

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 1 de 6	

1. OBJETIVO.

- 1.1** Establecer los lineamientos para la realización de la prueba de porcentaje de rebote y caudalímetro del robot, teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas de concreto fresco.

2. ALCANCE:

- 2.1** Aplica al personal de laboratorio Shotcrete.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS.

- 3.1** R.S.S.O. – DS. 024 – 2016 E.M. y modificatorias DS. 023 – 2017 E.M., DS. N° 034 – 2023 EM
- 3.2** ACI 506 Guía de hormigón proyectado.
- 3.3** Norma ISO 45001 (requisito 8.1).
- 3.4** Reglas de Oro Aplicadas al procedimiento:
- Regla 01: Derecho a decir no.
 - Regla 02: Equipos y vehículos móviles y estacionarios.
 - Regla 03: Desatar y sostener tu zona de trabajo.
 - Regla 04: Ventilar y monitorear tu zona de trabajo.
 - Regla 05: Restricción de ingreso a labores y bloqueo de fuentes de energía.
 - Regla 06: Exposición a línea de fuego.
 - Regla 09: Gestiona reporta y controla los riesgos.
 - Regla 10: Cero alcohol y drogas.

4. DEFICINIONES Y ABREVIATURAS:

- **Rebote:** Rebote de proyección, o rechazo, a la parte del shotcrete que no se adhiere a la superficie durante la aplicación, causando un desprendimiento del material.
- **Aditivo:** Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades.
- **Robot lanzador:** Es un dispositivo automatizado que proyecta objetos con precisión, utilizando mecanismos como motores, neumática o resortes. Se usa en competencias de robótica, pruebas de materiales y automatización industrial.
- **Energía cinética inicial:** Es la energía que posee el proyectil antes de impactar una superficie, determinada por su velocidad y masa.
- **Energía cinética después del rebote:** Es la energía que conserva el proyectil después de rebotar, influenciada por la elasticidad de la superficie de impacto.
- **Superficie de impacto:** Material o estructura donde choca el proyectil lanzado, cuyo coeficiente de absorción influye en el porcentaje de rebote.
- **Caudalímetro:** Es un dispositivo que mide el caudal o flujo de un fluido (líquido o gas) en una tubería o sistema. En un robot lanzador, un caudalímetro podría utilizarse si el sistema involucra aire comprimido, líquidos o algún otro fluido para generar presión o impulsar proyectiles.
- **Caudal volumétrico:** Cantidad de fluido que pasa por una sección de un conducto en un tiempo determinado, expresado en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por hora (m³/h).
- **Sensor de flujo:** Dispositivo que detecta y mide la velocidad o cantidad de fluido que circula en un sistema, utilizado en caudalímetros electrónicos.

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 2 de 6	

- **Presión diferencial:** Diferencia de presión entre dos puntos de un sistema de fluido, utilizada en ciertos tipos de caudalímetros para calcular el flujo.

5. ESPECIFICACIONES DEL ESTANDAR

5.1 REQUERIMIENTO DEL PERSONAL

- Personal con un grado académico de Técnico Superior en las carreras profesionales de: Técnico en Control de calidad (suelos y concreto), Técnico de Túneles.
- Personal calificado y autorizado para el manipuleo de herramientas de poder (Cortadora de testigos, Trompo mezclador, Extractora de testigos diamantinos).
- Personal con conocimientos de normas ASTM, ACI, NTP.
- Personal con conocimientos en Seguridad y Salud en el Trabajo.

5.2 REQUERIMIENTO DEL LUGAR DE TRABAJO

- En interior mina, el área de trabajo debe estar desatado y sostenido, con una buena ventilación, correctamente iluminado, limpio y ordenado.
- El área de trabajo debe de estar debidamente señalizado y bloqueado el ingreso de la labor.
- En el área de trabajo deberá contar con energía eléctrica (220V) debidamente señalizado.
- Material homogéneo y estable para mediciones precisas del rebote.
- Sistema de medición del rebote, como cámaras de alta velocidad o sensores para capturar el comportamiento del proyectil.
- Fuente de alimentación estable para el uso del robot y equipos de medición, evitando interrupciones.
- El personal que realice los ensayos debe estar capacitado en medidas de seguridad laboral, manejo adecuado de equipos de protección personal (EPP) y en los procedimientos de emergencia.

A. REBOTE:

- ✓ Inspeccionar que la labor este ventilada y desatada.
- ✓ Delimitar o bloquear con conos de seguridad y/o cinta de seguridad el área de trabajo antes de iniciar con los trabajos de pruebas de rebote.
- ✓ Verificar que la superficie a lanzar sea estable.
- ✓ Verificar el cumplimiento del Slump según el diseño de la mezcla.
- ✓ Instalar la manta arpillera para la prueba de rebote a 1.5 metros detrás del traslape y centrada con respeto al eje del área a lanzar, sin exponerse en la zona que falta sostenimiento colocando la manta con la barretilla de desate de 12 pies hasta el tope.
- ✓ Llenar los baldes (hasta 20L) con el Shotcrete obtenido del rebote y contarlos.
- ✓ Terminada la prueba de rebote recoger la manta arpillera y las herramientas.
- ✓ Calcular y registrar el % de rebote en el formato.

$$\%R = \frac{\text{CANTIDAD DE MATERIAL DE REBOTE (KG)}}{\text{CANTIDAD PROYECTADA CONOCIDA}}$$

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 3 de 6	

B. CAUDALIMETRO:

- ✓ Para la correcta realización de la prueba, se debe de contar con los equipos y herramientas calibrados y buen condiciones

DISEÑO DE MEZCLA ACI 211- ACI 506R - 1.0 M³					
MATERIALES	Marca	P. Esp kg/m ³	Peso Seco kg/m ³	Volumen m ³	Corregido % Humedad
Cemento Tipo I	Unacem	3,180	420.0	0.1321	420.0
Agua	Mina	1,000	175.0	0.1750	71.0
Agregado Gradación 2	Cantera Pachachaca	2,630	1,560	0.5931	1,664
Aditivo Hiperplastificante	Innova - EXTRAFLOWIMS	1,090	3.80	0.0035	3.80
Fibra Sintética	Innova - FIBERIMS	905	6.00	0.0066	6.0
Porcentaje de Aire		-		0.0620	-
Aditivo Acelerante	Innova - HARDIMS	1,440	39.90	0.0277	39.90
			2,205	1.0000	2,205

- ✓ Se debe llegar a la cantidad establecida del diseño (39.9 Kg /m³ - 27.7 Lt/m³) como se puede observar en la tabla superior.
- ✓ Considerando un tiempo promedio de lanzado de 3.8 min/m³ se debe tener un caudal de 10.5 kg/minuto.
- ✓ Realizar la prueba desde la posición 1 hasta la Posición 10 hasta obtener el caudal cercado a la cantidad total requerida en Kg/min.
- ✓ Colocar los datos obtenidos en el formato control.

5.3 REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIALES

- Las herramientas y equipos para utilizar deben de estar inspeccionadas con la cinta de color del trimestre correspondiente.
- Las herramientas y equipos por utilizar deben de estar en buen estado y no deben de ser hechizos.
- Tanta de tela arpillera para protección y recolección de material.
- Baldes con capacidad de 20 Lt para almacenamiento y transporte de material.
- Lampa para manipulación de materiales.
- Cepillo de cerdas duras para limpieza de la superficie de impacto.
- Cinta métrica dirigido a la medición de alturas y distancias.
- Nivel de burbuja o láser para asegurar superficies niveladas.
- Juego de llaves y destornilladores par el ajuste y mantenimiento del robot lanzador.
- Espátulas metálicas y plásticas para manipulación de material en pruebas.
- Reglas metálicas y calibrador Vernier con el fin de tener una medición precisa de dimensiones del rebote
- Balanza de 30 kilos o más para medición precisa de materiales.
- Equipo Robot Lanzador, siendo la principal herramienta de prueba.
- Cámara de alta velocidad, registro preciso del rebote.
- Caudalímetro usado para medición del flujo de aire o fluido en el sistema.
- Cronómetro digital o sensor de tiempo para cálculo de velocidad y rebote.
- Dinamómetro usado para medición de fuerza aplicada en el lanzamiento.
- Cuaderno de apuntes para registro de observaciones y datos
- Shotcrete no adherido siendo el material de prueba.

5.4 REQUERIMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN

- La organización deberá proporcionar todo los EPP's requeridos para el desarrollo de la

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 4 de 6	

actividad.

- Proporcionar ambientes de trabajo seguras y adecuadas para la ejecución del ensayo.
- Se deberá proporcionar todas las herramientas, equipos y materiales a utilizar para realizar el mantenimiento correctivo de los equipos.
- Cumplimiento del programa de inspección de los EPP's y el cumplimiento de las inspecciones de las herramientas y equipos.
- Cumplimiento de las capacitaciones técnicas operativas al personal que desarrollara las actividades.

6. RESPONSABILIDADES.

6.1 Jefe de Geomecánica.

- Responsable de proveer los recursos necesarios para cumplimiento del presente estándar de manera segura.

6.2 Jefe de Planta shotcrete.

- Gestionar los recursos, verificar y hacer cumplir el estándar.

6.3 Supervisor de Shotcrete.

- Garantizar el cumplimiento del presente estándar para salvaguardar la integridad física y fisiológica de la persona y de la propiedad ante cualquier peligro.
- Realizar evaluaciones para verificar el cumplimiento del estándar. Verificar las condiciones del área de trabajo.

6.4 Laboratorista.

- Realiza los trabajos cumpliendo el estándar.
- Responsable de usar sus equipos de protección personal establecidos, conocer y entender el procedimiento e informar a su supervisor cualquier situación insegura que detecten durante la ejecución de los trabajos.
- Bloquear el área de trabajo, antes de iniciar sus actividades.

6.5 Área de seguridad/ingeniero de seguridad:

- Verificar el cumplimiento del presente estándar.
- Supervisar y realizar el seguimiento de cumplimiento del estándar
- Capacitar a los supervisores de cada área acerca de los estándares de los trabajadores que realizan.
- Paralizar la labor so se encuentra con evidencias, condiciones subestándares que atenta contra la integridad del trabajador, hasta que se elimina dicha condición.

7. REGISTRO, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN.

- FOR-SSO-065 Orden de Trabajo.
- FOR-SSO-019 IPERC Continuo.
- FOR-SSO-082 Check List de Labores.
- ACI 506 Guía de hormigón proyectado.

8. REVISIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO

Este documento deberá ser revisado y mejorado según lo establecido en el Procedimiento:

- **PG-SIG-011** Estructura Control y Distribución de Documentos.

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 5 de 6	

Actualizado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Jordan Aucasi Alvarado Laboratorista	Wilmer Antonio Moran Jefe de Guardia	Fernando Rodriguez Gutierrez Ingeniero de Seguridad	Julio Moreno Yupanqui Superintendente de Mina
Fecha: 04/02/2025	Fecha: 04/02/2025	Fecha: 05/02/2025	Fecha: 05/02/2025

	ESTÁNDAR: PRUEBA DE PORCENTAJE DE REBOTE Y CAUDALÍMETRO DEL ROBOT LANZADOR		UEA AMERICANA
	Código: GMI-SHT-EST-68	Versión: 01	
	Fecha de Actualización: 04/01/2025	Página: 6 de 6	

ANEXO 01
MEDICIÓN VOLUMÉTRICA, CANTIDAD DE MATERIAL DE REBOTE, CON TELA ARPILLERA Y LLENADO EN EL BALDE



ANEXO 02
ACOPIO MATERIAL REBOTE POST OPERACIÓN DE LANZADO DEL SHOTCRETE

