

Señores:

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (SIC)

Delegatura para la Propiedad Industrial

Dirección de Nuevas Creaciones

E.S.D.

Ref.: Contestación al segundo Requerimiento de Fondo (Art. 45 de la Decisión 486)

Expediente No.: NC2022/0005596

Solicitante: UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Invención: "SISTEMA Y MÉTODO PARA CLASIFICAR SUELOS FINOS EN EL SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) POR MEDIO DE DISPERSIÓN ÓPTICA EN MEDIO LÍQUIDO"

DEIBAR RENÉ HURTADO HERRERA, identificado con CC 73.311.561, actuando en calidad de Representante Legal de la **UNIVERSIDAD DEL CAUCA**, según obra en el certificado de existencia y representación legal adjunto, expedido por el Ministerio de Educación Nacional, solicitante en el trámite de la referencia, por medio del presente escrito me permito dar respuesta a los requerimientos formulados en el oficio Oficio N° 21904 de fecha 10 de diciembre de 2025, con base en los siguientes argumentos:

El examinador de la Superintendencia de Industria y Comercio ha formulado objeciones que cuestionan el cumplimiento del requisito de claridad y concisión de las reivindicaciones, de conformidad con el artículo 30 de la Decisión 486 de 2000, así como el nivel inventivo de la invención a la luz de los documentos del estado de la técnica D3 (US2007165225A1) y D4 (US2018333894A1), invocando el artículo 18 de la misma normativa andina.

El propósito del presente memorial es desvirtuar las objeciones planteadas por el señor examinador. Para ello, se presenta un nuevo pliego reivindicatorio modificado superando la objeción de concisión mediante una reestructuración que no incurre en la prohibición de añadir materia nueva, respetando el límite impuesto por el artículo 34 de la Decisión 486. Asimismo, se ha realizado un análisis integral bajo el método problema-solución para evidenciar que la combinación de los antecedentes D3 y D4 no resulta obvia para un técnico medio en la materia y que, además, dichos documentos no resuelven el mismo problema técnico ni logran el efecto

técnico inesperado que caracteriza a la presente invención, salvaguardando así su nivel inventivo.

I. SUPERACIÓN DE LA OBJECCIÓN DE FALTA DE CLARIDAD Y CONCISIÓN (ARTÍCULO 30 DE LA DECISIÓN 486)

Con el fin de superar la objeción se ha procedido a realizar una depuración del capítulo reivindicatorio. El pliego ha sido consolidado en un total de cuatro reivindicaciones, eliminando cualquier rastro de multiplicidad redundante y suprimiendo las expresiones abiertas que generaban indeterminación en el alcance de la invención.

La nueva Reivindicación Independiente 1 ha sido redactada para definir de manera concisa el "Equipo para clasificar suelos finos". Esta reivindicación delimita ahora estrictamente la estructura y los componentes de hardware de la invención implementada por computador, estableciendo la interacción física entre la carcasa (101), la cubeta transparente (102), el módulo de agitación y posicionamiento (106), el diodo láser emisor (107), el divisor de haz (108) y el sensor óptico dual (111). En cuanto al componente de procesamiento, la reivindicación 1 se limita a establecer la configuración funcional de la tarjeta (104) y su procesador, indicando su capacidad para registrar la intensidad luminosa, normalizar la señal mediante el cociente de ambos haces, extraer características temporales y frecuenciales, y ejecutar la clasificación mediante un clasificador pre-entrenado, sin incurrir en la redacción de etapas metodológicas extensas que saturaban la versión original.

Por su parte, las descripciones que el examinador identificó como redundantes han sido trasladadas a la Reivindicación Independiente 4, la cual define el "Método de clasificación". Esta reivindicación establece con las etapas del proceso implementado por computador: el depósito de la muestra, la agitación para la homogenización, la iluminación simultánea con los haces de prueba y referencia, la detección de variaciones de intensidad fotónica durante la sedimentación prolongada, la normalización matemática de la señal, la identificación de la morfología de la curva, y la asignación final al grupo correspondiente. (MH, ML, CH ó CL)

Adicionalmente, se han conservado dos reivindicaciones dependientes de equipo para proteger características técnicas específicas y ventajosas: la Reivindicación 2, que detalla el módulo de posicionamiento (109) encargado de automatizar el desplazamiento de la cubeta entre estaciones, y la Reivindicación 3, que protege la inclusión de filtros de densidad neutra (110) en la trayectoria del haz de referencia, un componente crítico para lograr la compensación

radiométrica asimétrica del láser.

Finalmente, la expresión genérica "(...) entre otras (...)" ha sido suprimida del pliego. Las variables utilizadas para la clasificación se limitan ahora exclusivamente a las "características temporales y frecuenciales de la curva de sedimentación", cerrando el alcance de la reivindicación.

II. EXAMEN DE NIVEL INVENTIVO: APLICACIÓN DEL MÉTODO PROBLEMA-SOLUCIÓN

El examinador concluye que la invención resulta obvia a partir de la combinación de los documentos D3 (US2007165225) y D4 (US2018333894), argumentando que un técnico con conocimientos medios en la materia estaría motivado a integrar los sistemas de dispersión láser de D3 con las técnicas de clasificación de suelos en frascos y redes neuronales de D4 para llegar a la invención reclamada.

Esta apreciación incurre en un error metodológico al abstraer los componentes técnicos de su contexto funcional e ignorar la dinámica subyacente a la invención. Para evaluar correctamente el nivel inventivo de conformidad con el artículo 18 de la Decisión 486, el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina ha establecido la obligatoriedad de aplicar el método de "problema-solución". Este método proscribe tajantemente el análisis retrospectivo ("hindsight" o "ex post facto"), en el cual el examinador, conociendo ya la invención, busca fragmentos aislados en el estado de la técnica para armar un rompecabezas artificial. La evaluación debe situarse objetivamente en la posición del técnico medio en la fecha de prioridad, identificando el estado de la técnica más cercano, formulando el problema técnico objetivo y determinando si la solución propuesta resultaba evidente.

1. Definición del Problema Técnico Objetivo y el Efecto Técnico diferenciado.

El campo técnico de la invención se sitúa en la intersección de la geotecnia experimental y la optoelectrónica. El problema técnico objetivo que busca resolver la patente NC2022/0005596 consiste en proporcionar un método y un equipo capaces de determinar de manera automatizada, rápida, robusta y objetiva la clasificación de plasticidad y compresibilidad de suelos finos. Históricamente, la determinación de si un suelo fino corresponde a Arcilla de Alta Compresibilidad (CH), Arcilla de Baja Compresibilidad (CL), Limo de Alta Compresibilidad (MH) o Limo de Baja Compresibilidad (ML) ha dependido de ensayos mecánicos destructivos y altamente subjetivos, como el método de la Copa de Casagrande y la determinación de límites de Atterberg, procesos que consumen hasta 48 horas y dependen del juicio visual y táctil de un operario humano.

La solución inventiva aportada por la Universidad del Cauca no radica en una mera medición de tamaños de partículas en suspensión, sino en el descubrimiento y explotación de un efecto técnico inesperado relacionado con la reología y la dinámica electroquímica de las arcillas y limos. Los inventores descubrieron que la morfología espaciotemporal de una curva de dispersión óptica macroscópica, registrada durante un proceso de sedimentación prolongado en condiciones estáticas (hasta 3600 segundos), contiene firmas frecuenciales ocultas que se correlacionan directamente con la plasticidad geométrica del suelo. Específicamente, se descubrió que las suspensiones de arcilla (C), debido a sus fuerzas cohesivas interparticulares, generan un crecimiento de la intensidad óptica relativa en forma de "escalones" (floculación intermitente), mientras que los limos (M), compuestos por partículas granulares de entre 2 y 74 micras sin cohesión química dominante, generan un crecimiento en forma de "rizado".

Además, la invención aprovecha puntos críticos de tiempo para la separación categórica. A los 800 segundos de sedimentación estática, la intensidad óptica relativa de los limos supera un umbral de 0.5, mientras que las arcillas permanecen por debajo de 0.3. A los 3600 segundos, los valores de esparcimiento final logran separar la alta (H) y baja (L) compresibilidad, donde las arcillas altamente plásticas (CH) registran niveles cercanos a 0.25 y los limos de baja compresibilidad (ML) niveles cercanos a 2.0. El problema técnico se resuelve extrayendo estas características morfológicas vectoriales (intensidades críticas, pendientes, detección de rizados/escalones) mediante una tarjeta de procesamiento (104), e inyectando este vector continuo en una red neuronal pre-entrenada (perceptrón multicapa) para automatizar la categorización geotécnica. Este enfoque trasciende la simple granulometría para adentrarse en la fenomenología de la floculación óptica a largo plazo.

1.1. Análisis Técnico y Funcional del Documento D3 (US2007165225A1)

El examinador cita el documento D3, argumentando que este divulga el uso de sistemas de detección óptica con láseres y divisores de haz, lo que restaría inventiva a la arquitectura física de la solicitud. Sin embargo, un análisis riguroso de D3 bajo la óptica del experto medio revela que sus principios operativos, su arquitectura óptica y su propósito científico son antitéticos a la invención solicitada.

El documento D3, "Methods and apparatus for measuring particle size distribution", divulga un contador óptico diseñado para medir la distribución de tamaño de partículas microscópicas en un fluido dinámico. El principio operativo de D3 exige diluir la muestra fluida a niveles extremos para garantizar que las partículas atravesasen la zona de interrogación focalizada de una en una. El

objetivo de D3 es evitar la coincidencia óptica, midiendo pulsos fotónicos de microsegundos de duración para deducir el diámetro esférico equivalente de cada partícula individual y construir un histograma volumétrico clásico.

El examinador se equivoca al equiparar los componentes de D3 con los de la invención. Si bien D3 menciona un "divisor de haz" (beam splitter), su función está enmarcada en una arquitectura de detección heterodina o interferométrica. En D3, el divisor de haz separa una porción de la luz láser para utilizarla como un "oscilador local". Esta luz de referencia viaja por una ruta paralela y luego se recombina forzosamente con la luz débilmente dispersada por la partícula en movimiento. Debido al efecto Doppler generado por la velocidad de la partícula en el flujo, la recombinación de los haces genera una frecuencia de batido (beat frequency) de interferencia constructiva y destructiva, permitiendo extraer la señal del ruido electrónico mediante filtros paso alto.

En contraste, la invención de la Universidad no requiere ni utiliza detección interferométrica heterodina ni recombinación de haces. En la invención, el divisor de haz (108) separa un "haz de referencia" que nunca se vuelve a mezclar con el "haz de prueba". El haz de prueba atraviesa una celda de sedimentación estática y masiva (donde millones de partículas interactúan simultáneamente generando turbidez macroscópica), y llega a un fotodiodo. Simultáneamente, el haz de referencia pasa por filtros atenuadores de densidad neutra (110) y llega a un segundo fotodiodo completamente independiente.

El propósito de esta arquitectura dual paralela en la invención es realizar una normalización matemática radiométrica (dividiendo la señal de la muestra entre la señal de referencia en tiempo real). Esta normalización soluciona un problema técnico inexistente en D3: la deriva térmica a baja frecuencia y la fluctuación natural de la potencia lumínica de un diodo láser de estado sólido a lo largo de un ensayo geotécnico que dura 3600 segundos. Dado que D3 mide pulsos de tránsito de microsegundos, la inestabilidad del láser a lo largo de una hora es irrelevante para su tecnología. El técnico medio, buscando estabilizar una lectura fotométrica macroscópica durante una hora para observar floculación de arcillas, jamás adoptaría la compleja recombinación interferométrica Doppler de D3, ni D3 le sugeriría utilizar el divisor de haz para una normalización asimétrica de turbidez a largo plazo.

Por consiguiente, D3 no enseña, sugiere ni motiva la construcción de un fotómetro radiométrico estabilizado para monitorear la evolución temporal estática de una nube de sedimentación para

la extracción de firmas de plasticidad.

1.2. Análisis Técnico y Funcional del Documento D4 (US2018333894A1)

El segundo documento citado por el examinador, D4 ("Data fusion technique for predicting soil classification and making compressed earth blocks"), aborda la clasificación de suelos. El examinador infiere que, dado que D4 menciona pruebas en frascos (jar test) y el uso de redes neuronales para predecir la clasificación SUCS (USCS), resulta obvio modificar su recipiente por uno transparente y acoplarle la óptica de D3. Esta asimilación superficial desvirtúa la realidad tecnológica de D4.

D4 propone un paradigma de "fusión de datos" para constructores de campo en zonas rústicas. Su método depende intrínsecamente de la recolección de datos mediante la manipulación humana cualitativa. El operario debe realizar con sus propias manos pruebas táctiles como la "prueba de lavado" (wash test), la "prueba de tacto" (feel test), intentar hacer un cilindro de tierra para ver si se rompe (pen test, stick test) y frotar la tierra para ver si brilla (shine test). La única prueba en un medio líquido que menciona D4 es la "graduación de partículas en tubo de ensayo" o "jar test", donde el usuario mezcla tierra y agua en un frasco, lo agita con la mano y espera. Posteriormente, el usuario mide visualmente con una regla el espesor de las capas de arena, limo y arcilla que se han depositado en el fondo.

Todos estos datos subjetivos y estáticos se transforman en valores escalares y se ingresan como un vector estático a una arquitectura de inteligencia artificial ("neurona de múltiples entradas"). Esta red neuronal aplica ponderaciones precalculadas a los datos táctiles y volumétricos visuales para predecir si el suelo es apto para fabricar bloques de tierra comprimida (CEB) bajo la norma SUCS. D4 carece por completo de componentes electrónicos de sensado. No posee óptica, ni láseres, ni adquisición de datos en serie temporal.

La invención solicitada, por el contrario, sustituye todo el paradigma sensorial y visual humano por una extracción algorítmica de características espaciotemporales a partir de la fotodispersión dinámica. La red neuronal de la invención no recibe datos tabulados sobre "si el cilindro de barro se rompió" o "cuántos milímetros de arena hay en el fondo de un frasco". La red neuronal de la presente invención se alimenta de la topología matemática de una curva de fotovoltaje en el dominio del tiempo y la frecuencia (pendientes de atenuación, detección de rizados de alta frecuencia, intensidad absoluta normalizada en las marcas de 800s y 3600s). La naturaleza de las entradas informáticas, la arquitectura del sensor que las origina y el fenómeno físico que se

analiza (floculación de suspensiones frente a espesor de capas decantadas) son mutuamente excluyentes entre D4 y la presente invención. El examinador comete el error de igualar el "jar test" visual-estático de D4 con la celda de flujo fotométrico dinámico de la invención bajo la premisa simplista de que ambos usan agua y un recipiente transparente.

1.3. Ausencia de Motivación para Combinar D3 y D4: Inexistencia de Obviedad

La jurisprudencia del TJCA, exige que para dictaminar la falta de nivel inventivo por combinación de antecedentes, debe existir una motivación técnica razonable, sugerencia o enseñanza en los documentos previos que impulse al experto medio a unirlos para resolver el problema objetivo.

Bajo la premisa del examinador, un experto en ingeniería civil que busque automatizar la clasificación de suelos (problema técnico) revisaría D4. Al notar que D4 depende de pruebas manuales y visuales, buscaría una forma de automatizar la lectura del "jar test" y encontraría D3 (un contador óptico láser). La combinación lógica, carente de actividad inventiva, de estos dos documentos resultaría en lo siguiente: utilizar el flujo y la detección interferométrica de partículas microscópicas de D3 para contar cuántas partículas de arena, limo y arcilla hay en la muestra, obtener un histograma exacto de diámetros (granulometría), e ingresar esos porcentajes granulométricos estáticos a la red neuronal de D4 para emitir la clasificación SUCS.

Esa hipotética combinación no conduce a la invención reclamada. La invención solicitada no utiliza un contador de partículas para alimentar una red neuronal con porcentajes de tamaños. La invención utiliza un enfoque macroscópico de turbidez temporal donde la dinámica de agregación (floculación) revela el comportamiento cohesivo del suelo, que no puede deducirse simplemente contando diámetros. La plasticidad de una arcilla (CH vs. CL) no depende únicamente de tener partículas menores a 2 micras, sino de la mineralogía (montmorillonita vs. caolinita), la capacidad de intercambio catiónico y la doble capa difusa. D3 no puede medir la mineralogía ni la plasticidad; solo mide diámetros geométricos esféricos equivalentes. Por lo tanto, integrar D3 no resuelve el problema de medir la plasticidad.

El mérito inventivo, con su respectivo efecto técnico sorprendente, reside en haber descubierto que esa plasticidad y cohesión mineralógica invisible altera sutilmente la velocidad y forma en la que las nubes de partículas caen a lo largo del tiempo, generando una firma óptica de "rizados" y "escalones" a lo largo de una hora. D3 y D4 no contienen ninguna sugerencia para abandonar el conteo de partículas individuales o la medición visual de capas decantadas a favor de la extracción de frecuencias temporales en una curva fotométrica macroscópica estabilizada

termodinámicamente.

Adicionalmente, el equipo reclamado integra una sinergia mecatrónica que ninguna de las anterioridades sugiere: el acople de un **módulo de agitación in situ (106)** dentro de la celda de lectura, con una hélice mecanizada que gira a 3000 rpm durante 2 minutos exactos, coordinado con un **módulo de posicionamiento (109)** automático. El examinador desestima estos módulos afirmando que desplazar cubetas en bases móviles es conocimiento general. Se omite aquí la relevancia técnica del ensamble: la red neuronal depende de que la variable tiempo (ej. los 800 segundos críticos) sea cronometrada con exactitud de milisegundos respecto al fin de la turbulencia. D4 usa agitación manual humana en frascos (imprecisa, variable en energía y tiempo de detención). D3 usa bombas externas de flujo continuo laminar, evitando turbulencias masivas en la celda de lectura para no generar cavitación. La integración del agitador mecanizado directamente en la celda óptica estática en la presente invención crea un hito de tiempo de alta reproducibilidad física, indispensable para que los patrones algorítmicos extraídos tengan validez estadística para el clasificador. Sustituir los procesos de D3 o D4 por este mecanismo in situ no deriva del conocimiento común, sino de la necesidad inventiva de estandarizar la dinámica de fluidos para el aprendizaje automático.

III. TABLAS COMPARATIVAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESENCIALES

Para consolidar la defensa del nivel inventivo y ofrecer a la Dirección de Nuevas Creaciones una herramienta que facilite el examen, se presentan las siguientes tablas comparativas. Estas desglosan las características de la reivindicación independiente de equipo (Tabla 1) y de método (Tabla 2), confrontándolas directamente con D3 y D4. Las tablas evidencian que los documentos citados no resuelven el mismo problema técnico ni producen los mismos resultados.

Tabla 1: Análisis Comparativo del Equipo (Reivindicación Independiente 1) vs. D3 y D4

Característica Técnica Reivindicada (NC2022/0005596)	Documento D3 (US2007165225A1)	Documento D4 (US2018333894A1)	Diferencia Funcional y Efecto Técnico que Otorga Nivel Inventivo
Carcasa (101) y Cubeta Transparente (102) para sedimentación estática y prolongada.	Utiliza una celda de flujo (flow cell) con ventanas ópticas diseñadas para fluidos en continuo movimiento impulsados	Emplea frascos de vidrio (jars) o tubos de ensayo para sedimentación rústica de campo de observación visual	La invención exige un recipiente estático aislado luminosamente por una carcasa,

	por bombas.	humana.	creando un entorno controlado para el monitoreo prolongado (1 hora) de la floculación de arcillas en reposo, libre de la turbulencia inducida por el flujo de D3.
Módulo de agitación y posicionamiento (106, 109) mecanizado in situ en la estación óptica.	Carece de módulo de agitación dentro de la cámara óptica. Acondiciona y diluye el flujo externamente.	Recurre exclusivamente a la agitación manual y sacudidas del operador humano en campo.	La agitación mecánica estandarizada in situ (3000 rpm) antes de la medición óptica es crítica en la invención para garantizar la reproducibilidad del punto de inicio y la homogeneidad de la curva temporal, elemento del cual depende la red neuronal.
Diodo láser (107) y Divisor de haz (108) para generar haz de prueba y haz de referencia radiométrica.	Usa divisor de haz, pero su propósito es la detección interferométrica/heterodina (recombinando las señales ópticas para buscar pulsos).	Carece de instrumentación óptica y láseres; opera bajo apreciación visual.	La invención no recombina los haces para medir efecto Doppler de partículas individuales. Emplea el haz de referencia paralelo para compensar mediante división asimétrica las fluctuaciones de potencia del láser que ocurren de forma natural durante la hora que dura el ensayo estático.
Sensor óptico dual (111) con dos fotodiodos independientes para	Posee detectores múltiples, pero configurados espacialmente para	Carece en su totalidad de sensores fotónicos o adquisición electrónica de datos.	La arquitectura dual y paralela permite la adquisición de la señal

lectura ininterrumpida paralela.	medir ángulos de dispersión de luz en fracciones de milisegundo.		macroscópica de turbidez simultáneamente con el ruido intrínseco de la fuente emisora para una estabilización diferencial continua a baja frecuencia.
Procesamiento (104): Normalización matemática por cociente asimétrico de señales analógicas.	No divulga normalización radiométrica a largo plazo mediante cociente de referencia directa para compensar derivas térmicas estáticas.	No procesa señales ópticas; procesa tablas de datos cualitativos ingresados por teclado.	Otorga el efecto técnico de generar una señal base ultra-estable que permite a la red neuronal revelar las sutiles variaciones morfológicas (escalones/rizados) en la opacidad del fluido, aislando el comportamiento del suelo de la degradación del hardware.
Procesamiento (104): Extracción de características temporales y frecuenciales de la curva de sedimentación.	Extrae caídas de intensidad de pulsos ultracortos para mapearlas a diámetros esféricos y construir histogramas de distribución.	No extrae datos de series de tiempo; utiliza datos estáticos derivados de pruebas mecánicas manuales (tacto, lavado, rotura de cilindros).	Constituye el núcleo inventivo: el equipo no busca medir el diámetro de la partícula (D3) ni su volumen sedimentado final (D4), sino identificar comportamientos frecuenciales de floculación y valores de atenuación en tiempos críticos (800s y 3600s) que determinan el grado de plasticidad y cohesividad del suelo.
Clasificación SUCS mediante clasificador pre-entrenado (Red	No clasifica geotécnicamente bajo estándares SUCS (CH, CL, MH, ML). Se limita a	Utiliza una red neuronal para clasificar basada exclusivamente en ponderaciones	La invención fusiona la precisión optoelectrónica de biosensores estabilizados con la

Neuronal Multicapa).	reportar la distribución matemática de tamaños (granulometría pura).	numéricas asignadas a los resultados de las pruebas manuales cualitativas.	categorización macro-geotécnica del SUCS. El clasificador no es alimentado por granulometrías puras (D3) ni observaciones humanas (D4), sino por la morfología fotométrica espaciotemporal extraída automáticamente.
----------------------	--	--	--

Tabla 2: Análisis Comparativo del Método (Reivindicación Independiente 4) vs. D3 y D4

Etapas del Método Reivindicado (NC2022/0005596)	Documento D3 (US2007165225A1)	Documento D4 (US2018333894A1)	Análisis de Nivel Inventivo (Ausencia de Evidencia y Sugerencia)
Agitar y homogenizar la muestra mediante un dispositivo mecatrónico in situ dentro de la celda de observación para marcar $t =$.	Acondiciona y reduce la concentración de la muestra en flujos externos, evitando explícitamente agitación turbulenta en la cámara de medición óptica.	Depende de la agitación manual del frasco (jar test) ejecutada de manera irregular por un operario en campo.	El método de la invención estandariza de forma absoluta la turbulencia inicial antes de que comience el registro cronológico del decaimiento lumínico, unificando la fase de preparación y lectura de una manera no sugerida por el análisis de flujo laminar de D3 ni la manipulación rústica de D4.
Iluminar simultáneamente con haz de prueba atenuado por la muestra y haz de	Utiliza división de haz, pero la luz dispersada se mezcla interferométricamente con el haz de referencia	Carece por completo de etapas de iluminación láser, instrumentación óptica o analítica fotónica.	La invención describe un paradigma radiométrico diferencial absoluto con atenuación neutral

referencia atenuado ópticamente por filtros neutros.	local para generar una frecuencia de batido (Doppler).		intencionada para balanceo, que se desvía drásticamente y contradice el método interferométrico de fase y frecuencia propuesto por D3.
Detectar variaciones de intensidad fotónica durante el proceso de sedimentación prolongado (estático).	Detecta eventos transitorios (milisegundos) generados por el paso secuencial de partículas individuales a través de un volumen de interrogación en movimiento.	El operario observa de manera estática y con sus ojos el espesor de las capas sedimentadas en el frasco mucho después de que cesa el movimiento.	El método analítico de D3 es instantáneo y fundamentalmente dinámico-fluídico. La invención enseña a registrar la evolución estática macroscópica de una muestra densa a lo largo de tiempos prolongados (ej. 3600s), capturando el proceso reológico de floculación masiva de arcillas y limos, fenómeno ausente en D3.
Identificar características temporales y frecuenciales en la curva morfológica normalizada generada por la atenuación temporal.	No construye una curva temporal macroscópica de atenuación. Analiza la amplitud y fase de pulsos discretos individuales mediante algoritmos espaciales.	Transforma apreciaciones táctiles y observaciones volumétricas visuales discretas en valores numéricos escalares fijos para la matriz de entrada.	El técnico medio no encontraría en el conteo estadístico de partículas de D3, ni en la cuantificación visual de D4, ninguna sugerencia metodológica que indique que la morfología temporal de atenuación de una mezcla turbia (rizados o escalones) contenga firmas ocultas predictoras de la plasticidad y cohesión mineralógica de un

			suelo.
Asignar la muestra a un clúster SUCS (CH, CL, MH, ML) ejecutando algoritmos de inteligencia artificial sobre los vectores fotométricos de atenuación.	Clasifica exclusivamente en rangos de tamaños de diámetro equivalente esférico (generando histogramas) sin relación alguna con clasificaciones de geotécnicas de ingeniería civil.	Clasifica en SUCS usando redes neuronales alimentadas exclusivamente con bases de datos tabulares cualitativas introducidas por la apreciación de los sentidos de un constructor.	El salto inventivo radica en utilizar la óptica de dispersión de largo plazo, procesada frecuentemente y alimentada a redes neuronales, para predecir la compresibilidad geotécnica SUCS automatizada. Este efecto técnico, veloz y exento de subjetividad humana, es imposible de obtener mediante la mera yuxtaposición o suma obvia de las enseñanzas de D3 y D4.

III. CONCLUSIONES Y PETICIONES

En mérito a los fundamentos técnicos desarrollados a lo largo de este documento, las objeciones presentadas en el Oficio N° 21904 han sido superas.

En primer lugar, el rediseño del capítulo reivindicatorio, el cual ha sido circunscrito a cuatro reivindicaciones de estructura consolidada, satisface plenamente el requisito de claridad y concisión ordenado por el artículo 30 de la Decisión 486.

En segundo lugar, se ha desvirtuado la supuesta obviedad técnica frente a los antecedentes D3 y D4. Ha quedado evidenciado que el problema técnico objetivo —automatizar la caracterización de la plasticidad y cohesión de suelos finos mediante la eliminación de las prolongadas y subjetivas pruebas mecánicas operadas por humanos— es resuelto en la invención a través de un novedoso proceso de fotometría de dispersión dinámica a largo plazo, compensada térmicamente y analizada en los dominios del tiempo y la frecuencia mediante inteligencia artificial.

El documento D3, un analizador interferométrico Doppler de partículas instantáneo en flujo

continuo, y el documento D4, un método de predicción estadística basado en pruebas manuales, rústicas y visuales de campo, no contienen, ni de manera aislada ni combinada, la enseñanza, la sugerencia ni la motivación técnica necesaria para llevar a un técnico medio a desarrollar la presente invención. Ninguno de los antecedentes sugiere la evaluación óptica de la morfología macroscópica de floculación (los patrones de rizado frente a los escalones) en tiempo real para categorizar la compresibilidad geotécnica. La invención no es una combinación evidente, sino una sinergia tecnológica dotada de un genuino efecto técnico sorprendente.

Se reitera que a diferencia de lo divulgado en D3, que se limita a la cuantificación geométrica de diámetros de partículas individuales mediante un análisis de flujo, la presente invención explora la fenomenología físico-química intrínseca de la suspensión de suelos finos.

Los inventores han identificado que la morfología de la curva de intensidad óptica durante la sedimentación estática prolongada funciona como una huella digital de la plasticidad del suelo. Mientras que los limos (M), por su naturaleza granular y no cohesiva, generan un crecimiento de intensidad con un rizado de alta frecuencia, producto del descenso individual de sus partículas, las arcillas (C) exhiben una firma óptica de escalones, que es un efecto derivado de la floculación intermitente que presentan debido a las fuerzas de atracción interparticulares, que provocan que las partículas de arcilla se agrupen en flóculos de masa variable durante la precipitación, alterando la transmitancia óptica macroscópica de forma discreta y no continua. Esta distinción reológica, que es invisible para un contador de partículas (D3) o una inspección visual de capas decantadas (D4), permite que el clasificador pre-entrenado asigne categorías SUCS (CH, CL, MH, ML) basándose en la cohesividad mineralógica y no solo en el tamaño geométrico.

Respecto a la Reivindicación 3, se aclara que la inclusión de los filtros de densidad neutra (110) no solo cuenta con pleno soporte en la descripción original —como lo reconoce el propio despacho al citar su función de protección y balanceo — sino que resulta técnicamente indispensable para la arquitectura de la invención.

A diferencia de los sistemas de dispersión convencionales, nuestra invención requiere que el haz de referencia sea atenuado ópticamente antes de llegar al segundo fotodiodo. Esto permite que el procesador trabaje en un rango de linealidad óptimo para ambos sensores, facilitando una división matemática asimétrica que es la que finalmente permite extraer las sutiles variaciones morfológicas (rizados y escalones) de la curva de sedimentación. Este componente es una de las piezas clave que otorga robustez al equipo frente a posibles derivas térmicas del láser durante

los ensayos prolongados de 3600 segundos, una solución que no se sugiere en absoluto en los documentos D3 o D4.

El mérito inventivo de la presente solicitud no reside en la simple automatización de tareas conocidas, sino en la creación de una sinergia mecatrónica-optoelectrónica que genera un efecto técnico inexistente en el estado de la técnica.

En primer lugar, la integración del módulo de agitación mecatrónico in situ, además de homogenizar la muestra, permite establecer el inicio la adquisición de los datos, brindando la referencia necesaria garantizar la reproducibilidad física de las medidas. A diferencia de la manipulación manual de D4 o el flujo continuo de D3, esta estandarización de la turbulencia inicial es indispensable para que los patrones algorítmicos extraídos posean la validez estadística que requiere el clasificador.

En segundo lugar, nuestra arquitectura utiliza el divisor de haz para una normalización de la intensidad registrada, diseñada para compensar posibles fluctuaciones en la iluminación durante el proceso de detección. Mientras que D3 emplea división de haz para detecciones heterodinas de microsegundos, nuestra invención la utiliza para resolver el problema técnico de la fluctuación de la luz láser durante ensayos de 3600 segundos, permitiendo una señal base estable.

Finalmente, el sistema explota el descubrimiento de marcas temporales características en la curva de sedimentación, como cambios de pendiente, forma del rizado, tiempos de estabilización. El análisis temporal de estas características en la curva de intensidad óptica normalizada revela patrones de floculación que permiten al clasificador asociarlos a la separación categórica de la plasticidad y compresibilidad del suelo. Esta capacidad de traducir la morfología de una curva de sedimentación en una clasificación SUCS es una característica totalmente ausente en D3 y D4, que se limitan al conteo geométrico de partículas o a mediciones visuales discretas, respectivamente.

Por todo lo anteriormente expuesto y argumentado, se solicita respetuosamente a la Dirección de Nuevas Creaciones de la Superintendencia de Industria y Comercio:

1. **TENER POR OPORTUNAMENTE CONTESTADO** el segundo requerimiento de examen de

fondo proferido mediante el Oficio N° 21904, en el marco del expediente NC2022/0005596, de conformidad con los términos y plazos otorgados por la ley.

2. **ACEPTAR** el pliego reivindicatorio modificado, adjunto a la presente respuesta de fondo. Para lo cual se realizará el pago de la tasa correspondiente.
3. **DECLARAR**, que la invención objeto de la solicitud cumple con el requisito de Nivel Inventivo exigido por la Decisión 486.
4. **CONCEDER** la patente de invención solicitada por la Universidad del Cauca, habiéndose demostrado que se cumplen con los requisitos de la Decisión 486.

DEIBAR RENÉ HURTADO HERRERA

Representante Legal.