



**FYM**  
Italcementi Group

Cemento • Hormigón • Áridos • Morteros • Aditivos



**Stabex**<sup>®</sup>

Estabilizador natural de suelos

MANUAL TÉCNICO

# Índice

INTRODUCCIÓN

- 1** PRESTACIONES TÉCNICAS
- 2** APLICACIONES DE STABEX®
- 3** CARACTERÍSTICAS DE STABEX®
- 4** CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR UN SUELO PARA SER TRATADO CON STABEX
- 5** PREPARACIÓN DEL SOPORTE PARA EL PAVIMENTO
- 6** CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA ARENA PARA SER TRATADA CON STABEX®.
- 7** ENSAYOS EN LABORATORIO
- 8** PAUTAS DE DOSIFICACIÓN Y ESPESOR DEL PAVIMENTO
- 9** FABRICACIÓN
- 10** APLICACIONES
- 11** CONTROL DE OBRA
- 12** PRECAUCIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO
- 13** APERTURA A LA CIRCULACIÓN
- 14** MANTENIMIENTO
- 15** ALMACENAJE
- 16** ANEXOS
  - 16.1** UNIDAD DE OBRA
  - 16.2** EJEMPLO DE CÁLCULO
  - 16.3** FICHA TÉCNICA DE STABEX®



# Introducción

Para responder a las necesidades de los usuarios, un suelo estabilizado debe cumplir varios **requisitos**:

## CÓMODO

- Ser cómodo de usar, tanto para los vehículos ligeros como para los peatones.

1

## DURABLE

- Durable en función del uso. Teniendo en cuenta tanto los esfuerzos generados por los usuarios como los derivados de las agresiones del clima.

3

## ADECUADO

- Adecuado al tipo de uso al que está destinado: vía peatonal, zona de juegos, etc.

2

## CONCEPCIÓN

- Stabex® está concebido para la construcción de pavimentos con arena tratada en los que se registre una circulación débil, así como para la estabilización de suelos ya existentes. El conglomerante no modifica ni el aspecto ni la tonalidad del material tratado.

4

# 1. Prestaciones técnicas

Los suelos estabilizados FYM son soluciones constructivas que mejoran las prestaciones y puesta en obra de suelos y materiales finos y granulares.

Stabex® está compuesto de una mezcla de cal natural hidráulica y un conglomerante hidráulico.

La cal natural hidráulica es el conglomerante más adaptado al tratamiento de suelos, ya que baja su contenido en agua, floclula las arcillas y facilita la compactación. Impermeabiliza el suelo, manteniendo una porosidad suficiente que le permite “respirar”.

El conglomerante hidráulico mejora sus propiedades mecánicas, aumentando la capacidad portante y permitiendo así una rápida puesta en circulación. Stabex® proporciona a los usuarios:

## PRESTACIONES

- Buen confort de marcha en cualquier estación (no se forman charcos, ni roderas, ni emite polvo).
- Buena capacidad drenante.
- No necesita mantenimiento.
- De fácil reparación y reversibilidad de la intervención. Los materiales tratados con Stabex® pueden someterse a nuevas excavaciones con herramientas mecánicas simples o maquinaria de movimiento de tierras.

Stabex® mejora el comportamiento de los suelos naturales y aumenta su durabilidad, ya que:

## DURABILIDAD

- Incrementa la resistencia a la erosión (incluso en pendientes) gracias a una alta cohesión del material.
- Incrementa la resistencia a las agresiones del clima: lluvia, escorrentía, viento, etc.
- El fraguado y endurecimiento de Stabex® son lentos, lo que limita la retracción y el riesgo de fisuras. Mejor compatibilidad con juntas de corcho, madera, etc.

Todas estas prestaciones se obtienen combinándose con la capacidad estética:

## ESTÉTICA

- Conserva el aspecto rústico del sendero o camino, y su color natural, al integrarse perfectamente en el entorno, tomando el color del suelo de base utilizado, dada la claridad del conglomerante.
- Combina armoniosamente con el paisaje y el entorno.

## 2. Aplicaciones de Stabex®

Las arenas tratadas con Stabex permiten diversos acabados. Estos serán función de las dosificaciones finales adoptadas y/o los tratamientos superficiales aplicados. La terminación, en función de las distintas posibilidades, va desde aspecto natural con grano poco o muy suelto hasta aspecto de hormigón liso compactado y coloreado, mediante colorantes añadidos a la mezcla.

## 3. Características de Stabex®

Las características técnicas de Stabex® son las siguientes:

Color del polvo	Muy claro
Densidad aparente	0,9 kg/l
Densidad absoluta	2,7 kg/l
Rechazos a 90 µm	< 3%
Superficie específica Blaine	> 5.000 cm <sup>2</sup> /g
Resistencia a compresión transcurridos 56 días (EN 196-1)	> 20 MPa

Stabex® puede adquirirse en sacos de 35 kg en almacenes de materiales de construcción o bien a granel en camión cisterna de 25 toneladas. Stabex® debe almacenarse en un lugar seco y ventilado a fin de evitar la hidratación del conglomerante por efecto de la humedad.

## 4. Características que debe cumplir un suelo para ser tratado con Stabex®

La mayoría de materiales sedimentarios pueden tratarse con Stabex® (arena, mezcla de gravas no clasificadas, etc) como normal general los suelos deberán ser ensayados en laboratorio para determinar la dotación deligante más adecuada dado que los suelos pueden presentar plasticidad variada. No utilice Stabex® en suelos que contengan altos contenidos de sulfatos, tierra vegetal o materia orgánica.

## 5. Preparación del suelo para el pavimento

Retire la tierra vegetal que pueda haber en la superficie. Descompacte el suelo que hay que estabilizar con la ayuda de un preparador del suelo (tipo MGM o similar) o bien un pulverizador-mezclador (tipo RACO o similar), o eventualmente un motocultor tipo rotavator. El Director de Obra o el Constructor deberá asegurarse de que el suelo puede aguantar sin deformarse los esfuerzos debidos al tráfico y transmitidos por la capa tratada. Si la capacidad de soporte es suficiente, se nivelará intentando no compensar zonas altas con bajas y se compactará.

En la siguiente tabla se dan indicaciones de características exigibles y cómo identificarlos visualmente, para estabilizarlos según su uso previsto.

TIPO DE USO	VÍAS PEATONALES Y PISTAS PARA BICICLETAS	VÍAS POR LAS QUE CIRCULAN VEHÍCULOS LIGEROS
CBR*	3-5	5-10
Identificación del suelo mediante su inspección visual	-Formados en general por partículas finas y plásticas. -Puede contener también algo de materia orgánica, detectable por su color oscuro y su olor (análogos a los de la tierra vegetal), u otros materiales que pueden provocar deformaciones apreciables. Así mismo puede ser el caso de rellenos recientes poco compactos, que en general se reconocen por contener en su interior restos o desechos, por ejemplo plásticos, cascotes, etc.	-Suelos granulares (gravas, arenas, etc.) con partículas finas relativamente plásticas.  -Terrenos deformables, pero no exageradamente, con el paso de unos pocos vehículos pesados sobre la explanada húmeda, siendo posible la circulación.
Si la capacidad de soporte es insuficiente, habrá que proceder a un vaciado y a la ejecución de una capa de asiento	15 cm tras compactación con zahorra natural o artificial de diámetro máximo 50 mm.	20 cm tras compactación con zahorra natural o artificial de diámetro máximo 65 mm.
Dosificación de Stabex® (% en peso de los materiales secos)*	≥ 5%	≥ 7%
Espesor de la capa de suelo tratado y compactado*	7 cm como mínimo	15 cm como mínimo

Tabla 1. Características del suelo (\*Datos orientativos. Será necesario realizar tramo de prueba.)

## 6. Características que debe cumplir la arena para ser tratada con Stabex®

En los casos que se requiera aporte de arenas, ésta debe tener las siguientes características:

- Estar libre de tierra vegetal, materias orgánicas o sulfatos.
- Tener un equivalente de arena (EA) superior a 40.
- Tener un valor de azul de metileno inferior al 2%.
- Tener un contenido de elementos finos (< 80 µm) equivalente, como mínimo, del 8%.
- Deben evitarse áridos frágiles, como por ejemplo los elementos calcáreos blandos, que son susceptibles de deshacerse rápidamente con el tráfico de la vía, así como la arena rodada de río, de difícil compactación.
- Asimismo, hay que evitar el árido demasiado absorbente (con un coeficiente de absorción de agua superior al 5%), ya que pueden alterar la hidratación de Stabex®.

Observaciones: Pueden utilizarse también otros materiales cuyos elementos de mayor tamaño tengan un diámetro máximo (D<sub>máx</sub>) de entre 6 y 15 mm.

## 7. Ensayos en laboratorio

Previamente a la construcción del pavimento se realizarán los ensayos de laboratorio siguientes:

- Granulometría del suelo.
- Proctor normal (densidad y humedad óptimas).
- Resistencia a compresión de la mezcla o mezclas, escogidas en función del aspecto y las prestaciones deseadas

Materiales excesivamente gruesos o finos exigirán mayores dosificaciones. Deberá estudiarse el material a estabilizar en cada caso, tendiendo a la menor dosificación de Stabex® posible, a fin de impedir la fisuración por retracción.

Resultados de laboratorio obtenidos en una arena caliza de trituración:

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE ARENA CALIZA DE TRITURACIÓN ENSAYO PROCTOR NORMAL				
% Stabex®	Condiciones de compactación		Resistencia a compresión (MPa)	
	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	7 DÍAS	28 DÍAS
5	2.22	7.6	2.4	4.8
7	2.21	7.2	4.8	7.3
11	2.23	8.2	5.6	9.1

Materiales excesivamente gruesos o finos exigirán mayores dosificaciones. Deberá estudiarse el material a estabilizar en cada caso, tendiendo a la menor dosificación de Stabex® posible, a fin de impedir la fisuración por retracción.

Es posible el uso combinado de grava hasta 15 mm. en espesores de más de 15 cm. y paso esporádico de vehículos pesados. La utilización de gravilla en la mezcla permite reducir la dotación de Stabex®.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA								
Tamices UNE	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.063
% Pasa	100	94.9	66.4	54.9	45.7	34.0	22.6	14.9
% Ret. Acumulado	0.0	5.1	33.6	45.1	54.3	66.0	77.4	85.1

## 8. Pautas de dosificación y espesor del pavimento

La dosificación de Stabex® deberá estar en función de las características del suelo a tratar, como naturaleza, granulometría, contenido de arcilla, etc. También estará relacionada con el acabado superficial a obtener. El contenido de agua previsto será el contenido de agua óptimo del Proctor normal obtenido para el suelo a tratar.

- En el caso de vías peatonales o aptas para bicicletas, la cantidad de Stabex® aconsejada es  $\geq 5\%$  del peso de los constituyentes secos. En lo que se refiere a las vías por las que pueden circular vehículos ligeros, será  $\geq 7\%$ .
- En caso de que no se disponga de las referencias de compactación Proctor del suelo tratado, podrá ajustarse el contenido de agua de la mezcla de forma que se obtenga una consistencia de «tierra húmeda».
- El agua utilizada deberá ser potable, o bien agua que cumpla los requisitos de la norma UNE-EN 1008:2007 sobre agua de amasado para hormigón.

	DOSIFICACIÓN (%)	HUMEDAD ÓPTIMA	ESPESOR RECOMENDADO (cm)
Vías peatonales	5	7	7-15
Parques	7	7	15-20
Zonas urbanas	11	8	>20

Tabla 2. Dosificaciones y espesores recomendados.

"La realización de un tramo de prueba resulta muy conveniente para establecer el procedimiento constructivo y comprobar el resultado final buscado."

	ACABADO GRANO SUELTO	ACABADO GRANO SEMI-SUELTO
Espesor del tratamiento*	$\geq 15$ cm tras la compactación	$\geq 15$ cm tras la compactación
Dosificación de Stabex® (% en peso de los materiales secos)*	5%	7%

Tabla 3. Acabado superficial (\*Espesor y dosificación orientativa. Será necesario realizar tramo de prueba.)

## 9. Fabricación

En el caso de no tener aportes de arena siga este procedimiento en obra:

- Extienda el producto Stabex® de forma regular, sobre la superficie del suelo descompactado.
- Mezcle con una pasada el suelo y el ligante, respetando las profundidades de mezclado indicadas en la tabla 2, con la ayuda de una máquina para la estabilización de suelos tipo recicladora WR 2500 de Wirtgen, o bien un pulverizador-mezclador (tipo RACO o similar).
- Rocíe el suelo con agua para conseguir la humedad deseada (consistencia de «tierra húmeda»).
- Vuelva a mezclar el suelo con Stabex®.
- Compacte el suelo tratado con un compactador de rodillo:
  - Una pasada sin vibración.
  - Una o varias pasadas dobles (ida y vuelta) con vibración. El número de pasadas irá en función del espesor y el aspecto final buscado.
  - Una última pasada sin vibración.

El objetivo de la compactación es lograr una densidad en seco del suelo tratado superior al 95% de la densidad al Proctor normal óptimo.

Finalizado el proceso de compactación, es necesario mantener la humedad de la superficie de la obra mediante riego pulverizado, durante un mínimo de 1 semana. Siempre se cuidará de no lavar la superficie recién compactada.

"La realización de un tramo de prueba resulta muy conveniente para establecer el procedimiento constructivo y comprobar el resultado final buscado."

Con Aportes extra de arena:

## MEZCLADO IN SITU.

"Se aconseja que la mezcla del Stabex con las arenas tratadas se realice siempre en planta de producción de hormigón con amasadora, para mejorar la homogeneidad de la mezcla"

En el caso de realizar el mezclado en obra, el proceso de mezclado puede realizarse in situ con la ayuda de una mezcladora de eje vertical o bien mezcladoras orbitales de acción forzada. Debe asegurarse una mezcla completa y uniforme de los materiales. El orden adecuado de mezcla es arena, Stabex® y por último añadir el agua. Batir al menos 5 minutos.

Se desaconseja su preparación en camiones hormigonera de planta y autohormigoneras de obra (tipo Carman) por el riesgo de formación de grumos.

## MEZCLADO EN PLANTA DE HORMIGÓN.

La arena tratada puede fabricarse en las plantas de producción de hormigón preparado **que cuenten con amasadora**. El orden adecuado de mezcla es arena, Stabex® y por último añadir el agua. Batir al menos 5 minutos. Para el control de la humedad óptima, resulta muy útil la referencia del amperímetro de la amasadora. Asegurarse siempre de la limpieza de las cintas (transportadoras, pesadoras) de áridos de granulometrías no deseadas, antes de comenzar el proceso de fabricación.

Asegurarse de que la hormigonera móvil está totalmente vacía y lo más seca posible. Puesto que el material ya se amasa en planta, el transporte hasta obra debe ser a bajas revoluciones.

Siga este procedimiento en obra, en el caso de necesitar aportes de arenas:



Foto 1. Humedezca el soporte sin encharcar la superficie.

# 10. Aplicaciones

Clasificación según el uso:

- Vías peatonales. Se calculan para resistir una presión de 0,01 a 0,1 MPa.
- Parques. En los que esté permitida una circulación débil de vehículos ligeros (< 3,5 toneladas, 20 kN/eje).
- Caminos rurales y vías verdes. Donde, excepcionalmente, puede permitirse la circulación de vehículos pesados por estas vías (hasta 113 kN/eje), como por ejemplo los camiones de recogida de R.S.U. o camiones de reparto, cuya carga por eje raramente supera las 10 toneladas. Se calculan para resistir una presión de alrededor de 0,2 MPa y los esfuerzos de arrancamiento en la interfaz neumático/revestimiento.

Foto 2. Extienda, manteniendo un grosor regular, la arena tratada sobre el soporte.





Foto 3. Nivele con regla la arena tratada.



Foto 5. Iguale la superficie y compacte la arena tratada con un compactador de rodillo.

Foto 4. El grosor mínimo del material compactado debe ser de entre 7 y 20 cm. Hay que tener en cuenta que la compactación produce una reducción del grosor del orden del 25%. Para ello se pueden usar tabloncillos, como referencia que suplementan el espesor al límite de la aplicación.



Foto 6. Detalle de subida a acera mediante rampa con tabloncillos.





Foto 7. Si es necesario, habrá que confinar la arena mediante tableros o chapa flexible. Esta chapa, en algunos casos, se utiliza a modo de encofrado perdido.



Foto 9. Existe la posibilidad de hacer que la superficie sea más granulosa (grano suelto), mediante barrido suave con escoba de cerdas de polipropileno, natural o de brezo, o también mediante rastrillado tras la compactación.



Foto 8.

• Para compactar el pavimento realizado con Stabex® será necesario lo siguiente:

- Una pasada sin vibración.
- Una o varias pasadas dobles (ida y vuelta) con vibración. El número de pasadas irá en función del espesor y el aspecto final buscado.
- Una última pasada sin vibración.

El objetivo de la compactación es lograr una densidad en seco de la arena tratada superior al 95% de la densidad de Proctor Normal.

Finalizado el proceso de compactación, es necesario mantener la humedad de la superficie de la obra mediante riego pulverizado, durante un mínimo de 1 semana. Siempre se cuidará de no lavar la superficie recién compactada. Se puede utilizar arpillera húmeda para cubrir la superficie tratada.

# 11. Control de obra

El Director de Obra establecerá la frecuencia de realización de ensayos de control. Estos ensayos consistirán en:

- Medida de la resistencia a 7 días mediante ensayo de resistencia a compresión (NLT-305). Fabricación de probetas según NLT-310
- Medida in situ de la densidad mínima a alcanzar. Esta deberá ser en el 90% de los casos superior al 95% del valor óptimo alcanzado según ensayo de Proctor Normal.

Resistencia media a compresión a 7 días (NLT-305)	Mínima (MPa)*	Máxima (MPa)*
Vías peatonales y pistas para bicicletas	2	4,5
Vías por las que circulan vehículos ligeros	4	6
Zonas urbanas con circulación esporádica de vehículos pesados	4,5	7

Tabla 3. Resistencia media a compresión a 7 días.  
\*Resistencias orientativas. Será necesario realizar tramo de prueba.

# 12. Precauciones en la construcción del pavimento

Precauciones que hay que tomar durante la aplicación del producto son:

- Compactar la arena tratada en las 2,5 horas siguientes a habérsele aplicado el tratamiento (transcurrido este tiempo, existe riesgo de dificultad de compactación).
- Evitar la combinación de bajos espesores de aplicación con rodillos muy pesados.
- Trabaje a una temperatura de entre +5 y +30 °C. Las temperaturas ambiente inferiores a +5 °C ralentizan considerablemente el fraguado de Stabex®. Si se trabaja a temperaturas superiores a +30 °C, se corre el riesgo de que Stabex® fragüe durante su aplicación.
- En caso de sol y/o viento fuerte (riesgo de deshidratación de los materiales que se encuentran en la superficie), antes de la aplicación de lámina de plástico, si se utiliza, pulverice la superficie de la obra con agua.
- En caso de riesgo de lluvias copiosas, la lámina de plástico es indispensable para evitar el deslavado de la arena tratada.
- **Importante:** No inicie las obras si existe riesgo de heladas durante la siguiente semana tras la aplicación. Se puede consultar, por ejemplo, en [www.aemet.es](http://www.aemet.es).

Si Stabex® se guarda en el emplazamiento de la obra, es necesario proteger el producto de las inclemencias del tiempo mediante toldo impermeable y aislándolo de la humedad del suelo. No utilice partidas de Stabex® que presenten meteorización (presencia de terrones duros). Se aconseja disponer bombeo o pendiente suave (2%) en el diseño, de manera que se facilite la evacuación de agua.

La realización de un tramo de prueba resulta conveniente para establecer el procedimiento constructivo.

# 13. Apertura de la circulación

Los suelos tratados cuentan, una vez finalizada la compactación, con una capacidad de soporte suficiente para resistir, inmediatamente después, el tráfico moderado de peatones. Sin embargo, para no dañar la superficie de la obra antes de que el material tratado haya fraguado, es muy recomendable evitar la circulación de peatones durante al menos 24 horas.

La circulación de vehículos ligeros debe evitarse durante los primeros 15 días.

# 14. Mantenimiento

Los materiales tratados con Stabex® pueden someterse a nuevas excavaciones con medios mecánicos propios del movimiento de tierras como excavadoras o palas.

# 15. Almacenaje

Stabex® puede adquirirse en sacos de 35 kg en los almacenes de materiales de construcción o bien a granel, en camión cisterna de 25 toneladas.

Stabex® debe almacenarse en un lugar seco y ventilado a fin de evitar la hidratación del conglomerante por efecto de la humedad. No utilice las partidas de Stabex® que presenten meteorización (presencia de terrones duros).

# 16. Anexos

## 16.1. Unidad de obra.

### Pavimento

m<sup>2</sup> Pavimento estabilizado con Stabex® de xxx cm. de espesor. Extendido, nivelado y compactado al 95% de densidad óptima del ensayo Proctor Normal, totalmente terminado y ensayado por Laboratorio Acreditado.

### Capa de soporte (en su caso)

Suministro, extensión y compactación de base de zahorra natural o artificial de xxx cm. de espesor. Compactación hasta 95% de densidad óptima del ensayo Proctor Normal, totalmente terminado y ensayado por Laboratorio Acreditado.

## 16.2. Ejemplo de cálculo

Determinación del número de sacos de 35 kg de Stabex® necesarios en un caso de tratamiento de suelo:

#### Hipótesis:

Densidad en seco del suelo: 1,8

Características de la obra: Dosificación de Stabex® del 7% en peso sobre materiales secos. Espesor del tratamiento: 20 cm

#### Cálculo:

a) Volumen de material colocado por m<sup>2</sup> para un espesor de tratamiento de 20 cm:

$$V=0,2 \text{ m}^3, \text{ es decir, } 200 \text{ litros}$$

b) Masa de material colocado por m<sup>2</sup> para un espesor de tratamiento de 20 cm:

$$MC=200 \text{ l} \times 1,8 \text{ kg/l} = 360 \text{ kg}$$

c) Masa de Stabex® necesario por m<sup>2</sup> para una dosificación igual al 7% de Stabex®:

$$MS=360 \text{ kg} \times 0,07 = 25,2 \text{ kg de Stabex}$$

d) Superficie tratada con un saco de 35 kg de Stabex®:

$$(1 \text{ m} / 25,2 \text{ kg}) \times 35 \text{ kg / saco} = 1,39 \text{ m/saco}$$

Con 1 saco (35 kg) cubrimos 1,39 m<sup>2</sup>, o lo que es lo mismo; para cubrir 1 m<sup>2</sup> necesitamos 25,2 Kg.

## 16.3. Ejemplo de cálculo

Socli Italcementi Group		Order : 03 DO 01 Version : 03 Page : 1/1
<b>Stabex</b>		
<b>FICHE PRODUIT</b> du 01/07/2010 au 31/12/2010		
<u>Site de Production:</u>	<b>SOCLI</b> 65 370 IZAOURT	
<u>Appellation:</u>	Liant pour stabilisation de sol	
<u>Composition:</u>	Craux Hydraulique Naturelle + Liant Hydraulique Minéral	
	Données	Caractéristiques moyennes
<u>Propriétés Physiques:</u>		
Refus à 90s	h <sub>0</sub>	2,5
Expansion à la pastille	mm	0,0
Masse Volumique Apparente	kg / dm <sup>3</sup>	0,880
Masse Volumique Réelle	g / cm <sup>3</sup>	2,71
Surface Spécifique Blaine	cm <sup>2</sup> / g	8406
Indice de blancheur Y		66,5
<u>Propriétés Mécaniques:</u>		
Début de Prise	min	170
Fin de Prise	min	313
Résistances Mécaniques à 56 jours	MPa	23,17
DIFFUSION NON CONTROLEE VY/DC - Imprimé par le Laboratoire SOCLI, le 07/03/2011 11:30:18		



**FYM**  
Italcementi Group



Producto  
sostenible



ATENCIÓN AL CLIENTE:

902 35 65 95

[www.fym.es](http://www.fym.es) / [info@fym.es](mailto:info@fym.es)

