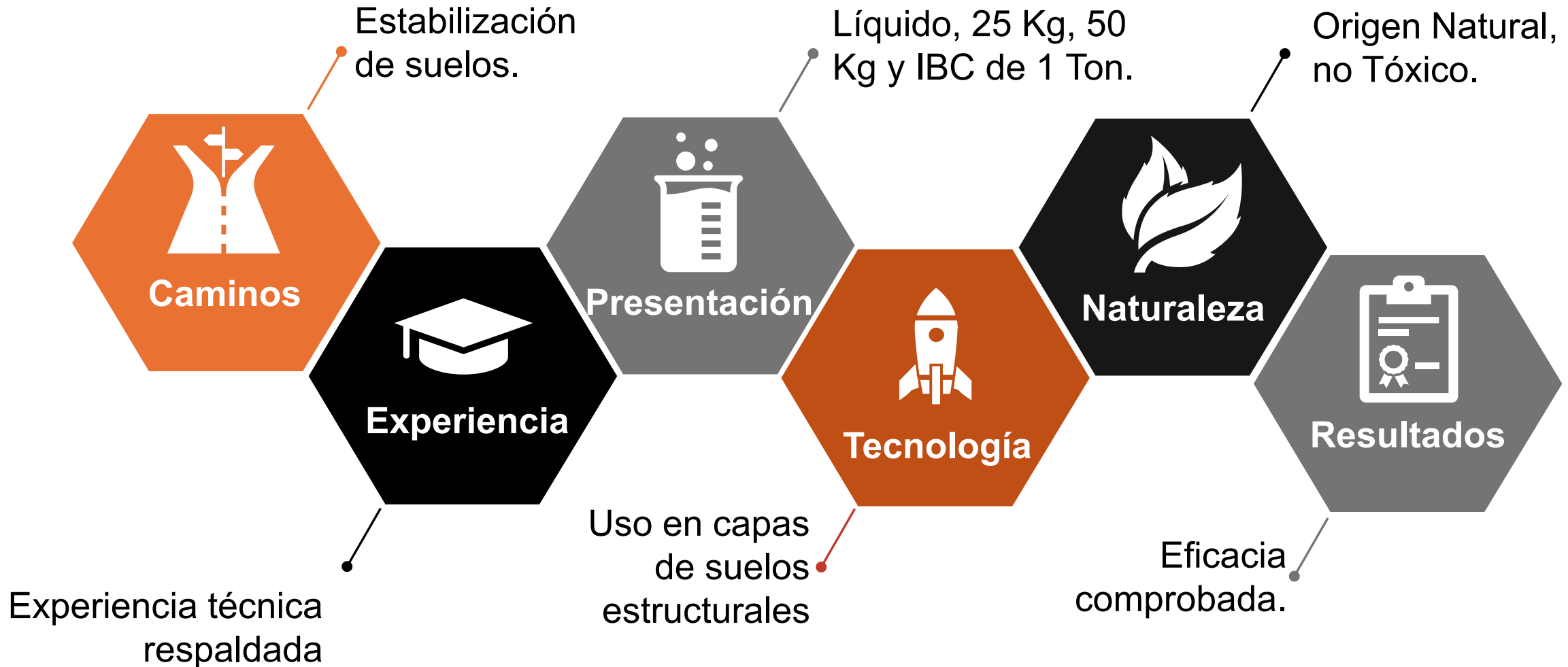


CAMINO Z-GRADE



¿Qué es Z-Grade?



Estabilización de Suelos

Con frecuencia el Ingeniero debe enfrentarse con suelos que tiene que utilizar para una obra determinada y cuyas características le obligan a tomar alguna de las siguientes posibles decisiones:

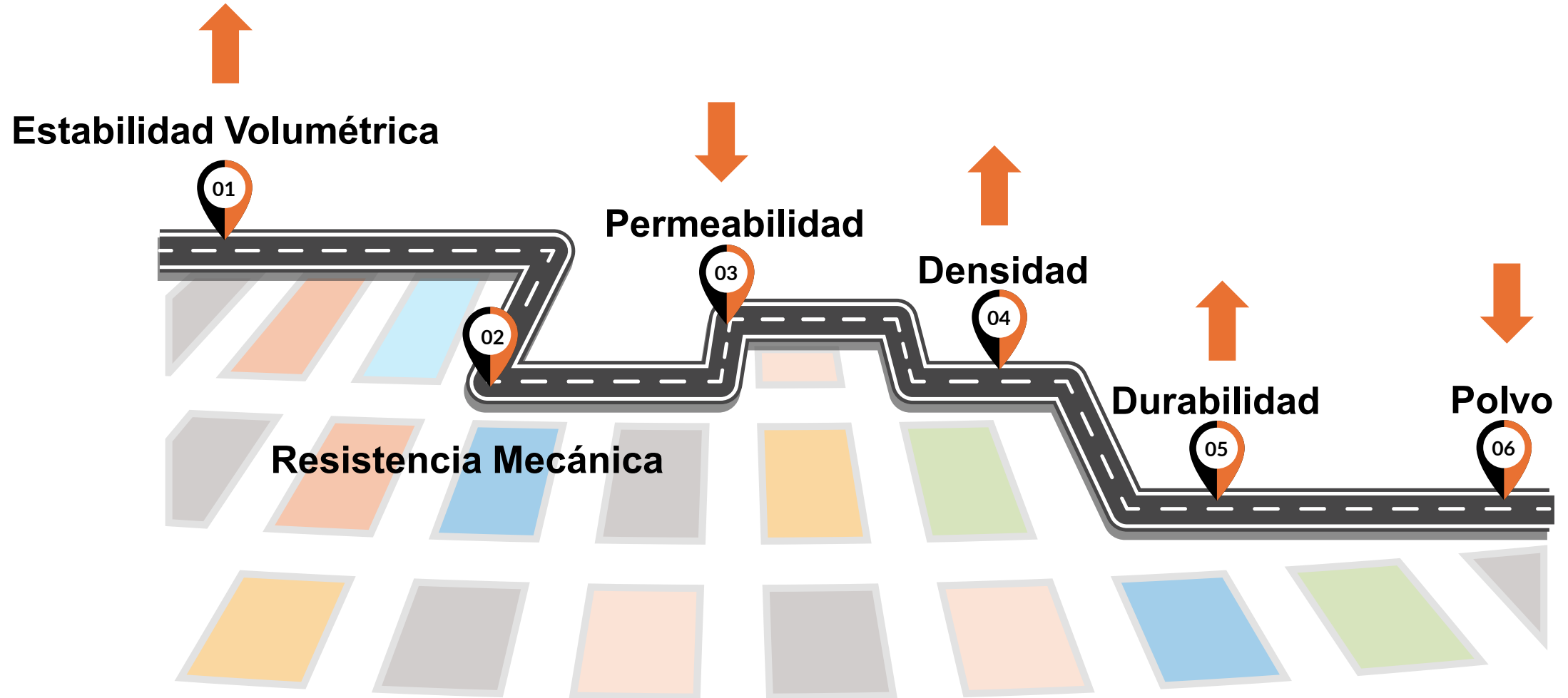
- 1 **Emplear** material in situ
- 2 **Reemplazar** el material existente
- 3 **Modificar** las propiedades del material existente



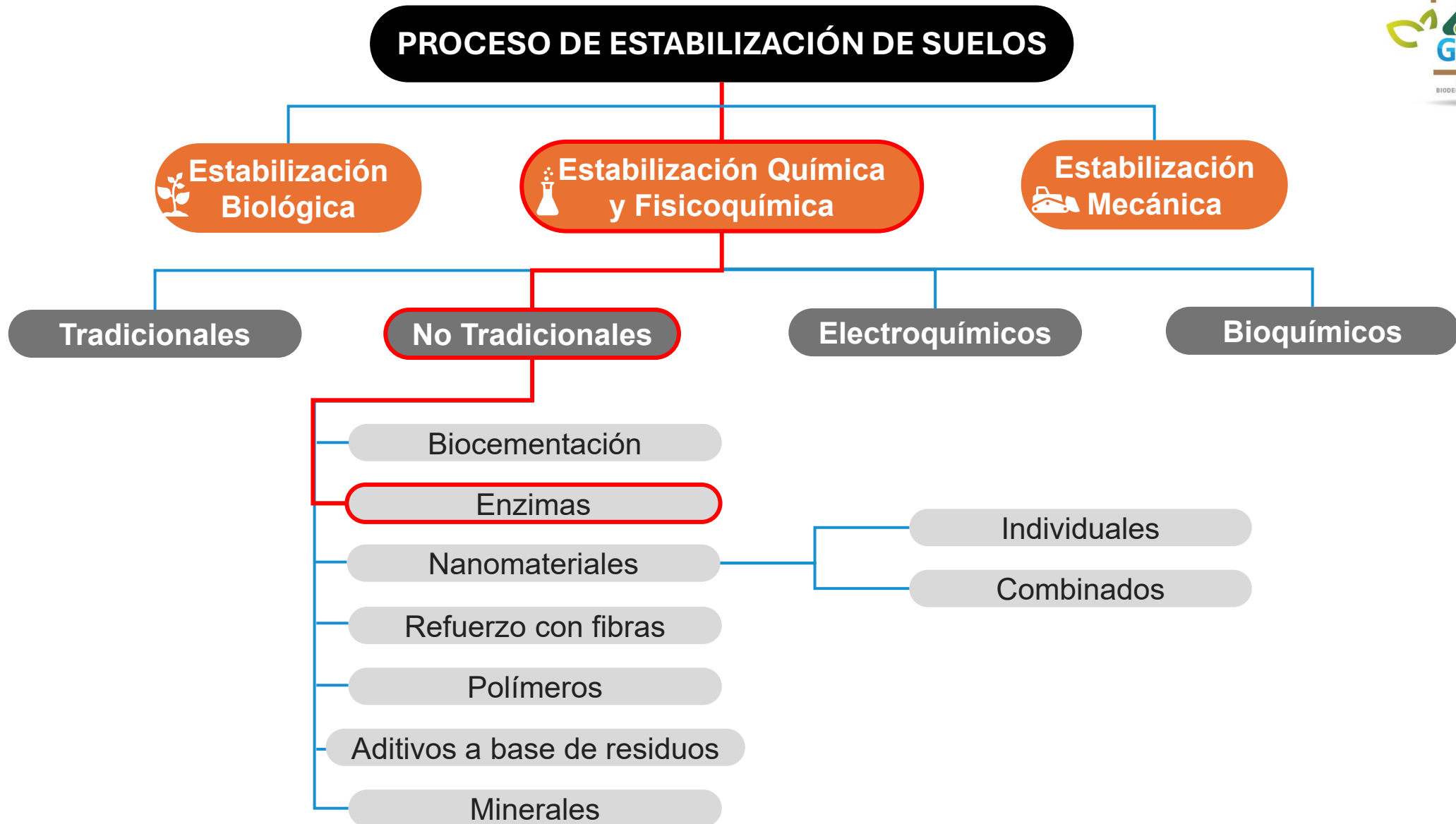
Tipos de Estabilizaciones



Propiedades a mejorar



Estabilización Química con Enzimas



Descripción del producto

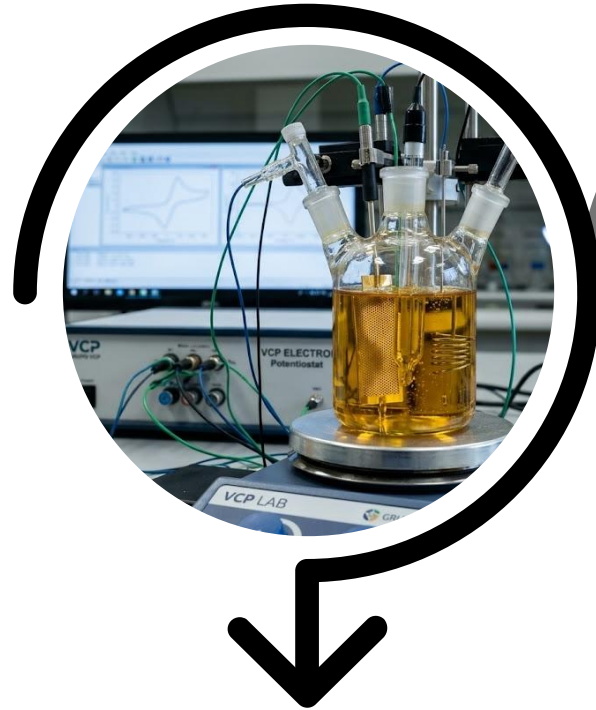


Z-GRADE como Estabilizador Enzimático

-  **Estabilizador de suelos de origen natural** formulado con enzimas y compuestos biodegradables.
-  **Mejora propiedades físicas y químicas del suelo**, aumentando la densidad de compactación y el desempeño mecánico
-  **Alternativa sostenible** frente a estabilizantes convencionales: no tóxico, no corrosivo y con bajo impacto ambiental.
-  **Aplicable en infraestructura vial**: subrasantes, suelos naturales con tránsito vehicular y capas estructurales de pavimento.
-  **Especialmente útil en suelos problemáticos** con alta plasticidad o baja capacidad de soporte
-  **Aplicación en frío y manejo sencillo**, sin necesidad de equipos especiales.
-  **Seguro para personas y entorno**, sin riesgos relevantes para la salud humana o el medio natural.
-  **Se recomienda seguir ficha técnica y protocolos específicos** según el tipo de suelo y condiciones de obra.

Estabilización Química

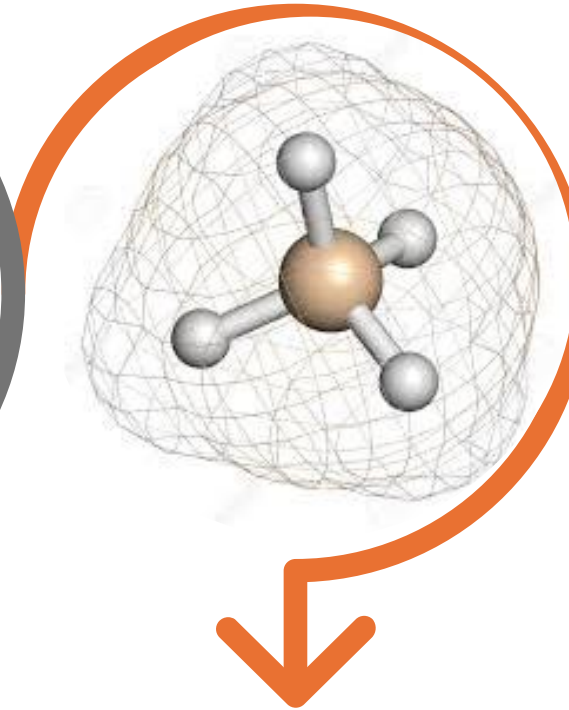
No tradicional



✓ Estabilizantes iónicos
y electroquímicos



✓ Enzimas

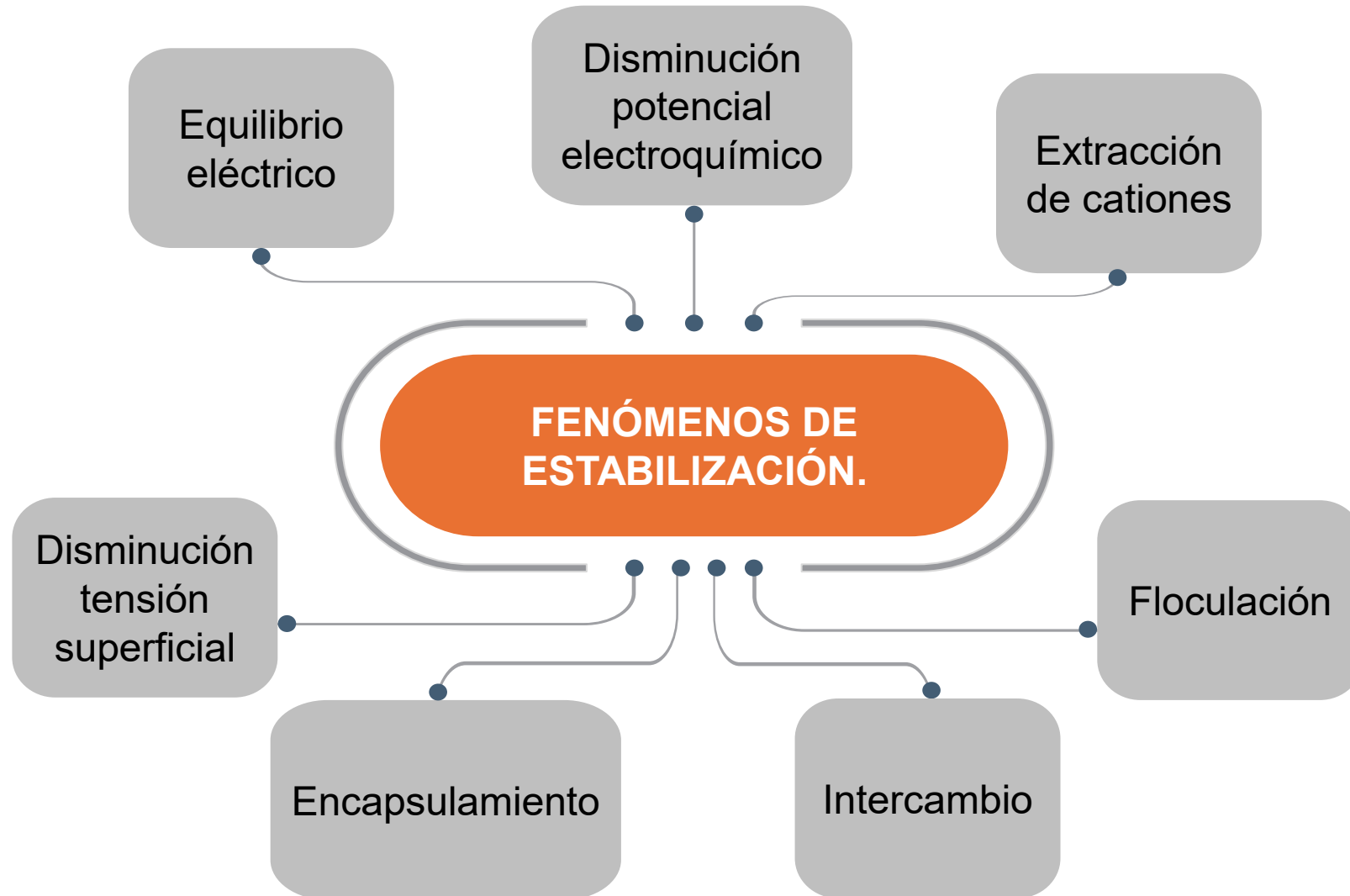


✓ Organosilanos



✓ Nanoestabilizantes

Mecanismos y reacciones de estabilización electroquímica



Etapas del proyecto

Análisis previos para selección de un estabilizante

-  Sondeos y análisis fisicoquímico del suelo
-  Seleccionar la tipología del estabilizante
-  Evaluación y dosificación del sistema suelo/estabilizante
-  Definir volumen y tipo de material granular o fino a adicionar en caso de requerirse.
-  Determinar espesores a estabilizar
-  Diseño de cunetas y criterios geométricos
-  Establecer la metodología de aplicación.
-  Selección de la maquinaria
-  Realizar ensayos durante construcción
-  Determinar ensayos y periodos de seguimiento



Proceso Constructivo



1. Escarificar el suelo con motoniveladora y ripper.
2. Retirar rocas mayores a 3".
3. Mezclar la enzima con agua hasta alcanzar la humedad óptima (OMC).
4. Aplicar la solución con camión cisterna o pulverizador.
5. Nivelar y conformar la superficie uniformemente.
6. Compactar con rodillo
7. Permitir transito de vehículos ligeros

Evaluación de Z-Grade en Suelos limosos y Arcillosos

Se realizó una caracterización geotécnica de Z-GRADE comparándolo con un contratipo comercial (EarthZyme de la empresa Cypher) en dos suelos de alta complejidad, uno de carácter arcilloso y otro limoso,

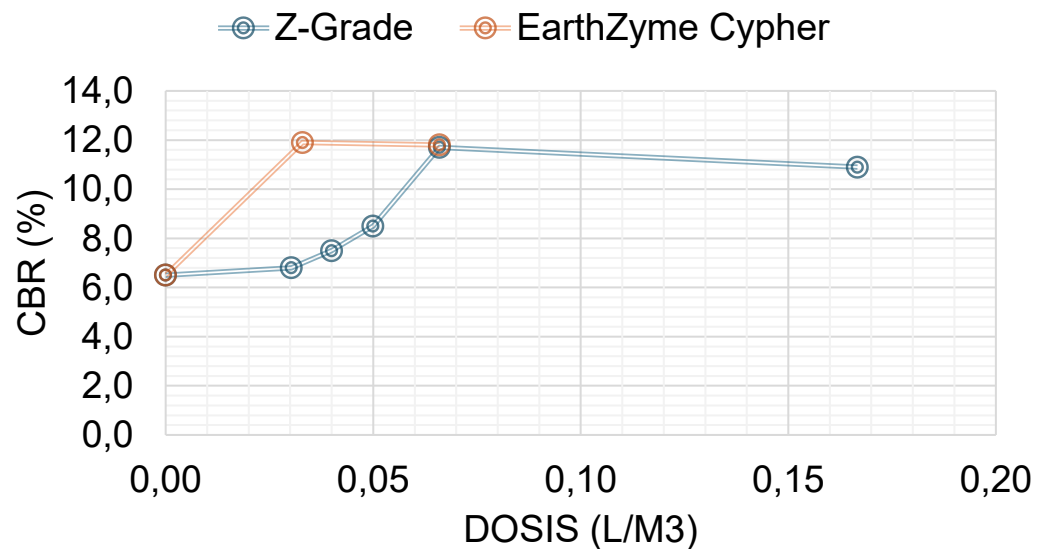
Se evaluó:

Resistencia a compresión no confinada, capacidad portante (CBR) y límites de consistencia a diferentes concentraciones para ambos productos.

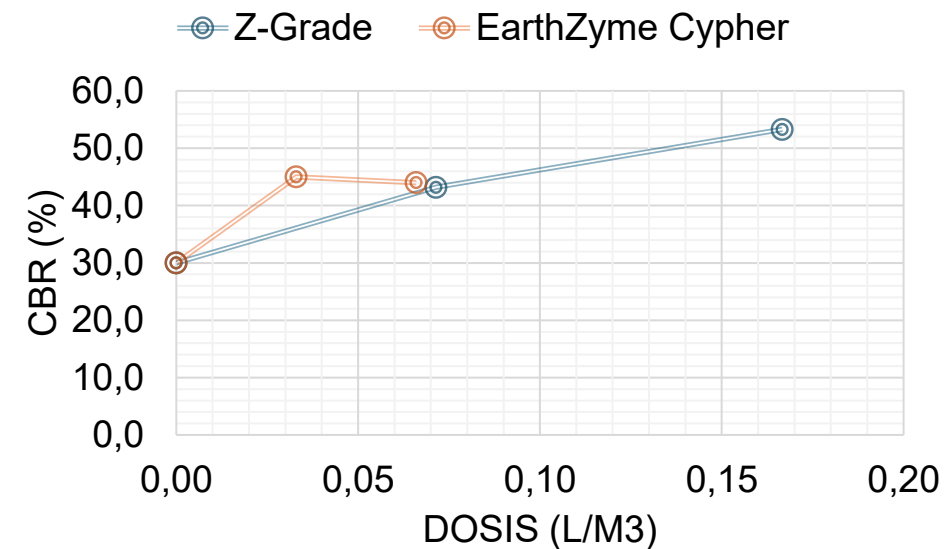
Características	Suelo 1 Arena arcillosa de baja plasticidad	Suelo 2 Arena limosa de baja plasticidad
Límite Líquido	50	37
Índice de Plasticidad	35	10
% Pasa Tamiz No 4	98,7	89,3
% Pasa Tamiz No 40	56,8	68,0
% Pasa Tamiz No 200	34,8	42,8
Clasificación AASHTO	A-2-7	A-4
Clasificación Unificada	SC	SM

Evaluación de Z-Grade en Suelos limosos y Arcillosos

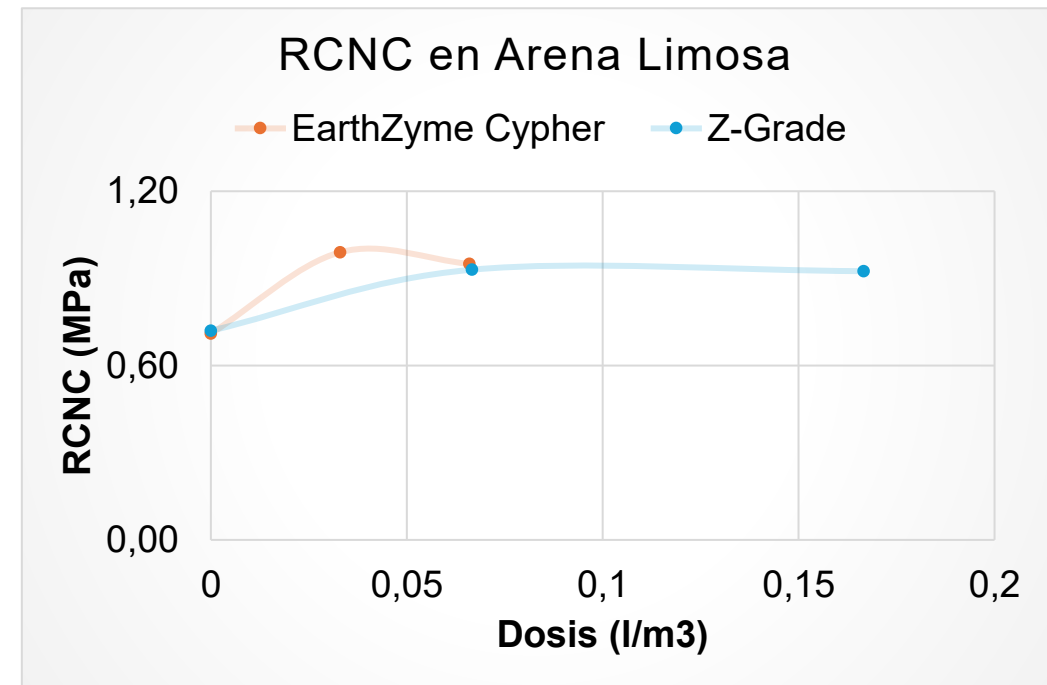
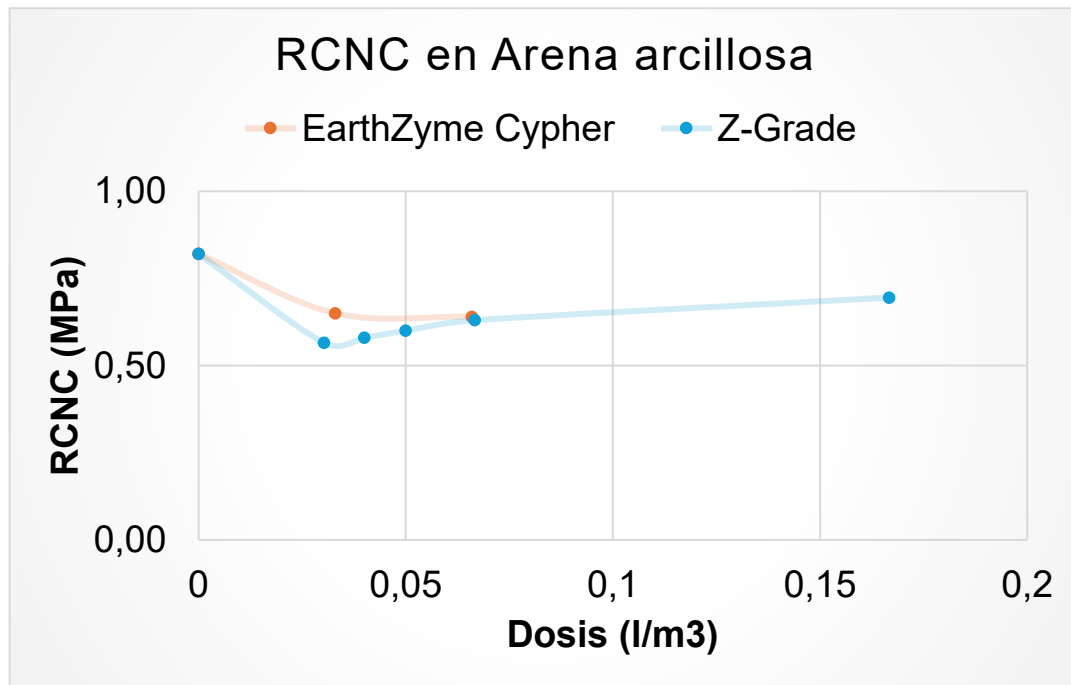
CBR en Arena Arcillosa



CBR en Arena Limosa



Evaluación de Z-Grade en Suelos limosos y Arcillosos



Uso de Z-Grade con productos Cementantes

- **Acondicionamiento con cal:** Empleo de cal en bajas concentraciones para el pretratamiento de suelos con humedad excesiva o presencia de materia orgánica.
- **Activación del sistema:** Aplicación de la solución **Z-Grade** tras la estabilización del pH y la reducción de la plasticidad inicial por la cal.
- **Estructuración hidráulica:** Adición final de cemento para alcanzar los niveles de rigidez y capacidad de soporte requeridos por el tráfico de diseño.
- **Sinergia química:** Interacción del **Z-Grade** para optimizar la densificación de la matriz, complementada por los enlaces cementantes del ligante hidráulico.
- **Versatilidad del método:** Adaptación del orden de adición según la sensibilidad fisicoquímica del suelo y la urgencia de apertura al tráfico.

Uso de Z-Grade con productos Cementantes

Combinación	Cuándo usarla	Función del Z-Grade en la mezcla
Cal + Z-Grade	Suelos muy plásticos (CH), húmedos o con materia orgánica.	La cal reduce la plasticidad y el Z-Grade optimiza la densidad seca final del suelo tratado.
Cemento + Z-Grade	Suelos granulares con finos (SC, SM) que requieren alta capacidad de soporte (CBR).	El cemento aporta la estructura rígida y el Z-Grade impermeabiliza la matriz, protegiéndola contra la erosión.

Evaluación en suelos arcillosos y limosos

- En suelos arcillosos, Infinita requiere al menos 2 veces más de dosificación para lograr valores similares a Cypher en el CBR
- En suelos limosos con 2 veces más de dosis de infinita se logran los valores de CBR de Cypher, si se continúa agregando producto se supera significativamente a Cypher, mientras que aumentar la dosificación de Cypher genera caída del CBR
- La adición de Cypher e Infinita en suelos arcillosos muestran una caída en la resistencia a la compresión simple, ambos aditivos requieren mayor dosificación para evidenciar una tendencia al alza
- Si bien se requiere una dosis doble del producto, en términos de costos es mas interesante en margen final.

Porcentaje de mejora en suelos según clasificación SUCS

Tipo de suelo (SUCS)	Descripción	Mejora típica en UCS	Mejora típica en CBR
CL	Arcilla de baja plasticidad	20–80 %	30–120 %
ML	Limo de baja plasticidad	10–60 %	20–90 %
CL-ML	Arcillo-limos	20–70 %	30–110 %
CH	Arcilla de alta plasticidad	10–40 % (respuesta limitada)	15–60 %
MH	Limos de alta plasticidad	5–30 %	10–50 %
SM	Arena limosa	15–50 %	25–80 %
SC	Arena arcillosa	20–70 %	30–100 %
SW–SP	Arenas limpias	0–20 % (baja eficacia)	5–25 %
GW–GP	Gravas limpias	0–10 %	5–20 %
GM–GC	Gravas con finos	10–40 %	20–60 %

Proyecto “Las Marías, 4 Km, Valledupar Colombia”



Proyecto “Las Marías, 4 Km, Valledupar Colombia”

1. Estado Inicial de la vía



2. Escarificación



3. Riego



4. Homogeneización



5. Nivelación y compactación



6. Vía estabilizada



"Parque Solar en Karnataka, India, durante la temporada de monzones."



Antes



Vías Rurales en Brasil



Antes



Despues

Almacene **Z-Grade** en un lugar fresco, seco y a la sombra, alejado de la luz solar directa. **Z-Grade** no es apto para el consumo humano y solo debe utilizarse para los fines previstos. La vida útil de **Z-Grade**, bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas, es de un periodo de 1 año.

EMPAQUE / ENVASADO

El producto está disponible en bidones de polietileno de alta densidad (HDPE) de **25 kg** y **50 kg** y **IBC de 1m³**. El empaque también puede ser personalizado según los requerimientos del proyecto.

Certificaciones y Acreditaciones

