



Setenta
Años de Ciencia y Libertad

Vigilada MinEducación.

 Universidad de Medellín  UdeMedellin  UdeMedellin_  Universidad de Medellín

Carrera 87 No. 30 - 65 / Teléfono: (574) 340 55 55
www.udem.edu.co

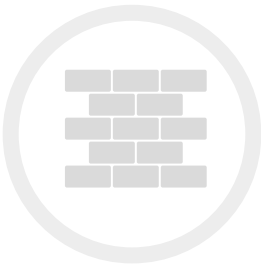
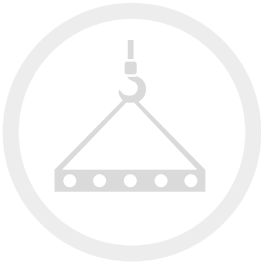
Medellín - Colombia - Suramérica

Portafolio construcción e INNOVACIÓN



Universidad[®]
de Medellín
Ciencia y Libertad

Setenta
Años de Ciencia y Libertad



PRESENTACIÓN

La Universidad de Medellín está comprometida con la generación de nuevo conocimiento y desarrollos tecnológicos y sociales que contribuyan a la resolución de problemas del entorno. Resultado de sus procesos investigativos y de innovación ha derivado varias soluciones en diferentes campos de conocimiento, entre ellos en Construcción. Asumimos la construcción como un proceso de diseño y fabricación de edificaciones e infraestructura que benefician la calidad de vida de los ciudadanos.

Por ello, presentamos en este portafolio de Construcción varias soluciones innovadoras de interés intersectorial para la Universidad, la Empresa y el Estado. Las tecnologías Machihembrado, Sistema de refuerzo geotécnico con neumáticos usados y Sistema innovador para construcción de vivienda y obras civiles son creaciones concebidas para mejorar problemas con obras civiles y procesos de construcción. El software EPADYM determinar la amenaza por movimiento en masa (deslizamiento) y BIMOS se proyecta como un sistema de gestión de residuos de construcción y demolición.

Ciencia al Servicio de la Sociedad. Esta es nuestra gran apuesta como Universidad de Medellín.



BIMOS

Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición (SGR)

Descripción

El sistema de gestión de residuos de construcción y demolición (SGR) es un conjunto de estrategias, procesos, actividades, herramientas y software que se implementan en los proyectos de construcción con el propósito de evitar, reducir, reutilizar y/o reciclar los residuos de construcción y demolición (RCD) que se producen de manera habitual en una obra. Este SGR está alineado con la resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición, y con la estrategia nacional de economía circular (ENEC) la cual busca intervenir todo el ciclo de vida de un producto.

Es importante entender la dinámica de la actividad de la construcción y la generación de RCD, y esta puede representarse a través de un esquema (ver

Figura # 1), en donde desde el mismo embalamiento de algunos de los materiales en la construcción se comienza la generación de los RCD. Por lo tanto, es necesario intervenir los flujos de los procesos de la actividad constructiva para diseñar las mejores prácticas no solo en el transporte de los materiales, sino en la planificación de los procesos constructivos considerando los centros de almacenamiento, corte, transporte y colocación de los materiales, donde para ello nos apoyamos en herramientas como, por ejemplo, el software BIMOS (Building Modulation System) diseñado para la planificación del uso de los materiales en el cubrimiento de espacios arquitectónicos, tanto de enchapes para pisos y muros, cómo para mampostería, cielo falsos, redes hidrosanitaria, eléctricas y de gas. BIMOS cuenta con 6 módulos, mampostería interna, enchape de pisos y muros,

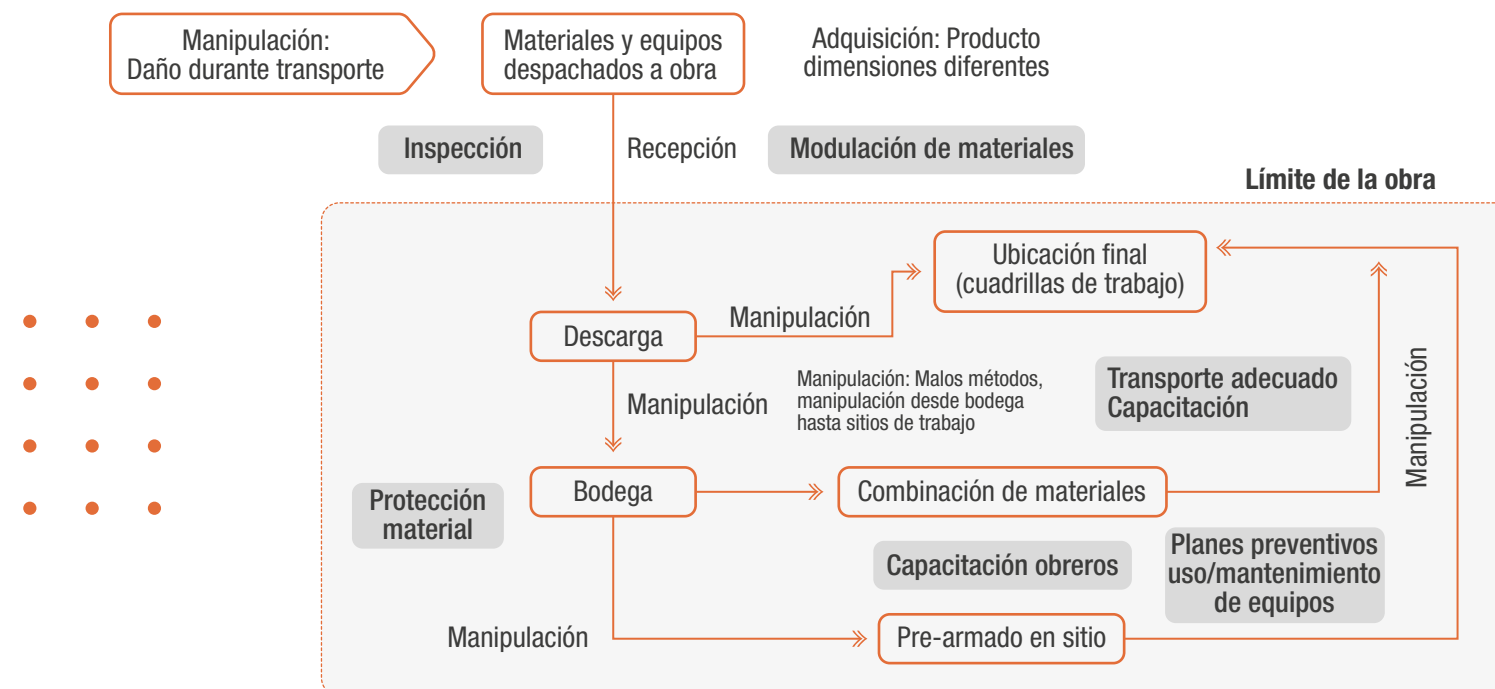


Figura # 1. Representación del proceso de construcción y la generación de RCD. Adaptado de Illingworth, 2000.

placa de yeso cartón para cielo falso, redes hidrosanitarias, redes eléctricas y redes de gas, permitiendo hacer la modulación de materiales de construcción facilitando a ingenieros, arquitectos y, en general, al personal del sector de la construcción disponer de una herramienta digital que se instala en sistemas CAD para conocer cómo deben ser dispuestos los diferentes materiales en los diferentes espacios arquitectónicos y con sus respectivas cantidades de materiales a utilizar, maximizando de esta manera la utilización de los materiales y reduciendo los residuos.

¿Qué problemas y necesidades de nuestros clientes ayudamos a solucionar?

Las obras de construcción están tipificadas como grandes generadores de RCD y como tal están obligadas a la gestión integral de los RCD. Según la resolución 0472 de 2017, los grandes generadores deberán utilizar RCD aprovechables en un porcentaje no inferior al 2% en peso del total de los materiales usados en la obra, conforme a lo dispuesto en la siguiente tabla:

Categoría Municipal	Cumplimiento de meta
Especial, 1, 2 y 3	1 de enero de 2018
4, 5 y 6	1 de enero de 2023

En los años posteriores se deberá garantizar un incremento anual de dos puntos porcentuales, hasta alcanzar como mínimo un 30% de RCD aprovechables e peso del total del total de los materiales usados en la obra.

Propuesta de valor

La implementación del SGR en una obra permite planificar los procesos de construcción enfocándose en los materiales para aprovecharlos al máximo y de esta manera evitar, reducir, reutilizar y/o reciclar los RCD. Adicionalmente, el sistema está alineado con los requerimientos obligatorios de la resolución 0472 de 2017 y con la estrategia nacional de economía circular, cumpliendo con la exigencia de garantizar la gestión integral de los RCD generados.

Características

El Sistema de Gestión de Residuos (SGR) está constituido por un conjunto de procesos, estrategias, actividades, herramientas y software para intervenir los procesos constructivos de una obra de tal manera de volver eficiente el uso de los materiales de construcción a través de la jerarquía de gestión de RCD de evitar, reducir, reutilizar, y/o reciclar los materiales.

¿Qué paquetes de productos o servicios ofrecemos a cada segmento de mercado??

Se ofrece un acompañamiento para el diseño e implementación del sistema de gestión de residuos de construcción y demolición.

Potenciales usuarios

- Empresas del sector de la construcción.
- Arquitectos.
- Firmas de contratistas.
- Firmas de interventoría.

Costos

La herramienta como tal sin la asesoría de un experto no explota su potencial, por lo tanto, la comercialización de la tecnología es mediante consultoría (los costos para esta tecnología dependen de las horas de asesoría y alquiler de software).

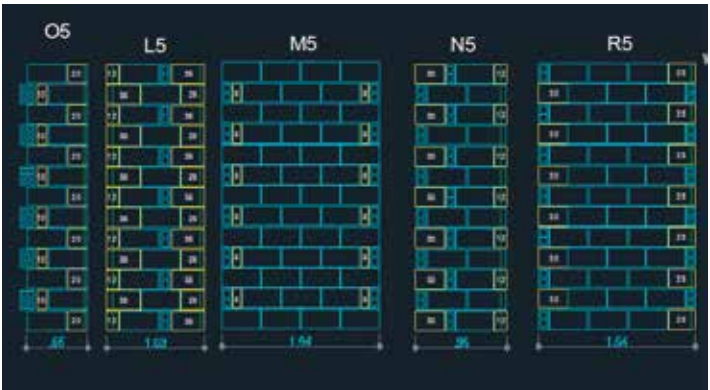
Respaldo Científico

Jaime Alberto Echeverri Arias
Doctor en Ingeniería Electrónica
Investigador de la tecnología
jaecheverri@udem.edu.co

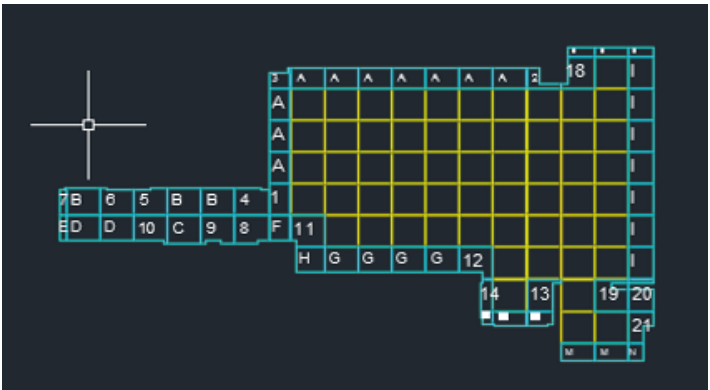
Juan Camilo Aldana Barrera
Doctor en Ciencias de la Ingeniería
Investigador de la tecnología
jcaldana@kyjingenieros.co

[-] [Top] 2D Wireframe					
Tipo de Pieza	Detalle de Pieza	Cantidad por pieza	Tipo de Pieza	Detalle de Pieza	Cantidad por pieza
En te ra		3	3		1
A		1	E		1
1		1	F		1
B		1	4		1

Ejemplo de lista de corte de placa de yeso cemento para cielo falso.



Ejemplo de plano de modulación de ladrillo para muros interiores.



Ejemplo plano de modulación enchape de piso en porcelanato.

EPADYM

Software para la estimación probabilística de la amenaza por deslizamientos y movimientos en masa en laderas.



Descripción

EPADYM es un software que permite el cálculo probabilista y determinista de la amenaza por movimiento en masa (deslizamiento) producto de los agentes detonantes más comunes como la lluvia y los sismos, además, consideran la incertidumbre de los diferentes parámetros involucrados. Los indicadores obtenidos al usar el aplicativo son la probabilidad de falla (en condición saturada y no saturada) y el factor de seguridad (bajo escenario estático y dinámico), los cuales son insumos fundamentales para el análisis de riesgo por movimientos en masa.

Propuesta de valor

EPADYM brinda la capacidad de calcular los factores de seguridad y la probabilidad de falla, de laderas y taludes usando técnicas de base física. Permite el análisis de grandes extensiones territoriales mediante su interacción con sistemas de información geográfica.

El software está basado en un proceso de ocho años de investigación en el cual se han desarrollado varias pruebas y validaciones y las metodologías han sido empleadas para la evaluación de amenaza en municipio como Medellín, Envigado y Salgar.

Ofrece la posibilidad de ejecutar análisis deterministas, probabilistas o ambas cosas al mismo tiempo según requerimientos del usuario. Los métodos que se utilizan para calcular la probabilidad de falla están basados en el método de primer orden y segundo momento, lo cual lo hace muy eficiente en términos computacionales, especialmente cuando se aplica en grandes extensiones territoriales.

Funciona sobre un servidor, lo cual le dará varias ventajas: no necesita hardware o software adicional, no ocupa procesamiento del hardware local, no hay instalaciones ni adaptaciones en el equipo del usuario, las actualizaciones no implicarán cambios en la licencia.

Características

EPADYM cuenta con la capacidad de realizar los siguientes cálculos orientados a la estabilidad de taludes infinitos en diferentes condiciones de saturación tanto estático como pseudoestático:

- Índice de confiabilidad, probabilidad de falla y factor de seguridad para condición sísmica y estática en talud con superficie de falla saturada.
- Índice de confiabilidad, probabilidad de falla y factor de seguridad para condición sísmica y estática en talud con superficie de falla en estado húmedo.
- Probabilidad total de falla con plano de falla en estado seco, húmedo y con la acción del sismo inducido según los coeficientes de aceleración ingresados por el usuario.

- Probabilidad de saturación del plano de falla indicado por el usuario según parámetros empíricos ingresados por el usuario.
- Una característica importante es que la información producida por el software es compatible con ArcGis y QGIS.
- El software permite la generación de mapas de amenaza y otros parámetros importantes en el análisis de riesgo por movimientos en masa.

Potenciales usuarios

- Empresas consultoras del área geotécnica.
- Empresas consultoras del área de ordenamiento territorial.
- Entidades estatales encargadas de la planificación territorial de los municipios.

Costos

\$1.000.000 de pesos anual

Respaldo Científico

César Augusto Hidalgo Montoya // Dr. en Geotecnia
Líder de la tecnología - chidalgo@udem.edu.co

Johnny Alexander Vega Gutiérrez // Magíster en Geomática
Líder de la tecnología - javega@udem.edu.co

Melissa Parra Obando // Magíster en Ingeniería y Geotecnia
Líder de la tecnología - meparra@udem.edu.co

Héctor Jairo Ortiz Pabón // Magíster en Gestión de la Información y el Conocimiento
Líder de la tecnología - hortiz@udem.edu.co

Contacto:

César Augusto Zambrano Osorio
Coordinador Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial
✉ czambrano@udem.edu.co ☎ 3405575 – 3112860411

SISTEMA CONSTRUCTIVO EFICIENTE DE VIVIENDA y obras de infraestructura



Descripción

Técnica constructiva ágil, segura, económica y sostenible mediante el uso de elementos prefabricados y la técnica del postensado para la construcción de viviendas y obras civiles, que cumple los estándares de calidad exigidos por el marco normativo en el ámbito nacional e internacional. El sistema estructural que soporta el modelo ha sido evaluado en laboratorios nacionales e internacionales y se evidencia un alto desempeño estructural ante movimientos sísmicos y solicitaciones de gran magnitud.

Propuesta de valor

Nuestra tecnología, permite reducir significativamente los tiempos en el proceso constructivo, mejorar el control de calidad de los materiales y reducir los costos de construcción respecto a los sistemas de construcción convencionales, además de minimizar el consumo de recursos impactando positivamente en el medio ambiente. Con ahorros de hasta un 25% en el consumo de materiales, 35% en los tiempos de construcción y 30% de los costos directos de construcción, mitigando las reparaciones post-venta debido a la eficiencia y calidad del sistema.

Activos de conocimiento

- Patente de Invención No. 11-169.666 Sistema de losas bidireccionales de mampostería postensada.
- Patente de Invención Resolución N° 19943 del 9 de junio de 2015 titulada “Sistema constructivo de muros de contención en mampostería postensada con elementos no adheridos”.

- Secreto empresarial – Metodología del proceso constructivo “Know how” – Diseño estructural del Sistema.

Características

- Patente de Invención No. 11-169.666 Sistema de losas bidireccionales de mampostería postensada.
- La técnica del postensado se emplea para conectar entre sí los bloques y las diferentes componentes del sistema, incrementando su resistencia estructural y su estabilidad.
- No requiere el uso de encofrados y elimina el uso del mortero de inyección en la mampostería reduciendo los desperdicios, tiempos de fraguado y endurecimiento, así como los impactos medioambientales.
- Alto control de calidad de los materiales durante el proceso constructivo.
- Bajos costos de mantenimiento durante su vida útil.
- Sistema constructivo apto para zonas de sismicidad moderada y alta.

Usos

- El sistema es apto para la construcción de viviendas unifamiliares o módulos de varias viviendas (tetrafamiliar). La vivienda puede adaptarse a diferentes propuestas arquitectónicas y es compatible con otros sistemas o materiales para las particiones o divisiones al interior de la vivienda. El diseño y la modulación puede hacerse de acuerdo a las necesidades del cliente.



Se puede emplear en muros hasta 3.5m de altura, para la estabilización de laderas en proyectos viales, obras de edificación, obras de mitigación, canalización de fuentes hídricas, construcción de piscinas, barreras de ruido, tanques de almacenamiento, etc.

Valor

Muros de contención: \$ 0.25 SMMLV por metro cuadrado aproximadamente

Modelo de transferencia

Licenciar tecnología y conocimiento para transferir modelo constructivo.

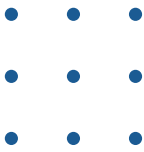
Respaldo científico

15 años liderando a nivel nacional la investigación numérica y experimental en el tema de mampostería postensada con respaldo en artículos científicos y patentes de invención.

Contactos

John Mario García Giraldo
Doctor en Ingeniería
Líder de la tecnología
jmgarcia@udem.edu.co

Ricardo León Bonett Díaz
Doctor en Ingeniería Sísmica
Líder de la tecnología
rbonett@udem.edu.co



SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA
MACHIHEMBRADA

Sistema machihembrado de sección transversal constante, y sistema machihembrado de traba mecánica



¿Qué hace y para qué sirve?

Los sistemas machihembrados constituyen una alternativa constructiva, y pueden utilizarse en cualquier zona de amenaza sísmica para el ensamble de muros estructurales, o de muros divisorios, o para el repotenciamiento de estructuras.

Descripción

Los sistemas machihembrados se proponen como alternativa estructural y constructiva para la conformación de muros estructurales o divisorios. En estos sistemas machihembrados al ensamblar las unidades, para la conformación de los muros, cada unidad queda bloqueada en su posición sin que sea posible su giro o desplazamiento en ninguna dirección, y esto se logra sin necesidad de utilizar mortero de pega horizontal o vertical entre las unidades, solo se requiere un mortero de ajuste. Los sistemas puede armarse como ensamblando un Lego.

Activos de conocimiento

- Patentes otorgadas: NC2016/0005743 “sistema machihembrado de sección transversal constante” y NC2017/0002226 “sistema machihembrado de traba mecánica”
- Dos diseños industriales.

Propuesta de valor

Ofrecen un mejor desempeño estructural y constructivo frente a los sistemas de mampostería convencionales. Pueden utilizarse en cualquier zona de amenaza sísmica. En ambos sistemas machihembrados se rompe la continuidad de las juntas horizontales y verticales, lo cual permite atender de una manera más eficiente los esfuerzos.

Para el ensamble de los sistemas se requiere de una única unidad básica, lo cual facilita el proceso constructivo y hace mucho más eficiente el proceso de aprendizaje y adaptación del sistema por parte de los usuarios. Con los sistemas propuestos se reducen los costos y los tiempos de construcción, ya que para su ensamble que no se requiere mortero de pega estructural, solo se requiere un mortero de ajuste.

Características

- Para la conformación de los muros sólo se requiere de una unidad básica, y a partir de ésta es posible obtener las unidades esquineras, y las unidades de arranque de los muros.
- Los sistemas de mampostería machihembrada propuestos ofrecen un mejor desempeño sísmico frente a los sistemas convencionales de mampostería.
- En caso de reparaciones o reformas es posible remover las unidades para su posterior utilización.
- Con los sistemas machihembrados se logra optimización en costos y tiempos de construcción frente a los sistemas tradicionales.

Costos

(No podemos dar datos precisos de costos por cuanto la ladrillera no ha dado la información definitiva, y en cuanto a los rendimientos esta validación esperamos hacerla con la vivienda prototipo que se construirá en Cúcuta y en la Sede de Eafit de Llano Grande).

Valores tentativos, en las pruebas piloto se harán las validaciones:

Metro cuadrado de Mampostería: $\frac{\$60.000}{m^2 \text{ de muro machihembrado}}$

Rendimiento mano de obra: $\frac{3 m^2 \text{ de muro machihembrado}}{\text{Hora}}$

Ventaja económica de la innovación

Valor metro cuadrado de mampostería:

- Mampostería confinada en bloque de concreto: \$80.000 /m²
- Mampostería confinada en unidades de arcilla: \$70.000/m²
- Sistemas en mampostería machihembrada, valor aprox : \$60.000/m²

Potenciales usuarios

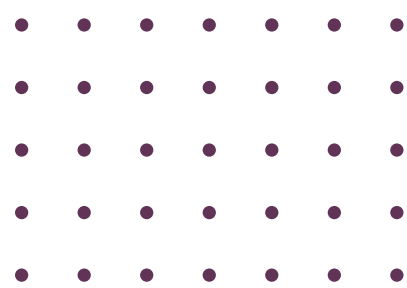
- Clúster de construcción, ladrilleras
- Empresas constructoras y usuarios de construcciones de obras civiles.

Respaldo Científico

Juan Diego Jaramillo Fernández
Doctor Ingeniería Estructuras
Investigador de la tecnología
jjarami@eafit.edu.co

Marcela Morales Londoño
Doctorado en curso en Ingeniería
Investigador de la tecnología
mmorales@udem.edu.co

Víctor Manuel Aristizabal Gil
Ingeniero Civil – Ingeniero Geólogo
Investigador de la tecnología
victormaristi@gmail.com



SISTEMA DE REFUERZO GEOTÉCNICO con neumáticos usados



Contacto:

César Augusto Zambrano Osorio
Coordinador Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial
✉ czambrano@udem.edu.co ☎ 3405575 – 3112860411

Descripción

Sistema alternativo para el refuerzo de suelos que puede ser usado en la construcción de muros de contención y terraplenes, el mejoramiento de sub rasante de vías y el control de erosión. La tecnología proporciona una alternativa sostenible para la construcción de infraestructura de bajo costo y una solución para el aprovechamiento de llantas usadas con un procedimiento de bajo consumo energético.

Propuesta de valor

Nuestra propuesta presenta un proceso constructivo simple (autoconstrucción o industrial), reduce costos en el proceso constructivo y se minimiza el impacto ambiental generado por la disposición de las llantas.

Activos de conocimiento

Patente Otorgada No. NC 2017/ 0003522. Sistema de refuerzo de suelo con llantas en desuso y método de elaboración del mismo.

Características

- El sistema se basa en la reutilización de llantas usadas y materiales de relleno que pueden ser suelos de la misma zona de la construcción o materiales de préstamo. Las llantas son ordenadas formando unas celdas cuyo proceso de elaboración se encuentra patentado. El sistema no requiere ningún elemento de conexión para garantizar su resistencia.

- La forma mecánica de las mallas genera alta resistencia a la tracción y los espacios que se forman permiten el crecimiento de vegetación, lo cual posibilita su uso para el control de erosión y paisajismo en zonas de alta pendiente.

Experiencias de aplicación

Se han construido tres prototipos de muros y terraplenes reforzados con altura hasta de 3.0 m en los cuales se ha verificado el funcionamiento y estabilidad de las obras. Adicionalmente, se ha desarrollado una metodología de diseño que se apoya en varias campañas de ensayos de laboratorio de resistencia de los elementos de refuerzo.

Valor

El costo promedio del metro cuadrado de malla es \$15.000 y de los muros de contención es del orden de \$150.000 el metro cubico, pero pueden variar de acuerdo con los materiales empleados en el llenolaboratorio de resistencia de los elementos de refuerzo.

Respaldo Científico

Cesar Augusto Hidalgo Montoya
Doctor en Geotecnia

Líder de la tecnología
chidalgo@udem.edu.co

Juan José Bustamante Hernández
Profesional en Ingeniería Civil

Investigador de la tecnología
jj_0592@hotmail.com

Contacto:

César Augusto Zambrano Osorio
Coordinador Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial
✉ czambrano@udem.edu.co ☎ 3405575 – 3112860411

