



## Estabilización de Suelos Débiles en Base a CEM



# Sistema de Capa Estabilizada Mecánicamente (CEM) con tecnología InterAx



Una **capa de suelo mecánicamente estabilizada (CEM)**, es una técnica de ingeniería geotécnica que busca mejorar las propiedades de un suelo mediante la inclusión de elementos de refuerzo. A diferencia de la estabilización química (que utiliza aditivos como cemento o cal), la estabilización mecánica se basa en la interacción física entre el suelo y los refuerzos.

## ¿Cómo Funciona?

El principio clave detrás de una CEM es el confinamiento producto de la tecnología **InterAx**:

**1. Confinamiento del agregado:** El sistema de estabilización **InterAx** interactúa con las partículas del suelo o agregado granular. Al compactar el suelo dentro de las aberturas, se restringe el movimiento de las partículas. Esto aumenta la rigidez del material y su resistencia al corte. Imagina un conjunto de rocas que, individualmente, se moverían fácilmente; si las encierras en una malla resistente, se comportan como una masa más sólida.



**2. Refuerzo de Partículas:** Los suelos resisten bien la compresión, pero son débiles frente a la tracción. El diseño de **InterAx**, con aperturas variables y costillas elevadas, permite un confinamiento eficaz del agregado granular. Esto genera un entrelazamiento que limita el movimiento de las partículas (vertical, transversal y rotacional), aportando resistencia a la tracción. El resultado es una capa rígida que distribuye los esfuerzos dentro de la C.E.M., reduciendo la carga sobre la subrasante.

**3. Pruebas a gran escala y calibraciones de Diseño:** Para cualquier aplicación, los elementos **InterAx** de Tensor disponen de un respaldo ingenieril basado en diseños calibrados específicamente para **InterAx**. Se cuenta con una gran base de datos provenientes de muchos ensayos de laboratorio, modelación de elementos finitos y validaciones en campo con pruebas a gran escala. Lo anterior sigue la filosofía de diseño recomendada por AASHTO, la cual es basado en el desempeño del compuesto agregado, único para cada producto.



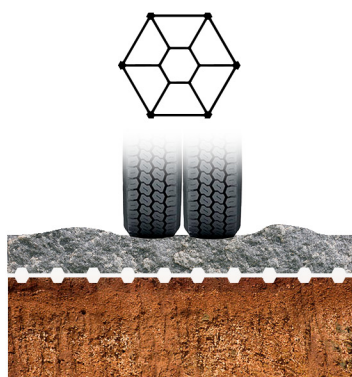




## ¿Para qué sirve?

Las Capas de Suelo Mecánicamente Estabilizadas se utilizan en una amplia gama de aplicaciones de ingeniería civil para:

Capa estabilizada con  
**InterAx**



Capa  
No Reforzada



➤ **Estabilización de subrasantes blandas:** Es fundamental en la construcción de carreteras, pavimentos y plataformas de trabajo donde el suelo subyacente es débil. **InterAx** permite crear una capa estabilizada mecánicamente que distribuye mejor las cargas y reduce los asentamientos diferenciales.

➤ **Optimización de bases en pavimentos:** Al mejorar la rigidez y la resistencia al corte de la capa de agregado, **InterAx** contribuye a la durabilidad de los pavimentos, reduciendo la necesidad de espesores mayores de material.

➤ **Estabilización de terraplenes y rellenos:** Permiten construir terraplenes más altos o sobre suelos de baja resistencia, mejorando su estabilidad general.

➤ **Plataformas de trabajo para grúas y zonas de carga pesada:** Proporciona una base estable para equipos pesados, minimizando la deformación del suelo.

➤ **Plataformas de trabajo:** Crean plataformas estables para maquinaria pesada en sitios de construcción o minería.

➤ **Parques solares:** Contribuye a la estabilidad de la infraestructura en estos proyectos.

➤ **Reducir espesores de capas:** En la construcción de pavimentos (carreteras, estacionamientos, pistas de aeropuertos), las CEM permiten reducir el espesor de las capas de base o subbase granular, lo que se traduce en ahorros significativos de material y costos de construcción.

➤ **Mejoramiento de cimentaciones:** Se emplea para aumentar la capacidad de carga y controlar los asentamientos en cimentaciones superficiales y terraplenes, especialmente en áreas con suelos compresibles.

➤ **Vías férreas:** Ayuda a estabilizar el balasto y el subbalasto, reduciendo los costos de mantenimiento y acelerando los cronogramas de construcción.

➤ **Mitigación de Licuación:** Se incorpora para prevenir daños y movimiento de partículas, manteniendo íntegro el mejoramiento bajo estructuras.

➤ **Controlar asentamientos:** Al aumentar la rigidez y estabilidad del suelo, se minimizan los asentamientos diferenciales y totales, lo que es crucial para la durabilidad de las estructuras.





## Beneficios Claves: Tecnología Tensar **InterAx**

- ✓ **Reducción de espesores de mejoramiento:** Permite construir capas de agregado más delgadas, lo que se traduce en ahorros significativos de material y costos de construcción.
- ✓ **Aumento de la capacidad de carga y reducción de asentamientos:** Mejora la resistencia del suelo y minimiza las deformaciones bajo carga, lo que es crucial para la estabilidad de las estructuras.
- ✓ **Sostenibilidad:** Al requerir menos material granular, reduce la extracción de recursos y las emisiones de carbono asociadas al transporte y la producción de materiales.
- ✓ **Reducción de costos:** Al optimizar el uso de materiales (menores espesores de agregado) y acelerar los tiempos de construcción.
- ✓ **Reducción de los tiempos de construcción:** La facilidad y rapidez de instalación de **InterAx** agilizan los proyectos.
- ✓ **Compatibilidad con diversos materiales:** Su diseño permite la interacción con una amplia gama de agregados, ofreciendo flexibilidad en la elección de materiales de relleno.
- ✓ **Mayor durabilidad de las estructuras:** Al crear una capa más rígida y estable, el sistema **InterAx** contribuye a una vida útil más larga de carreteras, pavimentos y otras infraestructuras.
- ✓ **Resistencia sísmica:** Las CEM han demostrado un excelente comportamiento ante eventos sísmicos debido a su flexibilidad inherente. Mitigando la Licuación.
- ✓ **Mayor estabilidad y durabilidad:** Las estructuras construidas sobre o con CEM son más resistentes a las deformaciones y fallas.
- ✓ **Flexibilidad:** Se adaptan bien a diversas condiciones de suelo y tipos de proyectos.



# Aplicación Vías Ferreas:

La tecnología **InterAx** es una solución geotécnica avanzada que aumenta el rendimiento de la estructura de la vía férrea desde sus cimientos. Es una tecnología clave para la construcción y rehabilitación de ferrocarriles modernos y eficientes.



## Beneficios:

- ▶ Mejora la rigidez y la capacidad de carga de la vía.
- ▶ Reduce la deformación lateral conservando la geometría.
- ▶ Extiende el ciclo de mantención en un factor aproximado a 3.
- ▶ Extiende la vida útil del balasto sobre los 20 años.
- ▶ Reduce la degradación del balasto por tráfico.
- ▶ Aumenta la durabilidad del balasto y subbalasto.

## I. Estabilización del Balasto:

- **Confinamiento de partículas:** La geometría optimizada del sistema **InterAx** crea un confinamiento tridimensional del balasto, lo que impide el movimiento lateral y vertical de las piedras.
- **Aumento de la capacidad de carga:** Al mejorar el confinamiento del balasto, la geomalla distribuye de manera más eficiente las cargas dinámicas de los trenes sobre un área más grande de la subrasante, lo que aumenta la capacidad de soporte de la estructura en su conjunto.





Solución **efectiva** y **económica** para optimizar el mejoramiento en suelos inadecuados o de baja resistencia, también es una buena solución cuando la napa freática esta alta y se necesita un espesor pequeño de mejoramiento.



**Tensar**   
**InterAx**™

## II. Refuerzo de la Subrasante:

La subrasante es el suelo sobre el que se construye la vía. En áreas con suelos blandos, de baja capacidad de carga o propensos a la licuefacción, la geomalla **InterAx** es fundamental para:

- **Reducción de espesores:** La mayor rigidez y capacidad de soporte que proporciona el sistema **InterAx** permite reducir el espesor de las capas de balasto y subbalasto necesarias para la construcción. Esto se traduce en un menor consumo de materiales, una disminución de los costos de construcción y un menor impacto ambiental.
- **Mejora de la capacidad de soporte:** Esta tecnología se utiliza para crear una plataforma estabilizada sobre la subrasante, aumentando su resistencia a la deformación y al asentamiento. Esto es crucial para prevenir fallos en la vía y garantizar una operación segura y estable.



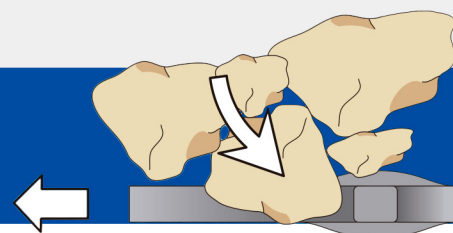




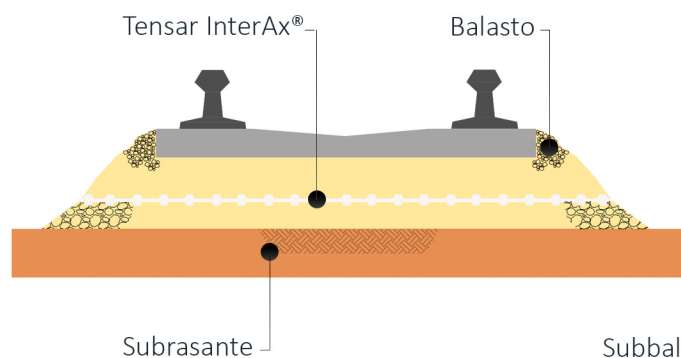
### III. Reducción de Mantenimiento y Costos:

- **Menor frecuencia de mantenimiento:** Al estabilizar la vía y reducir la deformación, se prolonga el tiempo entre las operaciones de mantenimiento, como el reperfilado y la sustitución del balasto, que pueden ser costosas y causar interrupciones en el servicio.
- **Prolongación de la vida útil de los componentes:** La reducción de la deformación de la vía también minimiza el desgaste de otros componentes, como los rieles y las traviesas, lo que prolonga su vida útil y reduce los costos de sustitución a largo plazo.

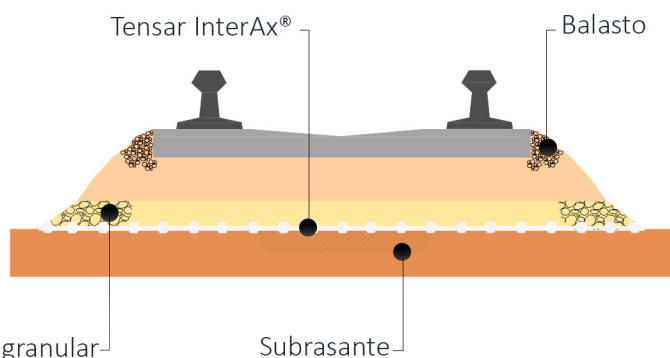
La forma transversal característica de las costillas Tensar InterAx® proporciona puntos de apoyo para las partículas de relleno. Las fuerzas se pueden transferir a través de las uniones rígidas.



#### Estabilización Mécanica del Balasto



#### Estabilización Mécanica de Subbalasto





# Aplicación en Plataformas de Trabajo de Carga Pesada



## Objetivo de la aplicación

Mejorar el desempeño estructural de la plataforma bajo cargas cíclicas o estáticas elevadas, mediante:

- ✓ Aumento de la capacidad portante.
- ✓ Reducción de asentamientos diferenciales.
- ✓ Extensión de la vida útil de la plataforma.
- ✓ Disminución del espesor requerido de materiales granulares.

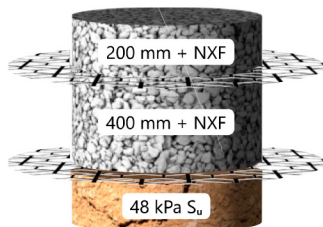


## Tipos de plataformas donde se usa:

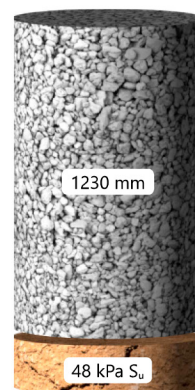
- Caminos y plataformas de traslado y posicionamiento de Spreader y Tripper en proyectos mineros.
- Bases para grúas de alto tonelaje. Parques eólicos. Puertos. Levantamientos de Vigas de Puentes.
- Zonas de almacenamiento de contenedores y otros equipos pesados.
- Plataforma para posicionamiento y tránsito seguro de piloteras y perforadoras en general.
- Accesos temporales de obra o caminos industriales con tránsito severo.
- Plataformas de maniobra para camiones mineros (>200 ton).

## Nuestro software de diseño Tensar+

Estabilizado



Sin Estabilizado



Diseño de plataforma para grúa con tecnología InterAx para una grúa Liebherr LR 1300





## Mecanismo de funcionamiento

InterAx<sup>®</sup> trabaja mediante:

- ▶ **Distribución de carga tridimensional** más eficiente gracias a su geometría patentada.
- ▶ **Incremento de módulo compuesto** El conjunto suelo + **InterAx** actúa como un sistema compuesto con mayor rigidez que el material granular solo.
- ▶ **Interacción óptima** entre la tecnología **InterAx** y el material de base, mejorando la rigidez del sistema compuesto.
- ▶ **Confinamiento lateral** de las partículas granulares (efecto de estabilización mecánica).
- ▶ **Efecto de estabilización de partículas finas** al restringir el movimiento de partículas grandes, también limita la migración de finos hacia arriba (pumping), evitando pérdida de soporte.



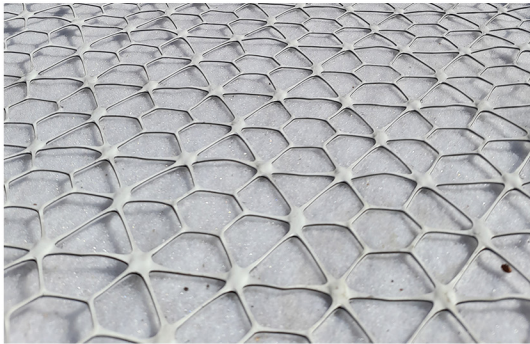
## Ventajas en plataformas de carga pesada

- ✓ Reducción del volumen de material granular (ahorros del 30%–40%).
- ✓ Mejora de la capacidad de carga sobre suelos blandos.
- ✓ Mayor uniformidad en el desempeño de la plataforma.
- ✓ Reducción de mantenimiento por deformaciones o huellas.
- ✓ Rápida instalación, adaptable a condiciones climáticas variables.



# Beneficios Ambientales:

En aras de ofrecer soluciones sostenibles para el medioambiente, la capa mecánicamente estabilizada con **InterAx** es una alternativa clave. Gracias a su innovador diseño y tecnología de estabilización se logra reducir significativamente el uso de materiales de relleno, disminuir la huella de carbono y extendiendo la vida útil de las obras. Además de optimizar recursos y costos promueve una construcción eficiente, resiliente y amigable con el medio ambiente. Dentro de los principales beneficios, se destacan:



## 1. Reducción de uso de materiales de relleno:

- Hasta 70% de reducción en el volumen de agregados necesarios.
- Menor necesidad de excavación y disposición de suelos inadecuados.
- Permite el uso de materiales reciclados o marginales, promoviendo la economía circular.

## 2. Contribución a la economía circular

- Uso de materiales reciclados en obra.
- Reducción de residuos de construcción y demolición.

## 3. Aumento de la durabilidad

- Vida útil de estructuras extendida hasta 3 veces o más.
- Menor necesidad de mantenimiento → menos consumo de recursos y emisiones a lo largo del tiempo.

## 4. Mejora de la Resiliencia Climática

- Apoyo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.
- Infraestructura más estable y operativa en condiciones adversas.
- Mayor resistencia ante eventos como lluvias intensas, congelamiento/deshielo y suelos expansivos.

## 5. Disminución de la huella de carbono:

- Menor transporte de materiales → menos consumo de combustibles.
- Fábrica Tensar opera con energía eólica renovable desde 2020.
- Reducción de hasta 65% en emisiones de CO<sub>2</sub>.
- 99% de los residuos de polímeros son reciclados durante la fabricación.



## Normativas y respaldo técnico.

## InterAx<sup>™</sup>

- InterAx<sup>®</sup> cumple con especificaciones ASTM y AASHTO M288.
- Tensar ofrece soporte técnico, herramientas de diseño (como el software Tensar+), y fichas de producto con propiedades mecánicas certificadas.
- BS 7121-2-3:2012- Código de prácticas para el uso seguro de grúas móviles. El Código tiene por objeto proteger la seguridad de los operadores de grúas y de otras personas que participan en operaciones de elevación. No abarca el diseño de cimentaciones ni plataformas de trabajo para la operación segura de grúas móviles. Tensar puede ayudar con el diseño económico de plataformas de trabajo para grúas mó-

En conclusión, la tecnología InterAx de Tensar constituye una solución geotécnica de alto rendimiento que optimiza la interacción del suelo-, mejorando la capacidad portante y la eficiencia estructural de la base, lo que se traduce en una alternativa más robusta y rentable para una amplia gama de aplicaciones en ingeniería civil.





Siempre es hora de innovar

► Casa matriz Félix de Amesti 90  
Piso 7, Las Condes, Santiago

► Fonos +56 9 4242 7161  
+56 9 8818 9253  
+56 9 9359 1215

► [www.eminsg.cl](http://www.eminsg.cl)  
► [geoemin@eminsg.cl](mailto:geoemin@eminsg.cl)

► [bnova@eminsg.cl](mailto:bnova@eminsg.cl)  
► [grubio@eminsg.cl](mailto:grubio@eminsg.cl)  
► [pcarrillo@eminsg.cl](mailto:pcarrillo@eminsg.cl)

