilán) *5,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	2,78	0,18	8,57	0,32
10	6	5,55	0,36	8,58	0,65
15	11	10,18	0,53	8,60	1,18
20	14	12,95	0,71	8,61	1,50
30	23	21,28	1,07	8,65	2,46
40	33	30,53	1,42	8,68	3,52
50	43	39,78	1,78	8,71	4,57
60	51	47,18	2,14	8,74	5,40
70	57	52,73	2,49	8,77	6,01
80	61	56,43	2,85	8,80	6,41
90	48	44,40	3,21	8,84	5,02
100	30	27,75	3,56	8,87	3,13

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>104,56</i>	gr.
Peso seco:	<i>99,41</i>	gr.
Humedad:	5,18	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,715	
Peso unitario seco	1,630	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
<i>6,41</i>	Kg/cm ²	



Observaciones:

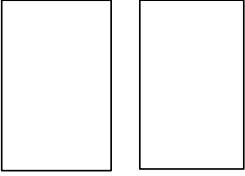
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

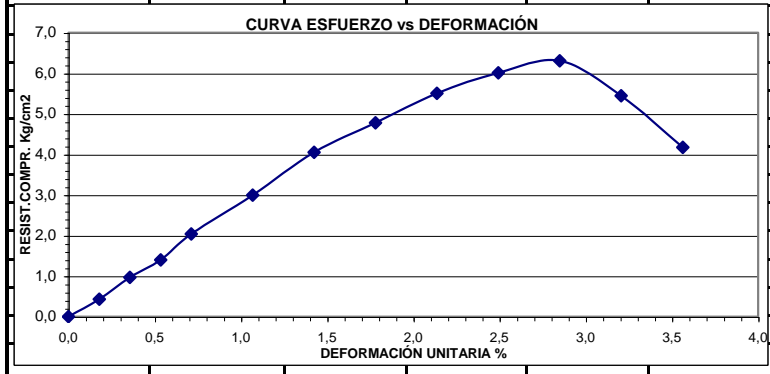
Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-Textilán*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 13 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **2**
 % Cemento **2,0%**
 % Polímero - (Textilán) **5,0%**
 % Humedad adicional **4,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	3,70	0,18	8,57	0,43
10	9	8,33	0,36	8,58	0,97
15	13	12,03	0,53	8,60	1,40
20	19	17,58	0,71	8,61	2,04
30	28	25,90	1,07	8,65	3,00
40	38	35,15	1,42	8,68	4,05
50	45	41,63	1,78	8,71	4,78
60	52	48,10	2,14	8,74	5,50
70	57	52,73	2,49	8,77	6,01
80	60	55,50	2,85	8,80	6,30
90	52	48,10	3,21	8,84	5,44
100	40	37,00	3,56	8,87	4,17

Medidas de la muestra		
Dímetro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso húmedo:	108,30	gr.
Peso seco:	102,97	gr.
Humedad:	5,18	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario húmedo	1,776	
Peso unitario seco	1,688	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
6,30	Kg/cm ²	



Observaciones:

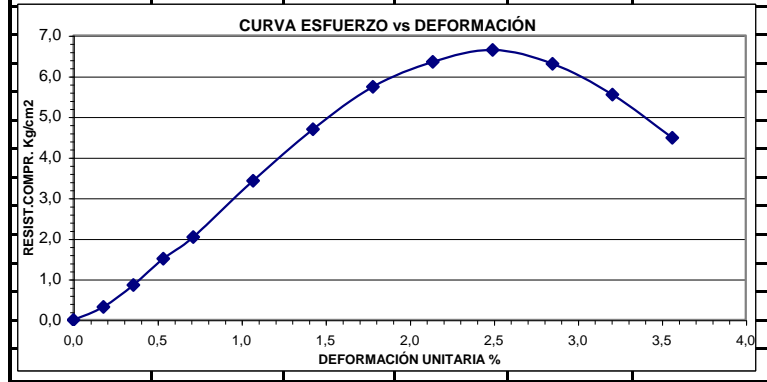
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: **Mezcla de arena-cemento-Textilán**
 Curado: **Aire**
 Fecha: **Agosto 13 de 2004**

Días de curado **7**
 Muestra No. **3**
 % Cemento **2,0%**
 % Polímero - (Textilán) **5,0%**
 % Humedad adicional **4,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	2,78	0,18	8,57	0,32
10	8	7,40	0,36	8,58	0,86
15	14	12,95	0,53	8,60	1,51
20	19	17,58	0,71	8,61	2,04
30	32	29,60	1,07	8,65	3,42
40	44	40,70	1,42	8,68	4,69
50	54	49,95	1,78	8,71	5,74
60	60	55,50	2,14	8,74	6,35
70	63	58,28	2,49	8,77	6,64
80	60	55,50	2,85	8,80	6,30
90	53	49,03	3,21	8,84	5,55
100	43	39,78	3,56	8,87	4,48



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	104,85	gr.
Peso seco:	99,69	gr.
Humedad:	5,18	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,719	
Peso unitario seco	1,635	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
6,64	Kg/cm ²	

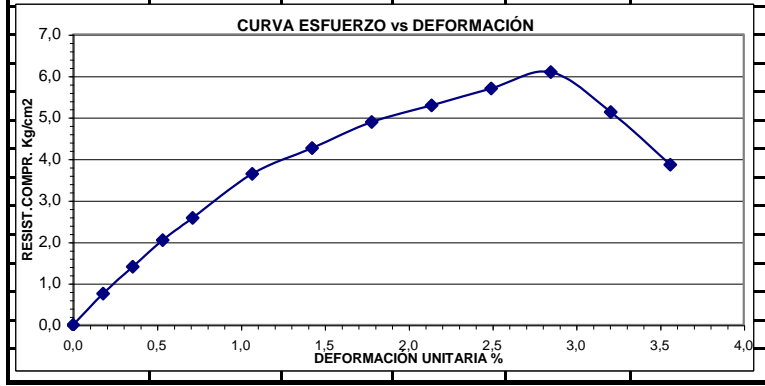
Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento-Textilán*
Curado: *Aire*
Fecha: *Agosto 13 de 2004*

Días de curado: *7*
Muestra No.: *4*
% Cemento: *2,0%*
% Polímero - (Textilán): *5,0%*
% Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	13	12,03	0,36	8,58	1,40
15	19	17,58	0,53	8,60	2,04
20	24	22,20	0,71	8,61	2,58
30	34	31,45	1,07	8,65	3,64
40	40	37,00	1,42	8,68	4,26
50	46	42,55	1,78	8,71	4,89
60	50	46,25	2,14	8,74	5,29
70	54	49,95	2,49	8,77	5,69
80	58	53,65	2,85	8,80	6,09
90	49	45,33	3,21	8,84	5,13
100	37	34,23	3,56	8,87	3,86



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	104,98	gr.
Peso seco:	99,81	gr.
Humedad:	5,18	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,721	
Peso unitario seco	1,637	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
6,09	Kg/cm ²	

Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

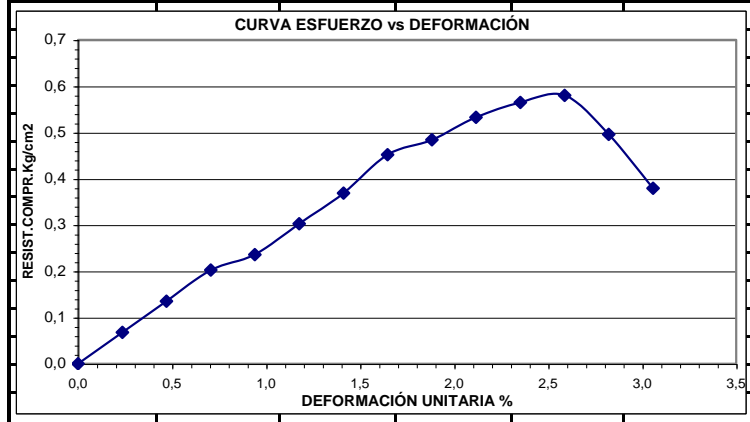
Anexo L. Curvas Esfuerzo vs Deformación – resistencia a la Compresión inconfiada – mezclas arena - cemento

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
Curado: *Inmersión*
Fecha: *Agosto 7 de 2004*

Días de curado *7*
Muestra No. *1*
% Cemento *6,0%*
% Polímero *0,0%*
% Humedad adicional *3,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	4	0,58	0,24	8,57	0,07
10	8	1,16	0,47	8,59	0,14
15	12	1,75	0,71	8,61	0,20
20	14	2,04	0,94	8,63	0,24
25	18	2,62	1,18	8,65	0,30
30	22	3,20	1,41	8,68	0,37
35	27	3,93	1,65	8,70	0,45
40	29	4,22	1,88	8,72	0,48
45	32	4,66	2,12	8,74	0,53
50	34	4,95	2,35	8,76	0,56
55	35	5,09	2,59	8,78	0,58
60	30	4,37	2,82	8,80	0,50
65	23	3,35	3,06	8,82	0,38



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>5,40</i>	cm.
Altura:	2,13	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	46,19	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>79,29</i>	gr.
Peso seco:	<i>77,51</i>	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,717	
Peso unitario seco	1,678	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>0,58</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:


EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

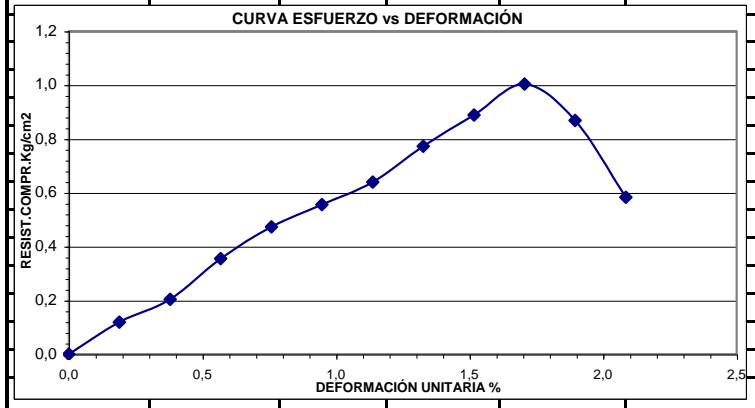
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 7 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *2*
 % Cemento: *6,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *3,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,19	8,57	0,12
10	12	1,75	0,38	8,59	0,20
15	21	3,06	0,57	8,60	0,36
20	28	4,07	0,76	8,62	0,47
25	33	4,80	0,95	8,63	0,56
30	38	5,53	1,14	8,65	0,64
35	46	6,69	1,33	8,67	0,77
40	53	7,71	1,52	8,68	0,89
45	60	8,73	1,71	8,70	1,00
50	52	7,57	1,90	8,72	0,87
55	35	5,09	2,09	8,74	0,58

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	6,70	cm.
Altura:	2,64	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	57,30	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	99,11	gr.
Peso seco:	96,88	gr.
Humedad:	2,30	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,730	
Peso unitario seco	1,691	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴	pulg.
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
1,00	Kg/cm ²	



Observaciones:

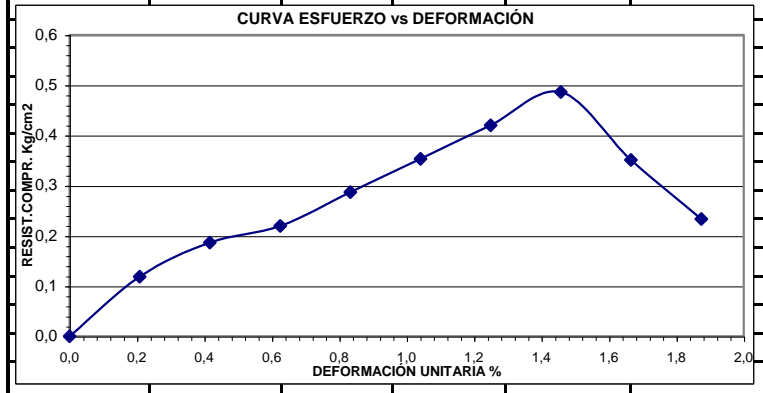
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

*Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros*

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 6 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **1**
 % Cemento **8,0%**
 % Polímero **0,0%**
 % Humedad adicional **4,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,21	8,57	0,12
10	11	1,60	0,42	8,59	0,19
15	13	1,89	0,62	8,61	0,22
20	17	2,47	0,83	8,62	0,29
25	21	3,06	1,04	8,64	0,35
30	25	3,64	1,25	8,66	0,42
35	29	4,22	1,46	8,68	0,49
40	21	3,06	1,67	8,70	0,35
45	14	2,04	1,87	8,72	0,23



Medidas de la muestra	
Diametro:	3,3 cm.
Altura:	6,10 cm.
Altura:	2,40 pulg.
Area:	8,55 cm ²
Volumen:	52,17 cm ³
Humedad	
Peso humedo:	91,74 gr.
Peso seco:	88,66 gr.
Humedad:	3,47 %
Peso Unitario (kg/cm ³)	
Peso unitario humedo	1,758
Peso unitario seco	1,699
Constante del Anillo de Carga	
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.
Area corregida	
$Ac = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$	
Def. Unitaria = Deformación / Altura	
Esquema de la muestra en la falla	
Resistencia Máxima	
0,49	Kg/cm ²

Observaciones:

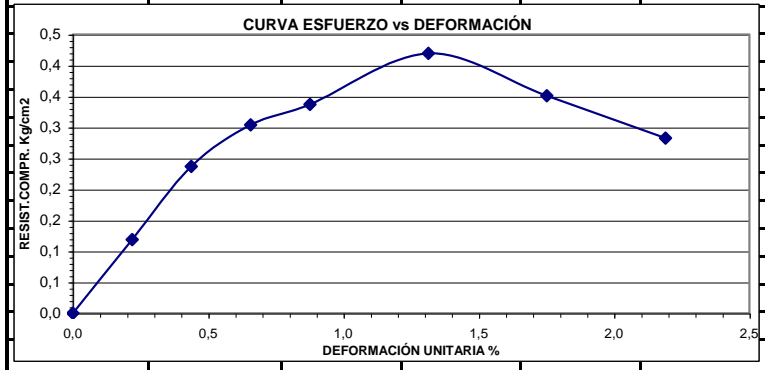
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 6 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *8,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,22	8,57	0,12
10	14	2,04	0,44	8,59	0,24
15	18	2,62	0,66	8,61	0,30
20	20	2,91	0,88	8,63	0,34
30	25	3,64	1,31	8,67	0,42
40	21	3,06	1,75	8,71	0,35
50	17	2,47	2,19	8,74	0,28



Observaciones:

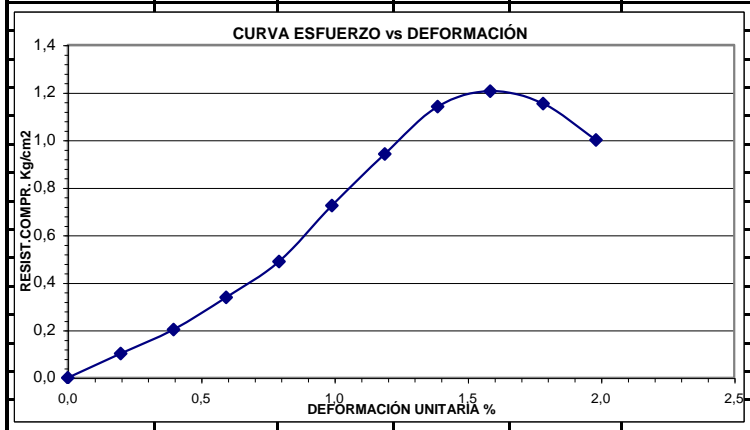
Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>5,80</i>	cm.
Altura:	<i>2,28</i>	pulg.
Area:	<i>8,55</i>	cm ²
Volumen:	<i>49,61</i>	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>87,52</i>	gr.
Peso seco:	<i>84,58</i>	gr.
Humedad:	<i>3,47</i>	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	<i>1,764</i>	
Peso unitario seco	<i>1,705</i>	
Constante del Anillo de Carga		
<i>0,1455</i>	<i>kg/10⁻⁴ pulg.</i>	
Area corregida		
<i>Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)</i>		
<i>Def. Unitaria = Deformación/ Altura</i>		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>0,42</i>	<i>Kg/cm²</i>	

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 6 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *1*
 % Cemento: *8,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	6	0,87	0,20	8,57	0,10
10	12	1,75	0,40	8,59	0,20
15	20	2,91	0,59	8,60	0,34
20	29	4,22	0,79	8,62	0,49
25	43	6,26	0,99	8,64	0,72
30	56	8,15	1,19	8,66	0,94
35	68	9,89	1,39	8,67	1,14
40	72	10,48	1,59	8,69	1,21
45	69	10,04	1,78	8,71	1,15
50	60	8,73	1,98	8,73	1,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	6,41	cm.
Altura:	2,52	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	54,82	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	97,31	gr.
Peso seco:	94,05	gr.
Humedad:	3,47	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,775	
Peso unitario seco	1,715	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
1,21	Kg/cm ²	

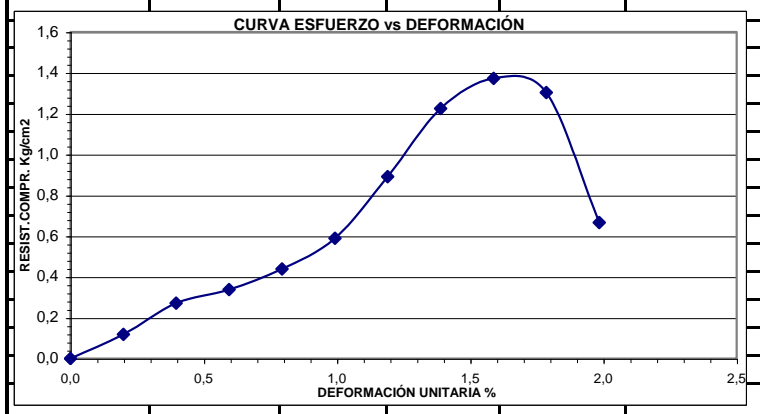
Observaciones:

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 6 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *1*
 % Cemento: *8,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,20	8,57	0,12
10	16	2,33	0,40	8,59	0,27
15	20	2,91	0,60	8,60	0,34
20	26	3,78	0,79	8,62	0,44
25	35	5,09	0,99	8,64	0,59
30	53	7,71	1,19	8,66	0,89
35	73	10,62	1,39	8,67	1,22
40	82	11,93	1,59	8,69	1,37
45	78	11,35	1,79	8,71	1,30
50	40	5,82	1,98	8,73	0,67



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	6,40	cm.
Altura:	2,52	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	54,74	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	97,02	gr.
Peso seco:	93,77	gr.
Humedad:	3,47	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,772	
Peso unitario seco	1,713	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
1,37	Kg/cm ²	

Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
Curado: *Aire*
Fecha: *Agosto 5 de 2004*

Días de curado *7*
Muestra No. *1*
% Cemento *10,0%*
% Polímero *0,0%*
% Humedad adicional *5,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,18	8,57	0,12
10	20	2,91	0,36	8,58	0,34
15	34	4,95	0,53	8,60	0,58
20	50	7,28	0,71	8,61	0,84
30	95	13,82	1,07	8,65	1,60
40	136	19,79	1,42	8,68	2,28
50	178	25,90	1,78	8,71	2,97
60	100	14,55	2,14	8,74	1,66

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>109,56</i>	gr.
Peso seco:	<i>104,89</i>	gr.
Humedad:	4,45	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo		1,797
Peso unitario seco		1,720
Constante del Anillo de Carga		
	0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div> </div>		
Resistencia Máxima		
<i>2,97</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

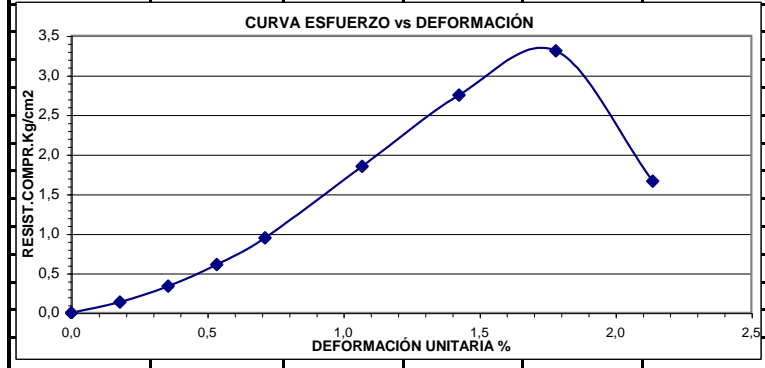
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 5 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **2**
 % Cemento **10,0%**
 % Polímero **0,0%**
 % Humedad adicional **5,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	1,16	0,18	8,57	0,14
10	20	2,91	0,36	8,58	0,34
15	36	5,24	0,53	8,60	0,61
20	56	8,15	0,71	8,61	0,95
30	110	16,01	1,07	8,65	1,85
40	164	23,86	1,42	8,68	2,75
50	198	28,81	1,78	8,71	3,31
60	100	14,55	2,14	8,74	1,66



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	109,70	gr.
Peso seco:	105,03	gr.
Humedad:	4,45	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,799	
Peso unitario seco	1,722	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
3,31	Kg/cm ²	

Observaciones:

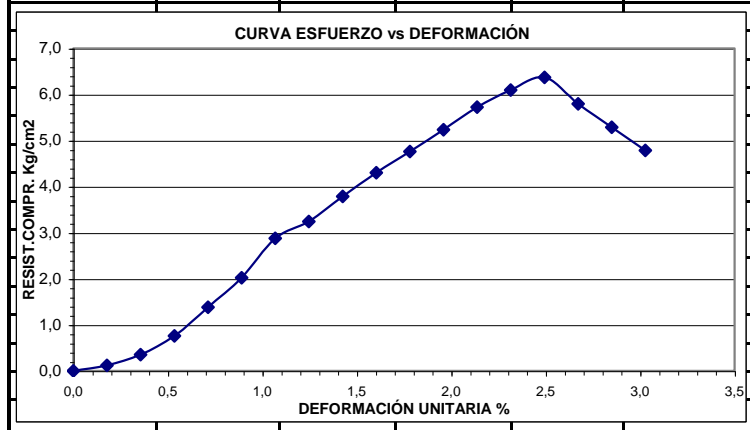
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 5 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *10,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *5,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	1,02	0,18	8,57	0,12
10	21	3,06	0,36	8,58	0,36
15	45	6,55	0,53	8,60	0,76
20	82	11,93	0,71	8,61	1,39
25	120	17,46	0,89	8,63	2,02
30	171	24,88	1,07	8,65	2,88
35	193	28,08	1,25	8,66	3,24
40	226	32,88	1,42	8,68	3,79
45	257	37,39	1,60	8,69	4,30
50	285	41,47	1,78	8,71	4,76
55	314	45,69	1,96	8,72	5,24
60	344	50,05	2,14	8,74	5,73
65	367	53,40	2,32	8,76	6,10
70	384	55,87	2,49	8,77	6,37
75	350	50,93	2,67	8,79	5,79
80	320	46,56	2,85	8,80	5,29
85	290	42,20	3,03	8,82	4,78



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>110,36</i>	gr.
Peso seco:	<i>105,66</i>	gr.
Humedad:	4,45	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,810	
Peso unitario seco	1,733	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>6,37</i>	Kg/cm ²	

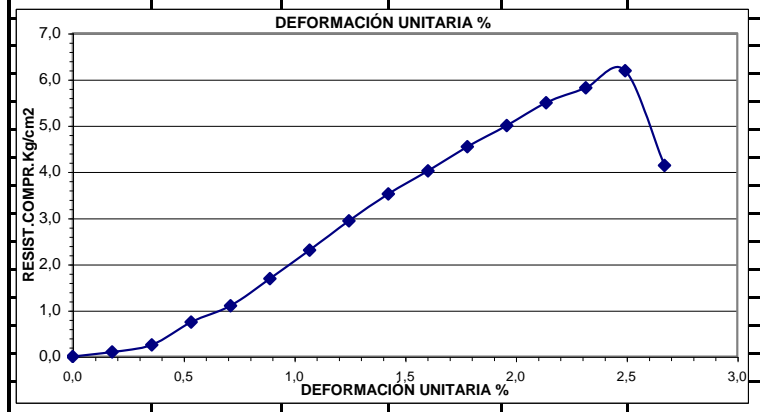
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 5 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *10,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *5,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	6	0,87	0,18	8,57	0,10
10	15	2,18	0,36	8,58	0,25
15	44	6,40	0,53	8,60	0,74
20	65	9,46	0,71	8,61	1,10
25	100	14,55	0,89	8,63	1,69
30	137	19,93	1,07	8,65	2,31
35	175	25,46	1,25	8,66	2,94
40	210	30,56	1,42	8,68	3,52
45	240	34,92	1,60	8,69	4,02
50	272	39,58	1,78	8,71	4,54
55	300	43,65	1,96	8,72	5,00
60	330	48,02	2,14	8,74	5,49
65	350	50,93	2,32	8,76	5,82
70	373	54,27	2,49	8,77	6,19
75	250	36,38	2,67	8,79	4,14



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>109,18</i>	gr.
Peso seco:	<i>104,53</i>	gr.
Humedad:	4,45	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,790	
Peso unitario seco	1,714	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>6,19</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

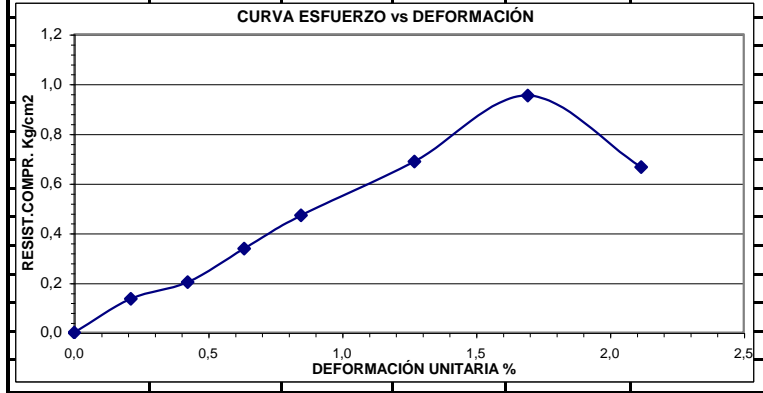
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: Mezcla de arena-cemento
Curado: Aire
Fecha: Agosto 2 de 2004

Días de curado 7
Muestra No. 1
% Cemento 4,0%
% Polímero 0,0%
% Humedad adicional 4,0%

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	1,16	0,21	8,57	0,14
10	12	1,75	0,42	8,59	0,20
15	20	2,91	0,64	8,61	0,34
20	28	4,07	0,85	8,63	0,47
30	41	5,97	1,27	8,66	0,69
40	57	8,29	1,69	8,70	0,95
50	40	5,82	2,12	8,74	0,67



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	6,0	cm.
Altura:	2,36	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	51,32	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	83,08	gr.
Peso seco:	80,44	gr.
Humedad:	3,28	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,619	
Peso unitario seco	1,568	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=	Ao/(1-Deformación Unitaria)	
Def. Unitaria =	Deformación/ Altura	
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
0,95	Kg/cm ²	

Observaciones:

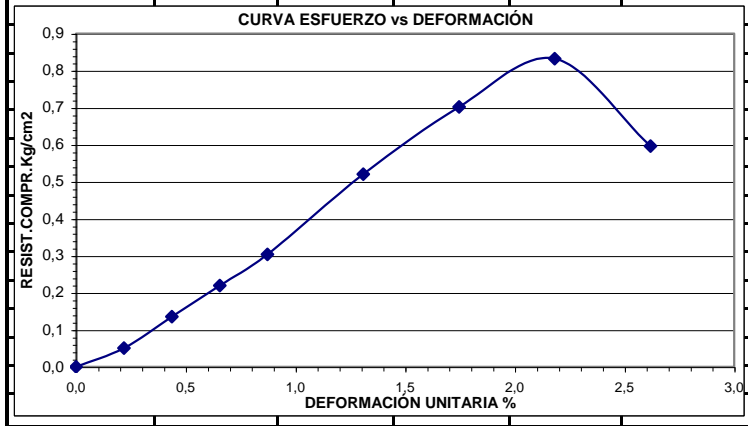
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 2 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	0,44	0,22	8,57	0,05
10	8	1,16	0,44	8,59	0,14
15	13	1,89	0,65	8,61	0,22
20	18	2,62	0,87	8,63	0,30
30	31	4,51	1,31	8,67	0,52
40	42	6,11	1,75	8,70	0,70
50	50	7,28	2,18	8,74	0,83
60	36	5,24	2,62	8,78	0,60



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	5,82	cm.
Altura:	2,29	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	49,78	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	81,13	gr.
Peso seco:	78,55	gr.
Humedad:	3,28	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,630	
Peso unitario seco	1,578	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
0,83	Kg/cm ²	

Observaciones:

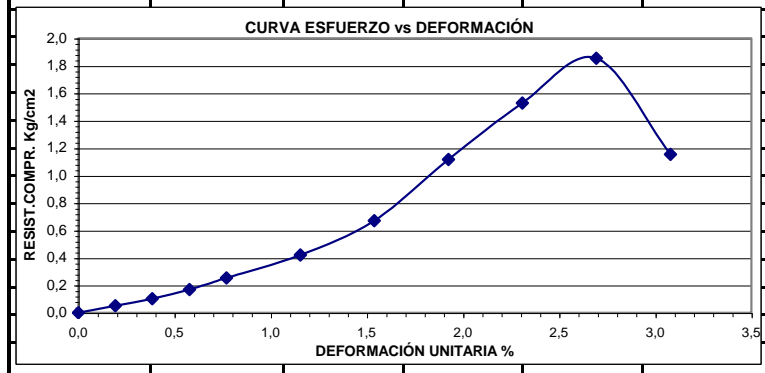
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 2 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *4,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	0,44	0,19	8,57	0,05
10	6	0,87	0,38	8,59	0,10
15	10	1,46	0,58	8,60	0,17
20	15	2,18	0,77	8,62	0,25
30	25	3,64	1,15	8,65	0,42
40	40	5,82	1,54	8,69	0,67
50	67	9,75	1,92	8,72	1,12
60	92	13,39	2,31	8,76	1,53
70	112	16,30	2,69	8,79	1,85
80	70	10,19	3,08	8,82	1,15



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	6,6	cm.
Altura:	2,60	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	56,45	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	93,64	gr.
Peso seco:	90,67	gr.
Humedad:	3,28	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,659	
Peso unitario seco	1,606	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴	pulg.
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
1,85	Kg/cm ²	

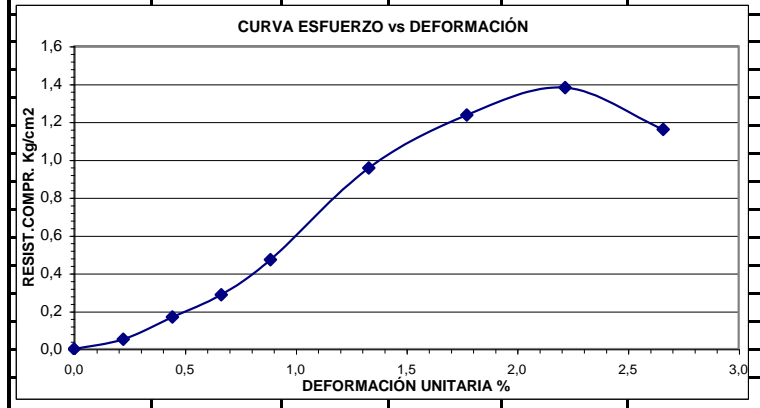
Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 2 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *4*
 % Cemento: *4,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *4,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	3	0,44	0,22	8,57	0,05
10	10	1,46	0,44	8,59	0,17
15	17	2,47	0,66	8,61	0,29
20	28	4,07	0,89	8,63	0,47
30	57	8,29	1,33	8,67	0,96
40	74	10,77	1,77	8,71	1,24
50	83	12,08	2,22	8,75	1,38
60	70	10,19	2,66	8,79	1,16



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>5,73</i>	cm.
Altura:	2,26	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	49,01	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>80,91</i>	gr.
Peso seco:	<i>78,34</i>	gr.
Humedad:	3,28	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,651	
Peso unitario seco	1,599	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>1,38</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

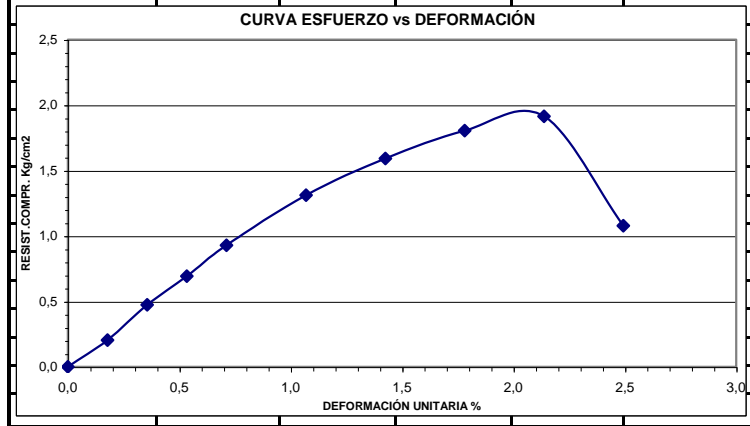
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 3 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *6,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *6,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	12	1,75	0,18	8,57	0,20
10	28	4,07	0,36	8,58	0,47
15	41	5,97	0,53	8,60	0,69
20	55	8,00	0,71	8,61	0,93
30	78	11,35	1,07	8,65	1,31
40	95	13,82	1,42	8,68	1,59
50	108	15,71	1,78	8,71	1,80
60	115	16,73	2,14	8,74	1,91
70	65	9,46	2,49	8,77	1,08



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	103,69	gr.
Peso seco:	98,87	gr.
Humedad:	4,88	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,700	
Peso unitario seco	1,621	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
1,91	Kg/cm ²	


EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

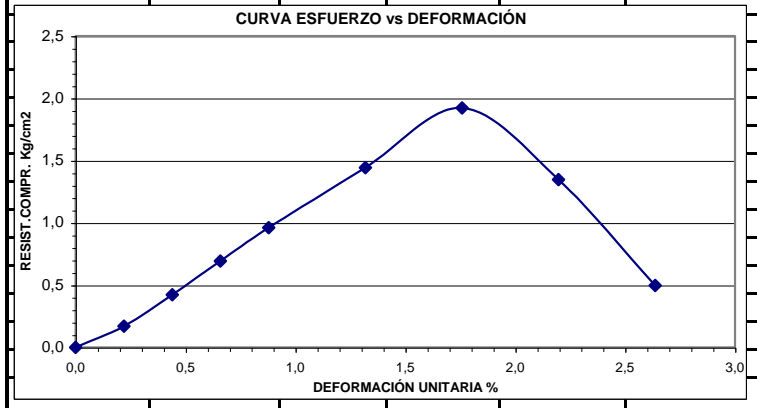
Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 3 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *6,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *6,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	10	1,46	0,22	8,57	0,17
10	25	3,64	0,44	8,59	0,42
15	41	5,97	0,66	8,61	0,69
20	57	8,29	0,88	8,63	0,96
30	86	12,51	1,32	8,67	1,44
40	115	16,73	1,76	8,71	1,92
50	81	11,79	2,20	8,75	1,35
60	30	4,37	2,64	8,78	0,50

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	5,78	cm.
Altura:	2,28	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	49,44	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	84,74	gr.
Peso seco:	80,80	gr.
Humedad:	4,88	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,714	
Peso unitario seco	1,634	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
1,92	Kg/cm ²	



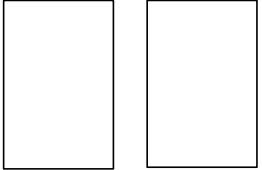
Observaciones:

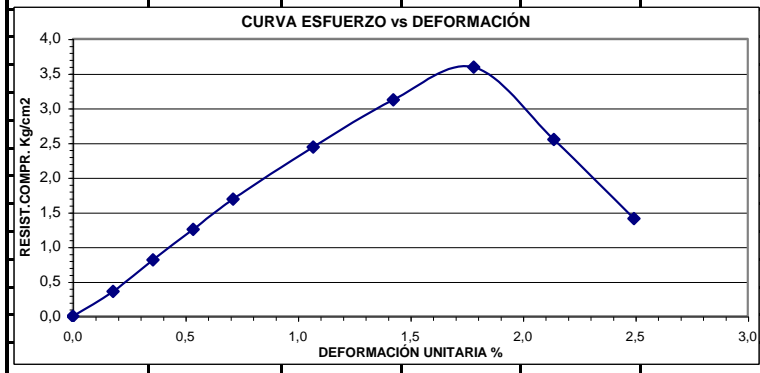
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: **Mezcla de arena-cemento**
 Curado: **Inmersión**
 Fecha: **Agosto 3 de 2004**

Días de curado **7**
 Muestra No. **3**
 % Cemento **6,0%**
 % Polímero **0,0%**
 % Humedad adicional **6,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	21	3,06	0,18	8,57	0,36
10	48	6,98	0,36	8,58	0,81
15	74	10,77	0,53	8,60	1,25
20	100	14,55	0,71	8,61	1,69
30	145	21,10	1,07	8,65	2,44
40	186	27,06	1,42	8,68	3,12
50	215	31,28	1,78	8,71	3,59
60	153	22,26	2,14	8,74	2,55
70	85	12,37	2,49	8,77	1,41

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	105,09	gr.
Peso seco:	100,20	gr.
Humedad:	4,88	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,723	
Peso unitario seco	1,643	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
		
Resistencia Máxima		
3,59	Kg/cm ²	



Observaciones:

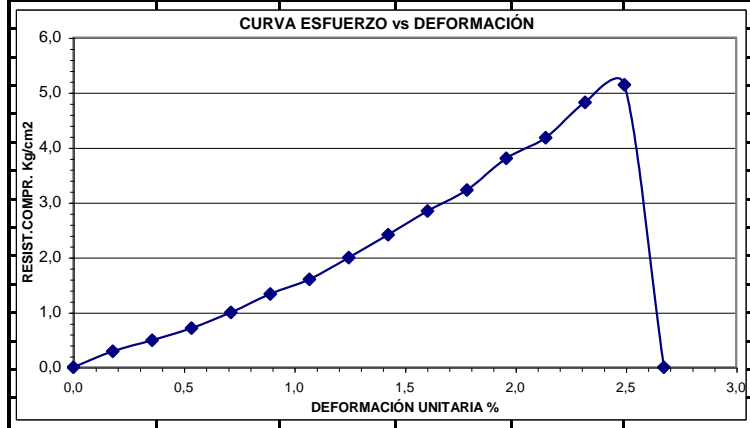
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 11 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *1*
 % Cemento *8,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *8,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	17	2,47	0,18	8,57	0,29
10	29	4,22	0,36	8,58	0,49
15	42	6,11	0,53	8,60	0,71
20	59	8,58	0,71	8,61	1,00
25	79	11,49	0,89	8,63	1,33
30	95	13,82	1,07	8,65	1,60
35	119	17,31	1,25	8,66	2,00
40	144	20,95	1,42	8,68	2,41
45	170	24,74	1,60	8,69	2,85
50	193	28,08	1,78	8,71	3,22
55	228	33,17	1,96	8,72	3,80
60	251	36,52	2,14	8,74	4,18
65	290	42,20	2,32	8,76	4,82
70	310	45,11	2,49	8,77	5,14
75	0	0,00	2,67	8,79	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>112,56</i>	gr.
Peso seco:	<i>105,59</i>	gr.
Humedad:	6,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,846	
Peso unitario seco	1,731	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$A_c = A_o / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>5,14</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

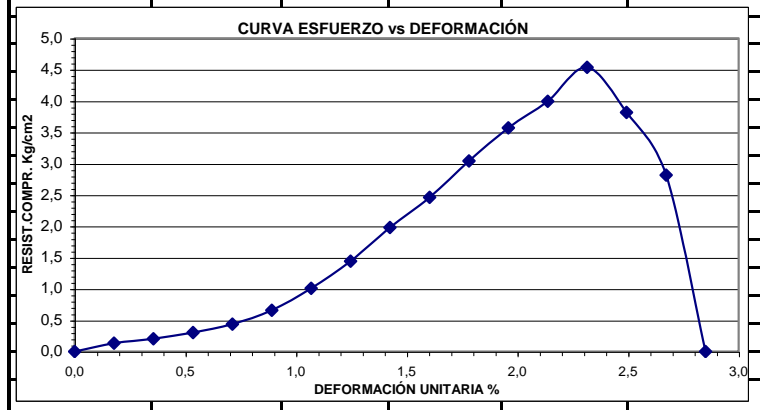
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 11 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *2*
 % Cemento *8,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *8,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	8	1,16	0,18	8,57	0,14
10	12	1,75	0,36	8,58	0,20
15	18	2,62	0,53	8,60	0,30
20	26	3,78	0,71	8,61	0,44
25	39	5,67	0,89	8,63	0,66
30	60	8,73	1,07	8,65	1,01
35	86	12,51	1,25	8,66	1,44
40	118	17,17	1,42	8,68	1,98
45	147	21,39	1,60	8,69	2,46
50	182	26,48	1,78	8,71	3,04
55	214	31,14	1,96	8,72	3,57
60	240	34,92	2,14	8,74	4,00
65	273	39,72	2,32	8,76	4,54
70	230	33,47	2,49	8,77	3,82
75	170	24,74	2,67	8,79	2,81
80	0	0,00	2,85	8,80	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	<i>2,81</i>	pulg.
Area:	<i>8,55</i>	cm ²
Volumen:	<i>60,98</i>	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>112,18</i>	gr.
Peso seco:	<i>105,23</i>	gr.
Humedad:	<i>6,60</i>	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	<i>1,840</i>	
Peso unitario seco	<i>1,726</i>	
Constante del Anillo de Carga		
<i>0,1455</i>	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>4,54</i>	Kg/cm ²	

Observaciones:

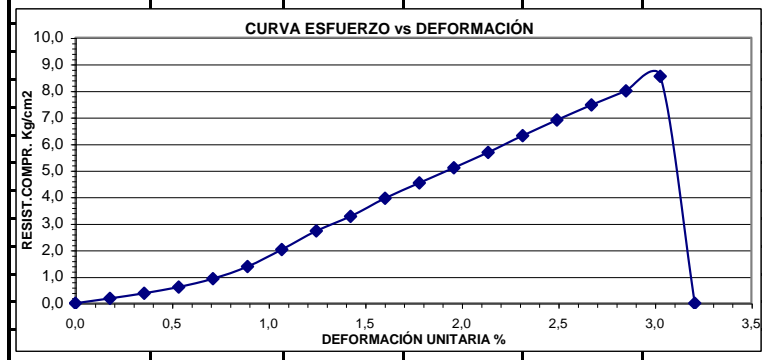
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 11 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *3*
 % Cemento *8,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *8,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	11	1,60	0,18	8,57	0,19
10	22	3,20	0,36	8,58	0,37
15	36	5,24	0,53	8,60	0,61
20	55	8,00	0,71	8,61	0,93
25	82	11,93	0,89	8,63	1,38
30	120	17,46	1,07	8,65	2,02
35	162	23,57	1,25	8,66	2,72
40	195	28,37	1,42	8,68	3,27
45	236	34,34	1,60	8,69	3,95
50	271	39,43	1,78	8,71	4,53
55	306	44,52	1,96	8,72	5,10
60	341	49,62	2,14	8,74	5,68
65	380	55,29	2,32	8,76	6,31
70	416	60,53	2,49	8,77	6,90
75	451	65,62	2,67	8,79	7,47
80	484	70,42	2,85	8,80	8,00
85	518	75,37	3,03	8,82	8,55
90	0	0,00	3,21	8,84	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	113,05	gr.
Peso seco:	106,05	gr.
Humedad:	6,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,854	
Peso unitario seco	1,739	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
8,55	Kg/cm ²	

Observaciones:

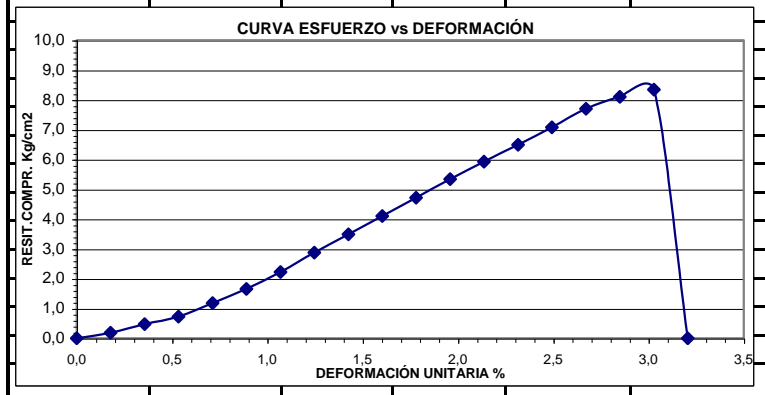
EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de suelos y Pavimentos
 Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 11 de 2004*

Días de curado *7*
 Muestra No. *4*
 % Cemento *8,0%*
 % Polímero *0,0%*
 % Humedad adicional *8,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	11	1,60	0,18	8,57	0,19
10	28	4,07	0,36	8,58	0,47
15	43	6,26	0,53	8,60	0,73
20	70	10,19	0,71	8,61	1,18
25	98	14,26	0,89	8,63	1,65
30	132	19,21	1,07	8,65	2,22
35	171	24,88	1,25	8,66	2,87
40	208	30,26	1,42	8,68	3,49
45	245	35,65	1,60	8,69	4,10
50	282	41,03	1,78	8,71	4,71
55	320	46,56	1,96	8,72	5,34
60	356	51,80	2,14	8,74	5,93
65	391	56,89	2,32	8,76	6,50
70	427	62,13	2,49	8,77	7,08
75	465	67,66	2,67	8,79	7,70
80	490	71,30	2,85	8,80	8,10
85	506	73,62	3,03	8,82	8,35
90	0	0,00	3,21	8,84	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	112,32	gr.
Peso seco:	105,37	gr.
Humedad:	6,60	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,842	
Peso unitario seco	1,728	
Constante del Anillo de Carga		
0,1455	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
8,35	Kg/cm ²	

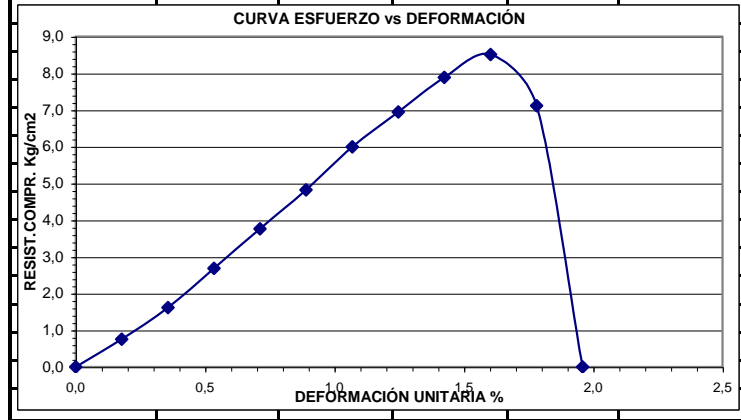
Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 12 de 2004*

Días de curado **7**
 Muestra No. **1**
 % Cemento **10,0%**
 % Polímero **0,0%**
 % Humedad adicional **10,0%**

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	15	13,88	0,36	8,58	1,62
15	25	23,13	0,53	8,60	2,69
20	35	32,38	0,71	8,61	3,76
25	45	41,63	0,89	8,63	4,82
30	56	51,80	1,07	8,65	5,99
35	65	60,13	1,25	8,66	6,94
40	74	68,45	1,42	8,68	7,89
45	80	74,00	1,60	8,69	8,51
50	67	61,98	1,78	8,71	7,12
55	0	0,00	1,96	8,72	0,00



Observaciones:

Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	115,46	gr.
Peso seco:	106,86	gr.
Humedad:	8,05	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,893	
Peso unitario seco	1,752	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
Ac= Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
8,51	Kg/cm ²	

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

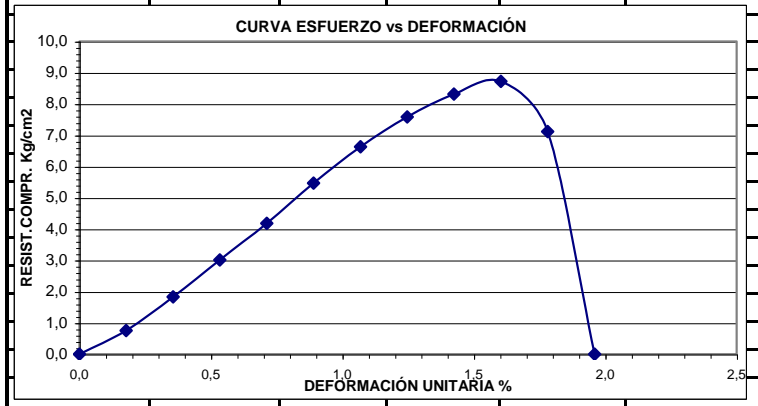
Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de suelos y Pavimentos
Estabilización de arenas mediante materiales polímeros

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Aire*
 Fecha: *Agosto 12 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *2*
 % Cemento: *10,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *10,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	7	6,48	0,18	8,57	0,76
10	17	15,73	0,36	8,58	1,83
15	28	25,90	0,53	8,60	3,01
20	39	36,08	0,71	8,61	4,19
25	51	47,18	0,89	8,63	5,47
30	62	57,35	1,07	8,65	6,63
35	71	65,68	1,25	8,66	7,58
40	78	72,15	1,42	8,68	8,32
45	82	75,85	1,60	8,69	8,73
50	67	61,98	1,78	8,71	7,12
55	0	0,00	1,96	8,72	0,00

Medidas de la muestra		
Diametro:	<i>3,3</i>	cm.
Altura:	<i>7,13</i>	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	<i>112,18</i>	gr.
Peso seco:	<i>103,82</i>	gr.
Humedad:	8,05	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,840	
Peso unitario seco	1,702	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴	pulg.
Area corregida		
Ac=Ao/(1-Deformación Unitaria)		
Def. Unitaria = Deformación/ Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
<i>8,73</i>	Kg/cm ²	



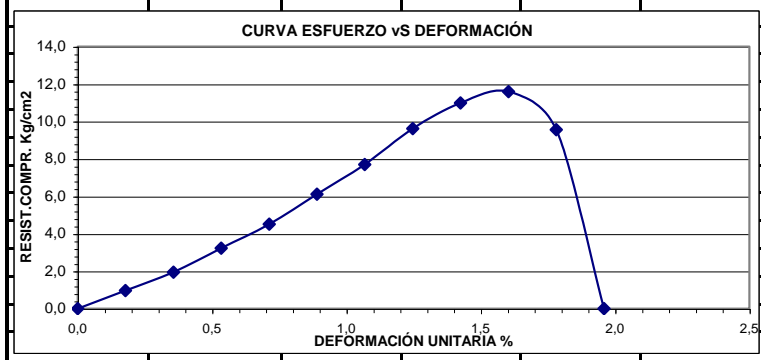
Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

Descripción: *Mezcla de arena-cemento*
 Curado: *Inmersión*
 Fecha: *Agosto 12 de 2004*

Días de curado: *7*
 Muestra No.: *3*
 % Cemento: *10,0%*
 % Polímero: *0,0%*
 % Humedad adicional: *10,0%*

Deformación (0.001")	Lectura de Carga (0.0001")	Carga Kg	E	Area Corregida cm ²	Resistencia kg/cm ²
0	0	0,00	0,00	8,55	0,00
5	9	8,33	0,18	8,57	0,97
10	18	16,65	0,36	8,58	1,94
15	30	27,75	0,53	8,60	3,23
20	42	38,85	0,71	8,61	4,51
25	57	52,73	0,89	8,63	6,11
30	72	66,60	1,07	8,65	7,70
35	90	83,25	1,25	8,66	9,61
40	103	95,28	1,42	8,68	10,98
45	109	100,83	1,60	8,69	11,60
50	90	83,25	1,78	8,71	9,56
55	0	0,00	1,96	8,72	0,00



Medidas de la muestra		
Diametro:	3,3	cm.
Altura:	7,13	cm.
Altura:	2,81	pulg.
Area:	8,55	cm ²
Volumen:	60,98	cm ³
Humedad		
Peso humedo:	113,87	gr.
Peso seco:	105,39	gr.
Humedad:	8,05	%
Peso Unitario (kg/cm ³)		
Peso unitario humedo	1,867	
Peso unitario seco	1,728	
Constante del Anillo de Carga		
0,925	kg/10 ⁻⁴ pulg.	
Area corregida		
$Ac = Ao / (1 - \text{Deformación Unitaria})$		
Def. Unitaria = Deformación / Altura		
Esquema de la muestra en la falla		
Resistencia Máxima		
11,60	Kg/cm ²	

Observaciones:

EIMAR ANDRÉS SANDOVAL VALLEJO

