



Una experiencia
de co-diseño:
mejorando
tecnologías mineras
con comunidades
en Antioquia,
Colombia



Agradecimientos y créditos

Profesores:

Tom Phelan / US Air Force Academy
 Kate Smits / University of Texas-Arlington
 Robin Bullock / Colorado School of Mines
 Jessica Smith / Colorado School of Mines
 Juan Lucena / Colorado School of Mines
 Julia Roos / Colorado School of Mines
 Oscar Jaime Restrepo Baena / Universidad Nacional de Colombia

Apoyo en campus:

Casey Gibson / Colorado School of Mines
 Jose Velásquez Vásquez / University of Texas-Arlington
 Jeison Delgado-Jiménez / Colorado School of Mines
 Felipe Rodríguez Novoa / Colorado School of Mines
 Gerardo Martínez / Colorado School of Mines

Creación de la actual cartilla

Fotografías en campo:

Oscar Jaime Restrepo Baena / Universidad Nacional de Colombia
 US Students

Facilitadores:

Diana Duarte / Diversa
 Alex Freese / Diversa

Documentación y contenido:

Natalia Barrera / Diversa

Diseño y diagramación:

Aura Flechas Aguilar / Diversa

Participantes:

Aruasi Borres-Guerrero / Colorado School of Mines
 Nina Guizzetti / Colorado School of Mines
 Gloria Quispe Oruro / Colorado School of Mines
 Emma Hollenstine / Colorado School of Mines
 Emily Robinson / Colorado School of Mines

Ashley Nguyenminh / University of Texas-Arlington
 Anson Belcher / University of Texas-Arlington

Jacob Foster / US Air Force Academy
 Maliya Hillman / US Air Force Academy
 Brandon Kuhl / US Air Force Academy
 Grace Proesch / US Air Force Academy
 Elizabeth Worthington / US Air Force Academy

Santiago Perez Duque / Universidad Nacional de Colombia
 Sara Fernandez Rodriguez / Universidad Nacional de Colombia
 Marco Aurelio Hernandez / Universidad Nacional de Colombia
 Carlos Andres Quesada Diaz / Universidad Nacional de Colombia
 Jessica Lorena González / Universidad Nacional de Colombia
 Juan David Valencia Quiceno / Universidad Nacional de Colombia
 John Edison Castaño Grajales / Universidad Nacional de Colombia
 Paula Andrea Gallego Lopez / Universidad Nacional de Colombia
 Natalia Restrepo Gonzalez / Universidad Nacional de Colombia
 Rosbel Arcenio Jiménez / Universidad Nacional de Colombia
 Isabella Cerchiaro Sanchez / Universidad Nacional de Colombia
 Manuel Zacarías Salgado / Universidad Nacional de Colombia
 Luis Fernando Ortega / Universidad Nacional de Colombia
 María Camila Arango Mora / Universidad Nacional de Colombia
 Jorge Almario Tarra / Universidad Nacional de Colombia



Emma Hollenstine, estudiante, probando satisfactoriamente el prototipo de su equipo.

Contenido

[01] Introducción

[02] Actores de la experiencia

[03] Objetivos y componentes del taller

[04] Contexto de la comunidad

[05] Línea de tiempo del proceso

[06] Los resultados de cada equipo

[07] Algunos testimonios

[08] Sigüientes pasos

Introducción

Este informe presenta el proceso y resultados del Taller de 10 días liderado por **Diversa®**, en alianza con el proyecto **Responsible mining, resilient communities**, una colaboración de investigación interdisciplinaria, de múltiples instituciones y alcance global financiada por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Su objetivo es co-diseñar prácticas mineras socialmente responsables y sostenibles de la mano de comunidades, ingenieros y científicos sociales.

Para este taller, contamos con la participación de 28 estudiantes provenientes de diferentes universidades, los cuales se dividieron en 6 equipos. Cada equipo ideó y prototipó mejoras a las herramientas de minería creadas y traídas al taller por parte de 4 miembros de la comunidad de mineros artesanales del Bajo Cauca y Santa Rita, Antioquia, Colombia.

Actores de la experiencia

4

Miembros de la comunidad minera artesanal

34

Participantes
Estudiantes + Profesores

5

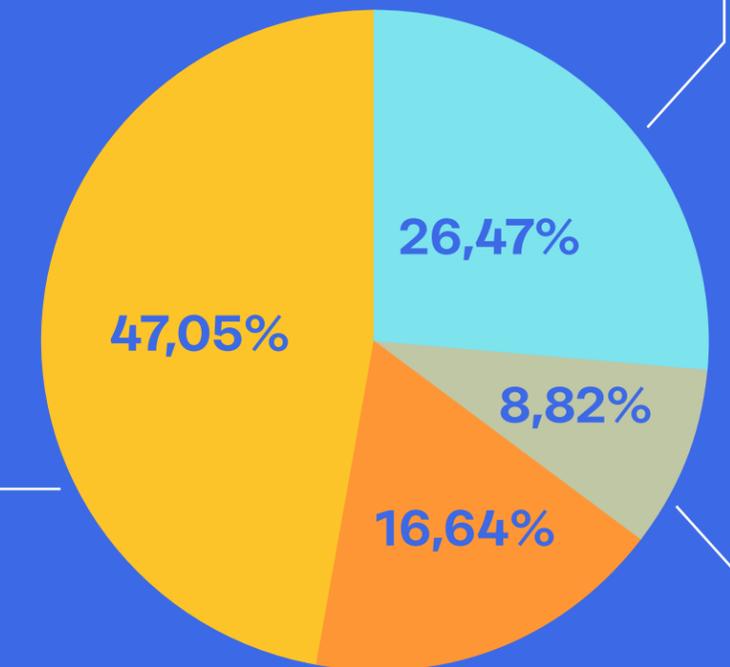
Estudiantes de posgrado
(Apoyo en campus)

5

Invitados

Universidad Nacional de Colombia
15 estudiantes
1 profesor

Colorado School of Mines
5 estudiantes
4 profesores



US Air Force Academy
5 estudiantes
1 profesor

Texas University
2 estudiantes
1 profesor

Objetivos y componentes del taller

Los objetivos de aprendizaje que motivaron este taller de 10 días son:

- Reconocer algunos de los problemas de la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) como desafíos socio-técnicos.
- Comprender la importancia de la participación de comunidades locales enmarcar de forma apropiada los desafíos en MAPE.
- Reconocer el conocimiento y recursos locales como variables clave para identificar desafíos en MAPE.
- Aplicar el aprendizaje sobre cómo identificar conjuntamente y enmarcar problemas o desafíos con las comunidades desde entornos digitales.
- Reflexionar sobre temas relacionados con el co-diseño, ética, relaciones de poder, predisposiciones e imaginarios, interseccionalidad, entre otros, como temas importantes para profesionales integrales.
- Generar ideas de mejora para los desafíos enmarcados, bien sea alrededor de las innovaciones hechas por los miembros de comunidad participantes, o alrededor de otros desafíos encontrados en el proceso.

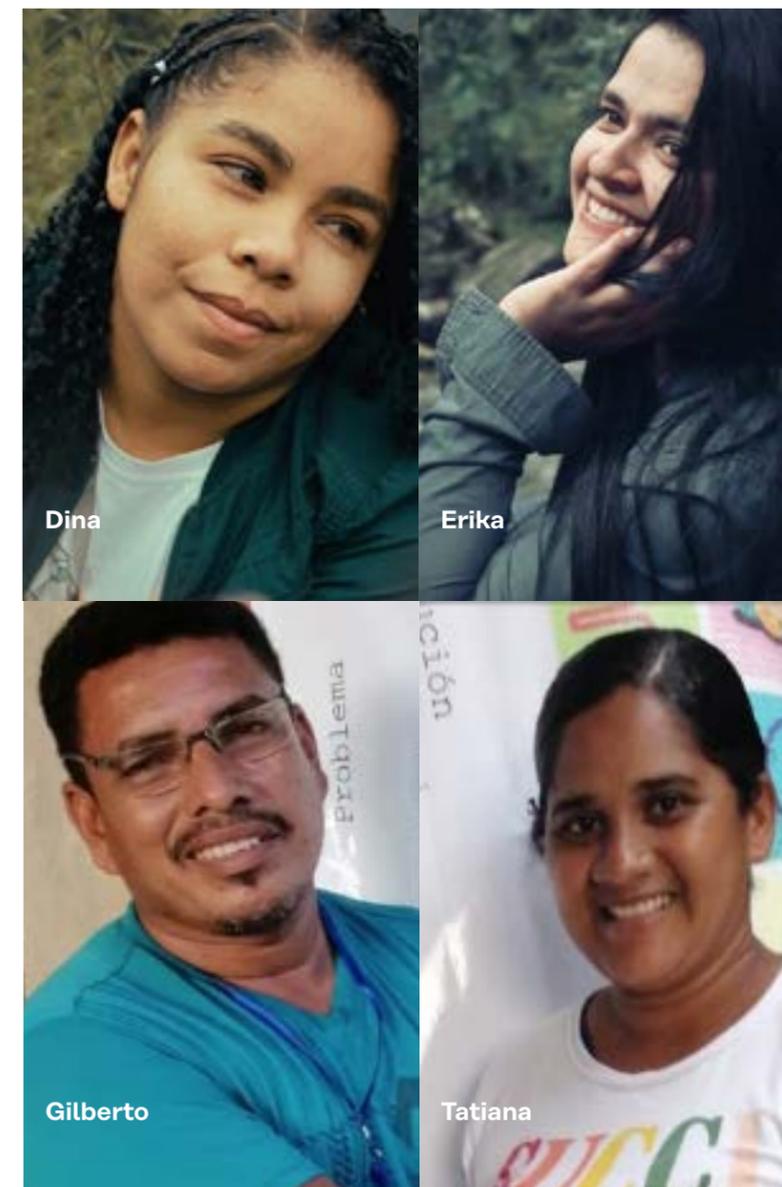
Para cumplir con los objetivos del taller, la estrategia pedagógica principal fue partir de las innovaciones tecnológicas desarrolladas por mineros artesanales y desde allí desplegar el trabajo creativo de los equipos.



Contexto de la comunidad

El sector minero representa aproximadamente el 1,38% del PIB colombiano, De este total, el oro y otros metales representan el 31%. Así mismo, a nivel de exportaciones mineras, el oro representa el 37% junto con otros metales preciosos¹. En Colombia encontramos desde multinacionales de gran escala, hasta Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) e incluso la llamada Minería de subsistencia. Éstas dos últimas se caracterizan por ser actividades informales llevadas a cabo por individuos, grupos o comunidades generalmente de bajos recursos económicos, utilizando poca tecnología y maquinaria, lo que implica baja productividad, alto esfuerzo físico, ausencia de medidas de seguridad y ausencia de medidas de protección del medio ambiente.

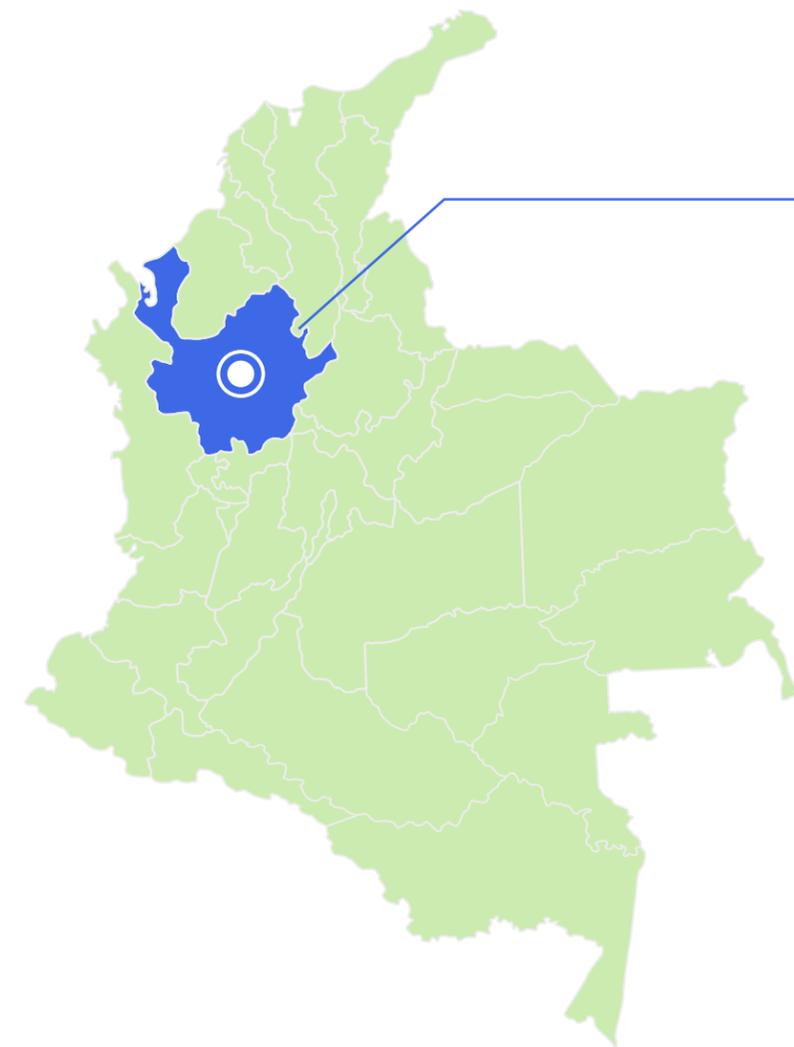
1. Sacado de Agencia Nacional de Minería . Escrito el 21 de Abril de 2021: <https://www.anm.gov.co/?q=colombia-tiene-un-potencial-de-exportacion-ilimitado-hacia-los-mercados-internacionales>



Erika, Dina, Tatiana y Gilberto son mineros artesanales del departamento de Antioquia. Erika y Dina residen en el Corregimiento de Santa Rita, en el municipio de Andes, al sur del departamento; ejercen principalmente minería de socavón. Tatiana y Gilberto residen en la subregión de Bajo Cauca, al norte del departamento, y ejercen principalmente minería aluvial.

Estos cuatro mineros, han sido participantes presenciales y virtuales de proyectos e iniciativas que ha desarrollado Diversa en el territorio lo largo de dos años; gracias a lo cual, han logrado innovar algunas de sus herramientas de trabajo en el contexto minero.

En esta ocasión, enseñaron a estudiantes sus innovaciones con miras a trabajar colectivamente en nuevas ideas de mejora.



Colombia



Antioquia

Mapa base sacado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Bajo_Cauca_Antioquia#/media/File:Colombia_-_Antioquia_-_Bajo_Cauca.svg

Retos traídos por los participantes de la comunidad:

Ahora que estamos claros acerca del contexto, objetivos y componentes, podemos dar paso a mostrar las tecnologías a mejorar traídas por la comunidad, luego la metodología implementada expresada en la línea de tiempo del proceso, para entonces desembocar en las ideas de mejora frente al desafío que cada equipo eligió; la mayoría de ellos relacionados con las innovaciones traídas por los miembros de comunidad, pero también encontrarán un par que buscan abordar desafíos nuevos encontrados durante la interacción virtual entre los estudiantes y las mujeres mineras artesanales. Finalmente se darán algunos testimonios sobre la experiencia y los siguientes pasos que daremos con los resultados.

¿Cómo mejorar el canalón hecho por los mineros artesanales?



Foto de Don Gilberto, del Bajo Cauca Antioqueño, con la versión de Canalón mejorado que hizo, el cual trajo para ser iterado.

¿Qué es?

Una herramienta que utilizan los mineros para lavar material como barro de socavones y ríos y así recuperar el oro que contiene. (Suele tener en su superficie interna con diferentes tipos de mallas y telas)

¿Por qué hicieron esta nueva versión?

La versión original era demasiado pesada (100% madera maciza, +/- 50 libras) y ellas, principalmente mujeres, tienen que caminar largas distancias desde sus casas hasta las zonas mineras. Esta innovación local reduce el peso a +/- 10 libras.

¿En qué desafíos u oportunidades de mejora se enfocaron los estudiantes?

- Tienes que agacharte durante largos periodos de tiempo, lo cual es muy incómodo.
- El canalón no tiene patas, no se sostiene por sí mismo y deben improvisar sobre dónde y cómo ponerlo para usarlo.
- Aún es pesado.
- Debido a su tamaño y forma, es difícil de transportar.
- Puede tener problemas de eficiencia y pérdida de oro.

¿Cómo mejorar la batea hecha por las mineras artesanales?



Gente usando Bateas, foto tomada por Paola Ochoa Rivera.

¿Qué es?

Herramienta de minería artesanal para lavar material y recuperar oro; con forma de plato cónico (por lo que el oro, que es más pesado, permanece en el fondo) de 2-3 pulgadas de profundidad. Se usa directamente en la minería aluvial, pero también como complemento del canalón. Es mejor si su color es oscuro, para que el color dorado sea más fácil de reconocer.

¿Por qué hicieron esta nueva versión?

El tronco de un árbol macizo se cortaba en rodajas y su forma cónica se tallaba a mano. En consecuencia, tenía un alto costo ambiental y de fabricación, una corta vida útil y es un artefacto pesado y difícil de maniobrar. La innovación actual está fabricada de tubería de PVC, que es de más fácil acceso, fácil moldeado, y el color oscuro se puede dar con una pintura de aceite para que no se caiga fácilmente.

¿En qué desafíos u oportunidades de mejora se enfocaron los estudiantes?

- En el proceso de construcción, el mal enfriamiento podría quebrar el material.
- Durante la elaboración en el molde, piedras pequeñas se adhieren.
- Para darle forma al PVC deben usar los pies lo cual es peligroso por el calor.

Línea de tiempo del proceso



1. Sesión introductoria



2. Bajo Cauca y Santa Rita Contexto; retos y organización de equipos.



3. Valorando el conocimiento local: taller práctico dirigido por la comunidad: Canalón



4. Ciclo de Diseño y Co-creación



5. Valorando el conocimiento local: taller práctico dirigido por la comunidad: Batea



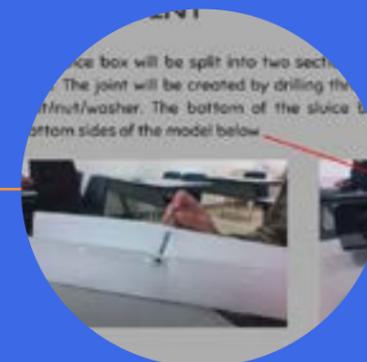
10. Muestra de resultados, última retroalimentación y cierre.



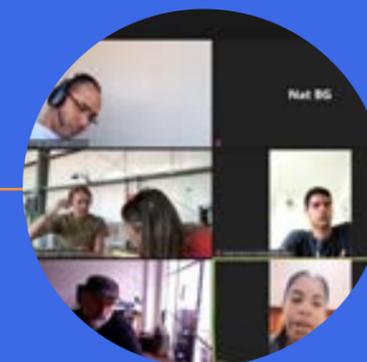
9. Charla sobre contextos mineros: conflicto, restauración y agricultura, salud y seguridad.



8. Sesiones reflexivas: : Latinoamérica: análisis, dinámicas de poder y referentes de trabajo con comunidad.



7. Eligiendo un camino: ideas de mejora de los estudiantes y retroalimentación de la comunidad.



6. Visita digital y diálogo con la comunidad: Enmarcando los desafíos

Equipo 1

Estudiantes:

Jacob Foster
US Air Force Academy

Gloria Quispe Oruro
Colorado School of Mines

Santiago Pérez D.
Universidad Nacional de Colombia

Sara Fernandez R.
Universidad Nacional de Colombia

Jorge A. Tarra A.
Universidad Nacional de Colombia

Marco A. Hernández O.
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Atendiendo a esta necesidad de las comunidades de trabajar cómodamente en situaciones difíciles, como equipo creamos un prototipo de canalón portátil, duradero y fácil de construir que se pueda usar en cualquier lugar que crean que sería necesario.

Principales mejoras:

- Reducimos el peso de la caja usando tapajuntas de techo de metal en forma cuadrícula para los puntos laterales de la caja y contenedores de plástico para la base.
- La hicimos plegable en dos piezas de tal forma que sea fácil de transportar.
- Añadimos correas para asimilarlo a una mochila.

Siguientes pasos:

- Utilizar un pasador / pestillo para asegurar las dos mitades cuando se doblan en lugar de tuercas y pernos.
- Use un material para atrapar el oro que deje doblar el cajón.
- Agregue patas al marco para darle la altura de uso deseada.



Fotografía del prototipo hecho por el equipo de estudiantes en campo



Una vista ampliada de los componentes .



Estudiante testeando el llevar a cuestas el prototipo.

Retroalimentación de la comunidad

“El concepto plegable es genial”

“En lugar de tornillos, sería genial usar ganchos o broches.”

“Es realmente ligero”

Equipo 2

Estudiantes:

Grace Proesch
US Air Force Academy

Ashley Nguyenminh
University of Texas-Arlington

Carlos A. Quesada Diaz
Universidad Nacional de Colombia

Jessica L. González G.
Universidad Nacional de Colombia

Juan David Valencia Q.
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Diseño de canalón armable, separado en dos secciones y que se puedan unir para formar un bolso.

Se propone utilizar llantas viejas y reutilizadas en forma de ranuras horizontales que permitan la captura del oro, malla metálica desmontable y material tipo esponja con alta porosidad para capturar las partículas más pequeñas. Coraza a partir de hojalata plegada, la unión se realice mediante un sistema parecido a un tornillo y una tuerca ajustable.

Siguientes pasos:

→ En el nuevo diseño no se utilizarán neumáticos debido a las recomendaciones de la comunidad.



Estudiante probando el prototipo de su equipo

Retroalimentación de la comunidad

“Es un gran prototipo”

“Las alas de aluminio deben ser dobladas varias veces para hacerlas más fuertes.”

“Es posible que la goma/caucho no funcione mucho, es un material pesado, de difícil acceso y difícil modificación.”



Estudiante mostrando el prototipo de su equipo

Equipo 3

Estudiantes:

Brandon Kuhl
US Air Force Academy

Nina Guizzetti
Colorado School of Mines

John Ed. Castaño G.
Universidad Nacional de Colombia

Paula A. Gallego L.
Universidad Nacional de Colombia

Natalia Restrepo G.
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Queremos mejorar el proceso de producción de la batea que nos enseñaron, por medio de un molde de cemento, de forma que no habrán rocas pequeñas que se adhieran al material, no tendrán que pararse sobre PVC caliente y se le dará forma al PVC sin el riesgo de roturas.

Next steps

Es posible experimentar en la construcción de la batea con el fin de encontrar nuevas soluciones; por ejemplo:

→ Se puede variar la forma de la batea al construirla, así como de las asas: esto puede hacer el proceso de extracción más cómodo y eficiente (por ejemplo agregar escalones, que ayudan a atrapar más oro).

→ Se podrían agregar relaves a la mezcla de concreto: reutilizar residuos de los procesos mineros, como lo son los relaves, le daría valor agregado al proceso volviéndolo más sostenible.



Foto de la base del molde que da la forma.

Foto de la base del molde que da la forma

Retroalimentación de la comunidad
"La idea de un molde de cemento es realmente buena, por lo que no tendrá imperfecciones y será menos posible lastimarse durante la fabricación."



Foto de la Batea hecha satisfactoriamente por los estudiantes con el molde que crearon.

Equipo 4

Estudiantes:

Maliya Hillman
US Air Force Academy

Aruasi Borres-Guerrero
Colorado School of Mines

Rosbel A. Jiménez Ibáñez
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Un canalón más ligero, portable y más cómodo al usarlo. Cambiamos la madera a PVC para que sea más ligera. Colocamos correas de mochila y es plegable para que sea más fácil de llevar. Tiene un bolsillo para tener una sola cosa para llevar auestas. Tiene patas para mejorar la eficiencia y comodidad al usarlo, al no tener que agacharse tanto.

Siguientes pasos:

- Cambiar las dimensiones del canalón.
- Se deben hacer más pruebas para comprobar las observaciones de la comunidad y hacer los ajustes necesarios.
- Mejorar el anclado cuando está plegado y extendido.



Foto del prototipo recogido.



Foto de algunos miembros del equipo con el prototipo extendido, listo para uso

Retroalimentación de la comunidad

"Buena idea"

"Habría que intentar, pero no sabemos si las patas y marco de PVC aguanten el trajín."

"Que tenga patas seguro nos aliviará el esfuerzo en la espalda."

"Asegurarse de que no hay filtraciones donde se pueda perder material"

Equipo 5

Estudiantes:

Emma Hollenstine
Colorado School of Mines

Anson Belcher
US Air Force Academy

Luis Fernando Ortega
Universidad Nacional de Colombia

Isabella Cerchiaro S.
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Es un complemento para el proceso de deslodado; le da una base sólida, permite dar ángulo y altura.

Consiste en una base de madera con ranuras inclinadas en sus 4 columnas para anclar la base en un ángulo deseado, de modo que mejore el incómodo y esforzado proceso de deslodado.. ¡Logramos que esta base resista al menos 90 kilos!

Siguientes pasos:

- Indagar por materiales alternativos que sean resistentes al agua y resistentes al peso.
- Reducir el largo de la base a la mitad.



Foto del prototipo completo del equipo.

Retroalimentación de la comunidad

“Es una solución muy creativa”

“Pensar o proponer otro material más durable.”

“Utilizar barniz impermeable.”



Estudiante probando satisfactoriamente su prototipo.

Equipo 6

Students:

Elizabeth Worthington
US Air Force Academy

Emily Robinson
Colorado School of Mines

M. Camila Arango M.
Universidad Nacional de Colombia

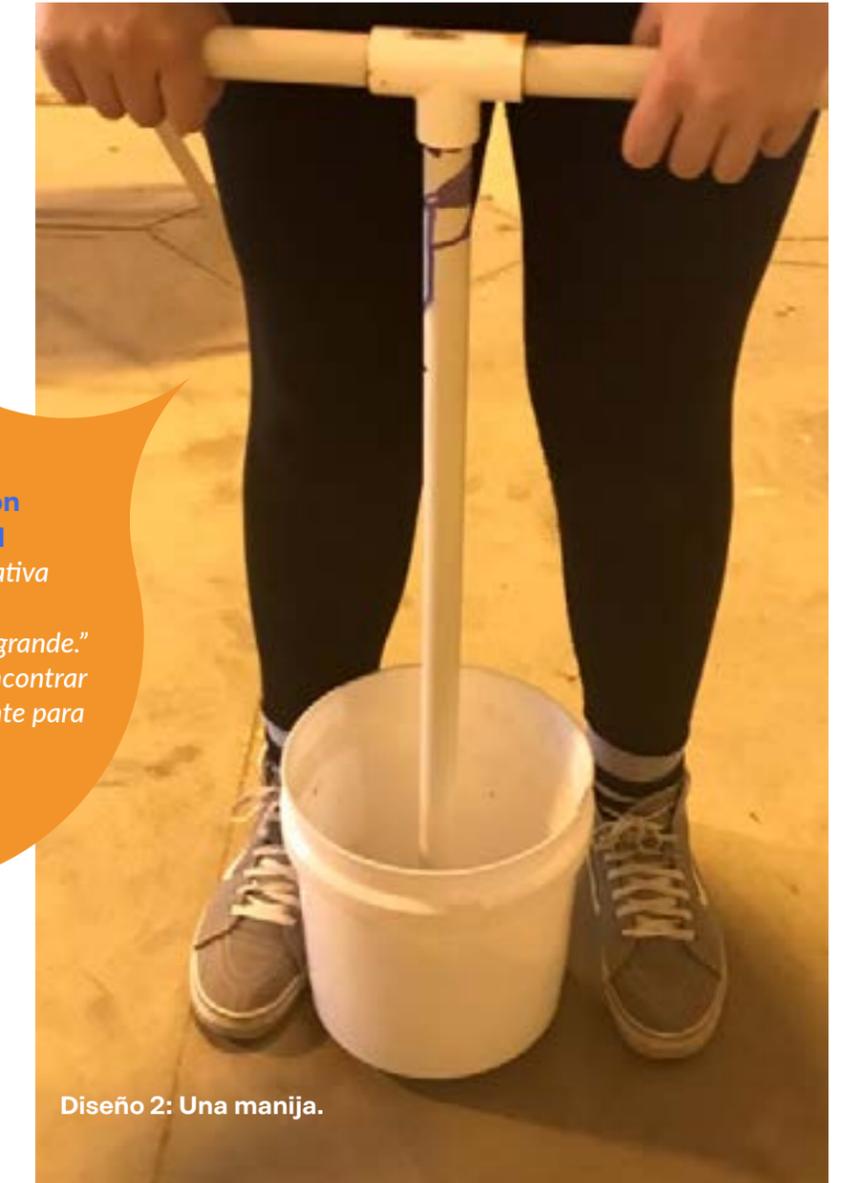
M. Zacarías Salgado C.
Universidad Nacional de Colombia

¿En qué consiste su propuesta?

Dos tipos de Baldes con manijas para el tamizado del lodo; una alternativa para el proceso de tamizado actual. Permitirá hacer la labor de pie con la espalda derecha, lo que sería mucho más cómodo que la forma actual. El balde tiene huecos pequeños para filtrar y separar el lodo del oro.

Siguientes pasos:

- Diseño 1: Incluir tapones de PVC en la base de cada manija para evitar que el barro entre en la base del mango
- Diseño 2: Usar dos pernos en la base para evitar la rotación del mango.
- Ambos diseños: Agregar caucho de llanta reciclada a los mangos para un mejor agarre, se podrían unir al PVC con el mismo pegamento para PVC.



Algunos testimonios

“Antes de comenzar el proyecto, tenía la expectativa de aprender formas de ayudar a mi comunidad. El proyecto me ayudó a ver dimensiones aún mayores sobre el desarrollo comunitario. Superó mis expectativas. Aprendí sobre la importancia de trabajar con un enfoque socio-técnico. Considerar el conocimiento de la comunidad agregará valor al proyecto y abrirá la posibilidad de crear ideas más innovadoras y sostenibles”

Gloria Quispe Oruro

“Poder hablar con miembros de la comunidad y colaborar con estudiantes (de otras universidades) fue una experiencia muy educativa y divertida. Aprendí mucho sobre trabajo en equipo, gestión del tiempo, cultura y algo de español :)”

Nina Guizzetti

“De una herramienta relativamente simple pueden surgir varias soluciones interesantes”

John Edison Castaño

“Aprendí que este tipo de trabajo me hace sentir muy apasionada y emocionada, y quiero hacer cosas similares con mi carrera algún día”

Emma Hollenstine

“Co creación, creo que es un término que nunca se me olvidará”

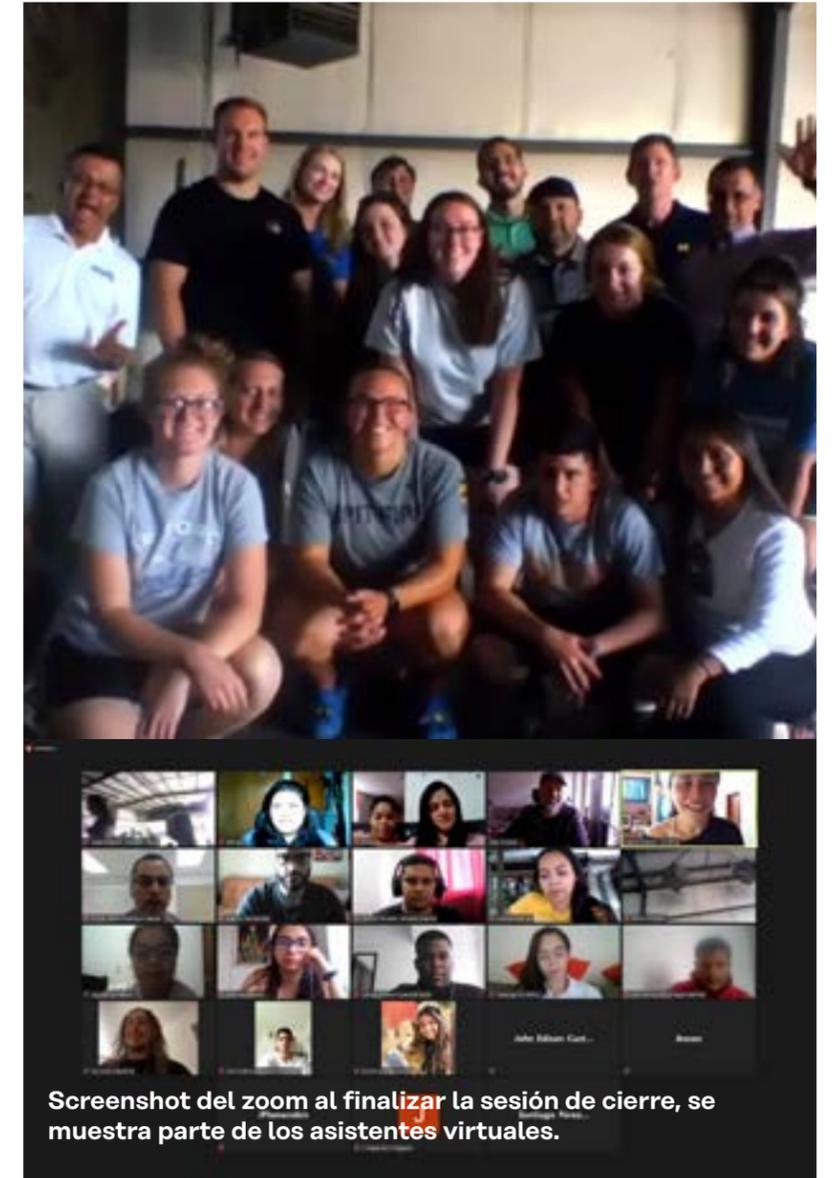
Jessica González Guzmán

Sigüientes pasos

Algunos de los sigüientes pasos que daremos con la comunidad, sus retos y las mejoras hechas por los estudiantes son:

- Dejar como base las mejoras hechas a las tecnologías y las ideas nuevas de mejora, para próximos equipos de estudiantes que puedan profundizar en ellas.
- Seguir trabajando con las mineras artesanales en el enmarque y abordaje de diferentes desafíos que enfrentan a diario en su labor.
- Potenciaremos la experiencia para futuros escenarios con base en la retroalimentación interna por parte de profesores y estudiantes participantes.

→ Para más información entrar a <https://www.retos.co/>



Screenshot del zoom al finalizar la sesión de cierre, se muestra parte de los asistentes virtuales.

diversa.co

[Facebook: diversa.co](https://www.facebook.com/diversa.co)

[Twitter: DIVERSACO](https://twitter.com/DIVERSACO)

[Instagram: diversa.co](https://www.instagram.com/diversa.co)

[Linkedin: diversacolombia](https://www.linkedin.com/company/diversacolombia)



diversa[®]
co-creación comunitaria