

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA · REGIONAL BOYACÁ · CENTRO MINERO

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – SENNOVA

FICHA TÉCNICA DEL PROTOTIPO FUNCIONAL

1. Identificación general

Nombre del producto	Herramienta digital de inspección preoperacional con trazabilidad en tiempo real — Centro Minero
Tipo de producto	Producto tecnológico — Prototipo funcional (aplicativo web)
Proyecto asociado	Diseño e implementación de una herramienta digital para la inspección preoperacional de máquinas y equipos, con trazabilidad en tiempo real, en el Centro Minero, SENA Regional Boyacá
Entidad / Centro	Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Regional Boyacá, Centro Minero
Autora / Desarrolladora	Alba Liseth Rojas, instructora de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
Fecha de elaboración de la ficha	Julio de 2026
Nivel de madurez tecnológica (TRL)	TRL 6 — Prototipo demostrado en un entorno relevante (pilotaje activo con aprendices del Centro)
Enlace de acceso	https://eloquent-sawine-6264fa.netlify.app

2. Descripción general del prototipo

El prototipo consiste en una aplicación web de inspección preoperacional dirigida a los aprendices del Centro Minero, accesible desde cualquier teléfono móvil mediante un código QR ubicado en la respectiva zona de práctica, sin necesidad de crear una cuenta de usuario. A través de ella, el aprendiz consulta el instructivo de uso seguro de la máquina o equipo asignado, diligencia la lista de chequeo preoperacional, adjunta evidencia fotográfica cuando identifica una condición insegura, presenta una evaluación de inducción y obtiene un certificado digital al aprobarla.

De manera complementaria, la herramienta ofrece un módulo de administración destinado al instructor, con un panel de seguimiento en tiempo real, un tablero de control con indicadores gráficos, y trazabilidad completa de cada inspección desde su registro hasta el cierre de las acciones correctivas. Cuando un aprendiz reporta una condición insegura, el sistema envía de manera automática una alerta por correo electrónico al responsable designado.

3. Arquitectura tecnológica

- Interfaz de usuario: aplicación web progresiva (HTML5, CSS3 y JavaScript), con diseño adaptable a dispositivos móviles y de escritorio.
- Almacenamiento de datos: hoja de cálculo de Google, gestionada mediante un backend propio desarrollado en Google Apps Script, que opera de forma independiente de cualquier cuenta de usuario del aprendiz.
- Evidencia fotográfica: almacenamiento automático en una carpeta de Google Drive asociada al backend.
- Notificaciones automáticas: envío de correo electrónico mediante el servicio de mensajería de Google, activado al momento del registro de una condición insegura.
- Códigos de acceso: generación de códigos QR individuales por especialidad, enlazados directamente a cada módulo de inspección.
- Visualización de indicadores: librería Chart.js para la construcción de las gráficas del tablero de control.
- Exportación de información: generación de reportes en formato Excel (.xlsx) para consulta y archivo por parte del Centro.
- Hospedaje: publicación de la aplicación en un servicio de hospedaje web de acceso público.

4. Funcionalidades principales

- Registro de inspección preoperacional por especialidad, máquina o equipo, sin necesidad de autenticación del aprendiz.
- Consulta de instructivos de uso seguro, generales y específicos por máquina.
- Evaluación de inducción y generación automática de certificado digital.
- Captura y adjunto de evidencia fotográfica ante una condición insegura, directamente desde la cámara del dispositivo.
- Generación automática de alerta por correo electrónico ante la detección de una condición insegura.
- Panel de seguimiento del instructor, con trazabilidad completa: apertura, acción correctiva y cierre de cada inspección.
- Tablero de control con indicadores gráficos: estado de las inspecciones, distribución por especialidad y condiciones inseguras más reportadas.
- Módulo de consulta de manuales de uso, con seguimiento de las consultas realizadas.

- Exportación del histórico de inspecciones a un archivo Excel.
- Acceso restringido a las funciones administrativas mediante clave, independiente del acceso del aprendiz.

5. Evidencias de funcionamiento — módulo aprendiz

A continuación se presentan capturas de pantalla del prototipo en su versión para dispositivo móvil, correspondientes al flujo completo que sigue un aprendiz: ingreso, selección de especialidad, instructivo, inspección preoperacional, evaluación y certificado.



Figura 1. Portada de acceso — selección de rol (aprendiz / administrador).

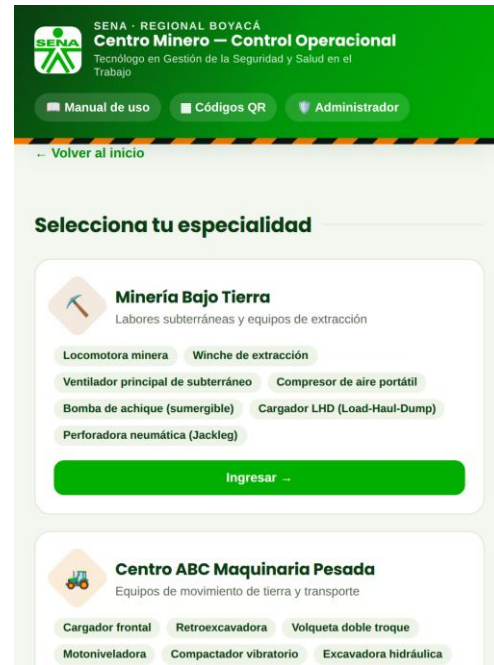


Figura 2. Selección de especialidad.

SENA · REGIONAL BOYACÁ
Centro Minero — Control Operacional
Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso | Códigos QR | Administrador

.. **Minería Bajo Tierra**

Minería Bajo Tierra
Labores subterráneas y equipos de extracción

Máquinas y equipos más utilizados

Locomotora minera | Winche de extracción
Ventilador principal de subterráneo | Compresor de aire portátil
Bomba de achique (sumergible) | Cargador LHD (Load-Haul-Dump)
Perforadora neumática (Jackleg)

Instructivo de uso seguro | Realizar preoperacional
Evaluación (5 preguntas) | Generar certificado

Herramienta de inspección preoperacional · Centro Minero, SENA Regional Boyacá · Uso interno para aprendices e instructores.

Figura 3. Detalle de especialidad: máquinas, instructivo, preoperacional, evaluación y certificado.

SENA · REGIONAL BOYACÁ
Centro Minero — Control Operacional
Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso | Códigos QR | Administrador

.. **Minería Bajo Tierra**

Inspección preoperacional

NOMBRE COMPLETO DEL APRENDIZ
Nombre del aprendiz

NÚMERO DE FICHA
0000000

CORREO DE CONTACTO (OPCIONAL)
aprendiz@correo.com

MÁQUINA O EQUIPO A INSPECCIONAR
Locomotora minera

Tus datos personales se tratan conforme a la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013 de protección de datos personales en Colombia, únicamente para fines de control operacional y trazabilidad SST.

Figura 4. Formulario de inspección preoperacional con reporte de condición insegura.

SENA · REGIONAL BOYACÁ
Centro Minero — Control Operacional
Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso | Códigos QR | Administrador

.. **Minería Bajo Tierra**

Instructivo general de uso seguro

Minería Bajo Tierra · aplica a: Locomotora minera, Winche de extracción, Ventilador principal de subterráneo, Compresor de aire portátil, Bomba de achique (sumergible), Cargador LHD (Load-Haul-Dump), Perforadora neumática (Jackleg)

- 1 Verificar la atmósfera de la labor con el detector de gases antes de ingresar.
- 2 Registrar el ingreso y la salida en el sistema de control de personal bajo tierra.
- 3 Inspeccionar el equipo asignado siguiendo la lista de chequeo antes de encenderlo.
- 4 No operar equipos si se detecta gas metano, monóxido de carbono o baja concentración de oxígeno.

Figura 5. Instructivo general y específico de uso seguro por máquina.

SENA · REGIONAL BOYACÁ
Centro Minero — Control Operacional
Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso | Códigos QR | Administrador

.. **Minería Bajo Tierra**

Evaluación — Minería Bajo Tierra

5 preguntas · mínimo 4 correctas para aprobar

1. ¿Qué debe verificar primero un minero antes de ingresar a una labor subterránea?

☐ El estado de la atmósfera con el detector de gases
☐ El color del casco
☐ La hora de almuerzo
☐ El estado del uniforme

2. Si el detector de gases indica una concentración peligrosa de metano, ¿qué se debe hacer?

☐ Continuar la labor con precaución

Figura 6. Evaluación de inducción de la especialidad.

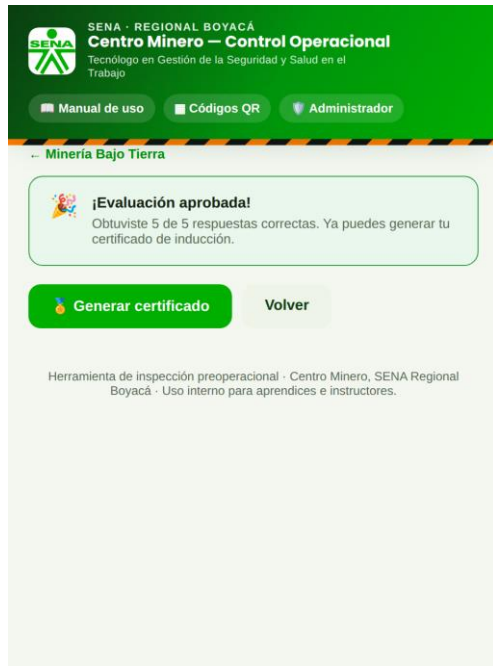


Figura 7. Resultado de la evaluación.

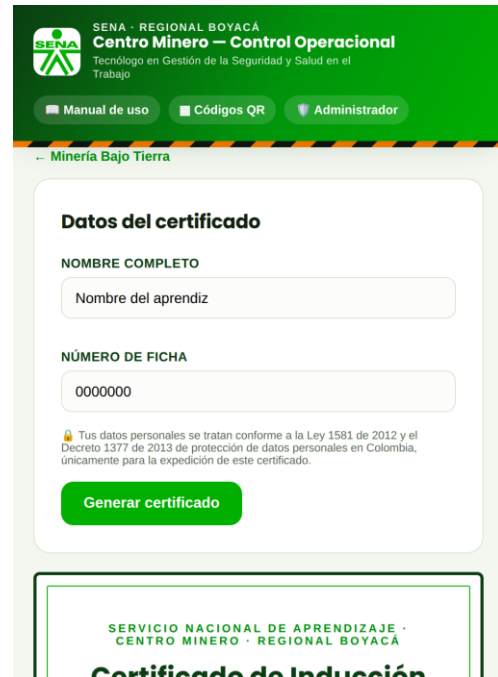


Figura 8. Certificado digital de inducción al uso seguro.

6. Evidencias de funcionamiento — módulo administrador

Las siguientes capturas corresponden a la versión de escritorio del módulo administrador. Los registros que aparecen en ellas son datos de demostración, utilizados exclusivamente para ilustrar el funcionamiento del prototipo.

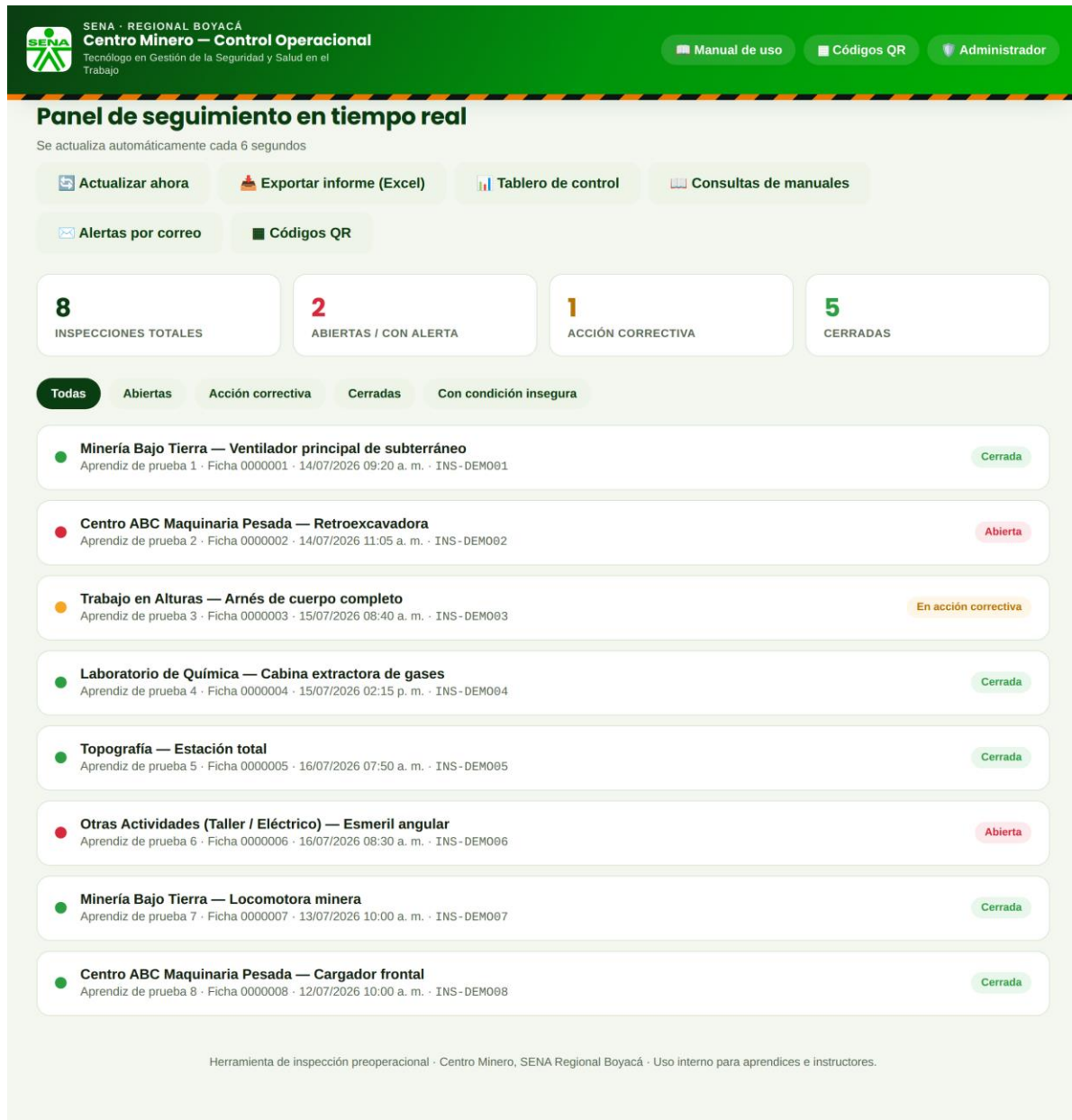


Figura 9. Panel de seguimiento en tiempo real, con indicadores y listado de inspecciones.



SENA · REGIONAL BOYACÁ

Centro Minero — Control Operacional

Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso

Códigos QR

Administrador

Panel de seguimiento

Trabajo en Alturas — Arnés de cuerpo completo

En acción correctiva

Aprendiz de prueba 3 · Ficha 0000003 · 15/07/2026 08:40 a. m.
Código de trazabilidad: INS-DEM093

Condiciones inseguras reportadas

Arnés sin cortes, deshilachados ni deformaciones en herrajes
Observación: Costura deshilachada en el punto de anclaje dorsal

Lista de chequeo completa

Trazabilidad y seguimiento

- **Inspección creada por el aprendiz**
15/07/2026 08:40 a. m.
- **Condición insegura detectada — alerta generada**
15/07/2026 08:40 a. m.
- **Acción correctiva registrada: Se retiró el arnés de servicio**
15/07/2026 09:10 a. m.
- **Acción correctiva: Se retiró el arnés de servicio y se solicitó reposición**
Responsable: Instructor SST · Compromiso: 2026-07-16 · Registrada 15/07/2026 09:10 a. m.

ACCIÓN CORRECTIVA
Describe la acción tomada

RESPONSABLE
Nombre del responsable

FECHA COMPROMISO
mm/dd/yyyy

+ Registrar acción correctiva

✓ Cerrar inspección

Herramienta de inspección preoperacional · Centro Minero, SENA Regional Boyacá · Uso interno para aprendices e instructores.

Figura 10. Detalle de una inspección: condición insegura, lista de chequeo completa y trazabilidad.

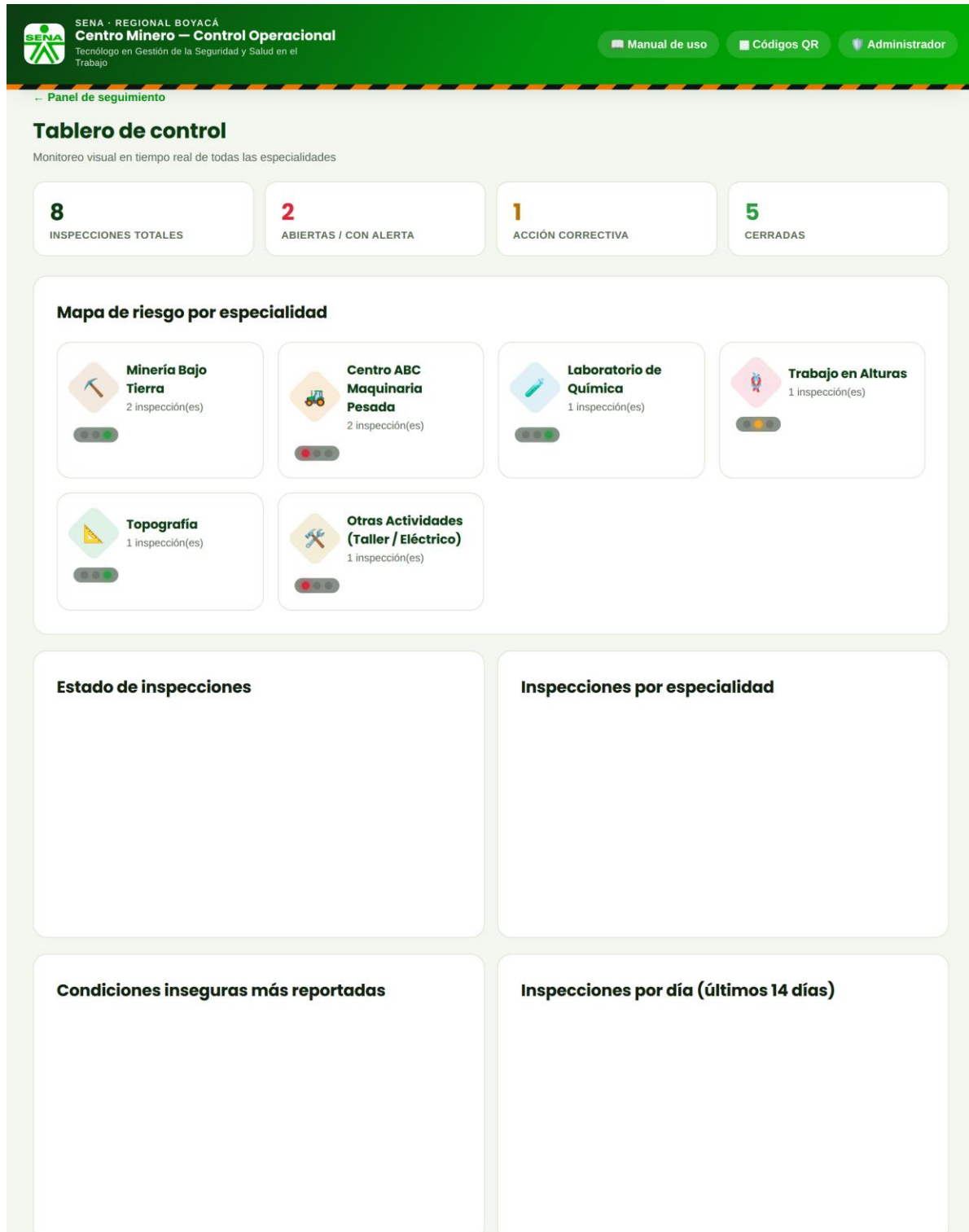


Figura 11. Tablero de control con indicadores gráficos por estado y especialidad.



SENA · REGIONAL BOYACÁ

Centro Minero — Control Operacional

Tecnólogo en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Manual de uso
Códigos QR
Administrador

[Volver al inicio](#)

Códigos QR por especialidad



Paso obligatorio antes de imprimir

El enlace que ves ahora en el navegador es una vista interna de Claude y **no es una dirección que un celular pueda abrir**. Publica este archivo en cualquier dirección web fija — GitHub Pages, Netlify, Google Sites, un hosting del SENA, o el enlace público que te da Claude al publicar el artefacto — y pega esa dirección abajo. Como el guardado de datos ahora funciona con tu propio backend (no con el almacenamiento de Claude), el aprendiz podrá completar el preoperacional desde el QR sin necesidad de ninguna cuenta.

URL PÚBLICA DONDE PUBLICASTE LA HERRAMIENTA

Los códigos se generan automáticamente al escribir la URL. Cada uno lleva directo a la especialidad correspondiente.



MINERÍA BAJO TIERRA · SENA CENTRO MINERO

"Bajo tierra, la prevención es tu mejor luz."

Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.



CENTRO ABC MAQUINARIA PESADA · SENA CENTRO MINERO

"Antes de encender, revisa. Antes de operar, verifica."

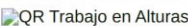
Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.



LABORATORIO DE QUÍMICA · SENA CENTRO MINERO

"Un químico seguro empieza con una revisión segura."

Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.



TRABAJO EN ALTURAS · SENA CENTRO MINERO

"Amárrate a la vida: revisa antes de subir."

Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.



TOPOGRAFÍA · SENA CENTRO MINERO

"Medir el terreno empieza por medir el riesgo."

Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.



OTRAS ACTIVIDADES (TALLER / ELÉCTRICO) · SENA CENTRO MINERO

"Antes de encender la herramienta, enciende la precaución."

Escanea el código antes de operar y realiza tu inspección preoperacional.

Herramienta de inspección preoperacional · Centro Minero, SENA Regional Boyacá · Uso interno para aprendices e instructores.

Figura 12. Generación de códigos QR de acceso directo por especialidad.

7. Estado actual y validación

El prototipo se encuentra actualmente en fase de pilotaje, con las seis especialidades del Centro configuradas y en uso: minería subterránea, maquinaria pesada, laboratorio de química, trabajo en alturas, topografía y actividades de taller. Durante esta fase se han identificado y corregido ajustes

propios de la puesta en marcha —entre ellos, la calibración de los indicadores gráficos del tablero de control y el formato del reporte exportable—, lo cual es consistente con el carácter incremental del desarrollo.

Los códigos QR de acceso ya se encuentran generados y disponibles para su impresión y ubicación en las zonas de práctica correspondientes, y la herramienta opera sobre un enlace público estable, independiente de la plataforma en la que fue concebida.

8. Observaciones y proyección

- Se recomienda adelantar la validación formal con una muestra representativa de aprendices por especialidad, con medición del tiempo promedio de respuesta ante condiciones inseguras reportadas.
- Se sugiere aplicar un instrumento de percepción de uso a aprendices e instructores al cierre del pilotaje.
- El prototipo, al no depender de infraestructura especializada ni de cuentas de usuario para el aprendiz, es potencialmente replicable en otros Centros de Formación del SENA con actividades formativas de alto riesgo.