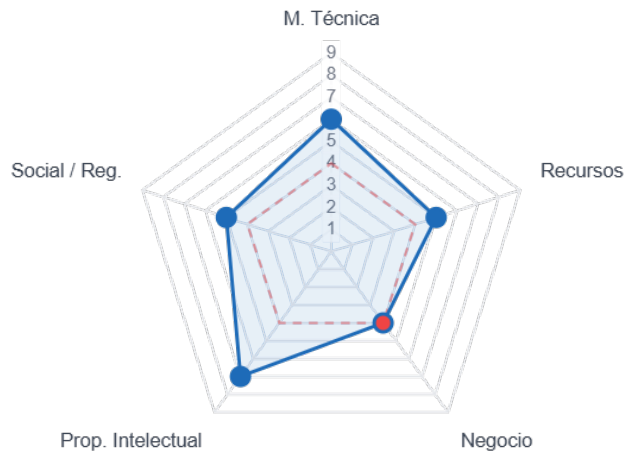


Informe de Evaluación TRL

AgroDron — Dron autónomo para fumigación de precisión en cultivos de banano

Ejemplo ENOVUS (no es un cliente real) · Universidad Central del Ecuador (UCE)
Fecha: 2026-07-28



Perfil de madurez por variable

% R (porcentaje de madurez)

% R ponderado

63.30%

Promedio ponderado del avance de las 5 variables evaluadas (madurez técnico-científica, recursos y capacidades, modelo de negocio y mercado, propiedad intelectual, y pertinencia social y regulatoria), ajustado según la importancia relativa que la metodología asigna a cada variable (método interno, registrado por ENOVUS). Refleja con mayor precisión el nivel de madurez real del proyecto para fines de evaluación, inversión o financiamiento — es el indicador de referencia principal.

COMPARATIVA POR ESCENARIO (INDICATIVO)

Muestra cómo variaría el % R ponderado si el proyecto se evaluara bajo otros perfiles de pesos (más orientados a investigación académica, a transferencia tecnológica, o a mercado/industria). Es un valor indicativo para dar contexto, no una recalificación oficial del proyecto.

Perfil académico

66.9%

Perfil académico + industria

65.0%

Perfil industrial

60.3%

VARIABLE	TRL	NIVEL ALCANZADO
Madurez Técnico-Científica	6	Demostración a escala
Recursos y Capacidades	5	Validación en entorno simulado
Modelo de Negocio y Mercado ⚠ cuello de botella	4	Validación en laboratorio
Propiedad Intelectual	7	Demostración en entorno real
Pertinencia Social y Regulatoria	5	Validación en entorno simulado

Recomendación — Modelo de Negocio y Mercado

El análisis identifica a «Modelo de Negocio y Mercado» como la variable que actualmente limita el avance global del proyecto (TRL 4). Esto no significa que las demás variables carezcan de importancia, sino que, en este momento, es la que ofrece el mayor retorno si se atiende primero: avanzar en las demás sin resolver este cuello de botella no eleva el TRL global, que por definición está determinado por la variable más rezagada. Desarrollar un Business Model Canvas preliminar para visualizar la viabilidad comercial. Se recomienda destinar los próximos esfuerzos y recursos disponibles del proyecto específicamente a esta variable antes de seguir profundizando en las demás, y volver a evaluar con TRLytics una vez implementados los cambios para verificar el avance real.

Conclusión de la evaluación

Una vez evaluados todos los criterios establecidos por la rúbrica, se determina que el **TRL del proyecto es 4 — Validación en laboratorio**.

Los componentes tecnológicos han sido validados en condiciones de laboratorio controladas. Existe integración inicial entre elementos del sistema, aunque aún no ha sido probado en entornos reales o representativos.

Detalle completo de la evaluación

Cada pregunta respondida, la selección del evaluador y las observaciones registradas para respaldarla.

V1 — Madurez Técnico-Científica

C. INGENIERÍA / DISPOSITIVOS

NIVEL 1	
Estado: Principio físico/de ingeniería identificado y reportado (principio de sensado, mecanismo de actuación, principio estructural)	Cumple
Publicado en <i>Journal of Field Robotics</i> (2024) el principio de dosificación variable por sensado multiespectral.	
NIVEL 2	
Estado: Se formula el concepto de aplicación del dispositivo/equipo al caso de uso	Cumple
Entorno: Conceptual/computacional (modelado CAD, simulación)	Cumple

NIVEL 3

Estado: Prueba de concepto de la función crítica mediante banco de pruebas o maqueta

Cumple

Grado: Componente aislado (sensor, actuador, pieza estructural)

Cumple

Entorno: Laboratorio controlado

Cumple

NIVEL 4

Estado: Validación del componente/subsistema en banco de pruebas de laboratorio

Cumple

Grado: Integración de componentes en un ensamble preliminar (breadboard o maqueta funcional)

Cumple

Entorno: Laboratorio

Cumple

NIVEL 5

Estado: Validación del prototipo en condiciones simuladas

Cumple

Grado: Integración a nivel de subsistema (estructura, instrumentación, mecanismo)

Cumple

Entorno: Entorno simulado (cámara ambiental, banco de pruebas avanzado)

Cumple

NIVEL 6

Estado: Demostración de un prototipo funcional en entorno relevante simulado

Cumple

Demostración en campo simulado (finca experimental UCE) con dron sobre 2 ha de banano, resultados documentados.

Grado: Sistema integrado (equipo completo, prototipo de ingeniería)

Cumple

Entorno: Entorno relevante simulado (campo simulado, condiciones controladas)

Cumple

NIVEL 7

Estado: Demostración del sistema completo en entorno operativo real

Parcial

Primer vuelo en finca real (Los Ríos), datos preliminares no concluyentes por interferencia de viento.

Grado: Sistema integrado y probado en campo real

No cumple

Entorno: Entorno operativo real (campo, planta, instalación del usuario)

Parcial

NIVEL 8

Estado: Sistema calificado mediante pruebas de certificación (normas técnicas, seguridad)

No cumple

Grado: Validado e integrado con la cadena de manufactura y distribución

No cumple

Entorno: Condiciones operativas reales, escala de producción piloto

No cumple

NIVEL 9

Estado: Sistema probado en operación comercial sostenida, con producción en serie

No cumple

Grado: Plenamente integrado en la cadena productiva/comercial

No cumple

Entorno: Entorno comercial real, múltiples unidades en operación

No cumple

V2 — Recursos y Capacidades

NIVEL 1

Cumple

Se identifica en términos generales el tipo de equipo/infraestructura que eventualmente se necesitará

NIVEL 2

Cumple

Se estima el tipo de recursos (humanos, equipos, financiamiento) requeridos para la siguiente etapa

NIVEL 3

Cumple

Se cuenta con financiamiento/recursos para la prueba de concepto (fondos semilla, laboratorio institucional)

NIVEL 4

Cumple

Se cuenta con infraestructura y personal capacitado para el desarrollo a escala de banco

NIVEL 5

Cumple

Se gestionan recursos para validación en entorno simulado/piloto (financiamiento intermedio)

| Fondo semilla de SENESCYT (Convocatoria FONDEP 2025) aprobado, USD 30,000 desembolsados en tramos.

NIVEL 6

Parcial

Se cuenta con equipo multidisciplinario y recursos para la demostración a escala

NIVEL 7

No cumple

Se gestiona financiamiento o alianzas para la validación en campo/operación real

NIVEL 8

No cumple

Se cuenta con capacidad de producción/escalamiento y recursos para certificación

NIVEL 9

No cumple

Existe un modelo de sostenibilidad de recursos para la operación comercial continua

V3 — Modelo de Negocio y Mercado

NIVEL 1

Cumple

No se ha definido modelo de negocio (etapa de investigación pura)

NIVEL 2	Cumple
Se identifican beneficiarios/usuarios potenciales de manera general	
NIVEL 3	Cumple
Se esboza una propuesta de valor preliminar	
NIVEL 4	Cumple
Se identifica el segmento de mercado y se estima el tamaño de la oportunidad	
Se estimó mercado potencial de 850 fincas bananeras en Los Ríos y El Oro; falta validar disposición de pago.	
NIVEL 5	Parcial
Se desarrolla un modelo de negocio preliminar (Business Model Canvas)	
NIVEL 6	No cumple
Se valida la propuesta de valor con potenciales clientes/usuarios (entrevistas, encuestas)	
NIVEL 7	No cumple
Se define la estrategia de comercialización y la estructura de costos/precios	
NIVEL 8	No cumple
Se establecen acuerdos comerciales preliminares (cartas de intención, pilotos comerciales)	
NIVEL 9	No cumple
El modelo de negocio está validado y operando en el mercado	

V4 — Propiedad Intelectual

NIVEL 1	Cumple
No aplica protección aún (conocimiento básico, posible publicación científica)	
NIVEL 2	Cumple
Se realiza búsqueda preliminar de antecedentes (estado de la técnica)	
NIVEL 3	Cumple
Se evalúa la patentabilidad/protegibilidad del concepto	
NIVEL 4	Cumple
Se documenta la invención (cuaderno de laboratorio, disclosure)	

NIVEL 5	Cumple
Se decide la estrategia de protección (patente, secreto industrial, derecho de autor)	
NIVEL 6	Cumple
Se presenta la solicitud de protección, o se asegura mediante secreto industrial	
NIVEL 7	Cumple
Se realiza análisis de libertad de operación (FTO) para el entorno de comercialización	
Análisis de libertad de operación (FTO) realizado con apoyo de ENGINOVUS; sin patentes bloqueantes identificadas en Ecuador.	
NIVEL 8	Parcial
Protección otorgada o en trámite avanzado; estrategia de licenciamiento definida	
NIVEL 9	No cumple
Cartera de PI consolidada y gestionada activamente (licenciamiento, defensa)	

V5 — Pertinencia Social y Regulatoria

NIVEL 1	Cumple
No se han identificado requisitos regulatorios o de aceptación social	
NIVEL 2	Cumple
Se identifican preliminarmente los requisitos regulatorios aplicables (bioseguridad, registro sanitario)	
NIVEL 3	Cumple
Se identifican actores/usuarios finales y posibles barreras de adopción	
NIVEL 4	Cumple
Se inicia diálogo con actores clave (comunidad, autoridad regulatoria) sobre el desarrollo	
NIVEL 5	Cumple
Se evalúa el cumplimiento normativo en el diseño del prototipo	
Cumplimiento normativo de la Agencia de Regulación y Control de la Aviación Civil verificado para dron <25kg.	
NIVEL 6	Parcial
Se valida la aceptación con usuarios finales en entorno controlado/piloto	
NIVEL 7	No cumple
Se gestionan los trámites regulatorios necesarios para la validación en campo	

NIVEL 8

No cumple

Se obtienen los permisos/registros necesarios para la operación comercial

NIVEL 9

No cumple

Cumplimiento regulatorio pleno y adopción social/comercial sostenida

Esta evaluación fue realizada con criterios específicos definidos para cada dominio tecnológico evaluado, sobre la base de literatura técnica relevante en materia de niveles de madurez tecnológica (Technology Readiness Level) y un método de procesamiento propio desarrollado por ENGNOVUS. Dicho método estructura cada respuesta en atributos verificables y las contrasta contra un umbral de cumplimiento objetivo y uniforme para las 9 escalas de cada variable, lo que permite reducir al mínimo la tasa de error de evaluación asociada al factor humano y garantizar la trazabilidad de cada resultado hasta la observación puntual que lo sustenta.



Ing. Pablo Londoño Larrea, Ph.D.

Consultor principal en Propiedad Intelectual e Innovación

info@engnovus.com / 0985881650

Documento firmado electrónicamente. Escanee el código QR para verificar su autenticidad, o valide la firma con FirmaEC u otra herramienta de validación de firma electrónica.

