Ministerio de Capital Humano
República Argentina

Secretaría de Educación

inet
Instituto Nacional de Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de Educación Tecnológica

Banco Federal de Proyectos Tecnológicos

Propuestas de Aprendizaje Basado en Proyectos

Título del proyecto

Invernadero inteligente: automatización del riego en el vivero forestal

Autor/a

Rafael David Frassa

Escuela

escuela agrotécnica (ETP) de Río Segundo

Localidad

Río Segundo

Jurisdicción

Córdoba

Familia profesional

Agropecuario

Áreas de implementación

Riego automatizado.

Contexto y destinatarios

La institución, el entorno formativo y el problema que da origen al proyecto

El proyecto se desarrolla en una escuela agrotécnica (ETP) de Río Segundo, provincia de Córdoba. Los destinatarios son 32 estudiantes de 6° año del espacio "Nuevas Tecnologías aplicadas a la producción agropecuaria", a cargo de un docente Ingeniero en Telecomunicaciones: un grupo numeroso y heterogéneo, con buena disposición al trabajo fuera del aula y al aprender haciendo. La quinta productiva-educativa de la escuela tiene varias naves; algunas se usan para plantines de flores y una se destina a especies forestales autóctonas de la zona (algarrobo, espinillo, tusca, aguaribay, entre otras). El proyecto interviene en esa nave forestal, hoy degradada: la cubierta —media sombra y polietileno— está rota, la estructura está apuntalada con postes de madera y no hay riego. Eso corta el ciclo de los plantines y desperdicia agua, sobre todo en los recesos, cuando no hay quién riegue. El estado inicial se documenta en el Anexo 5.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

Parto de un problema real de la escuela. La nave forestal está rota y los plantines se pierden. Esa es la ocasión, y la convierto en un trabajo técnico: reparar la nave y automatizar el riego. Decido abordar en este Trabajo Final la primera fase. La Fase 1 es una automatización local y autónoma, sin internet: un controlador Arduino UNO lee la humedad del sustrato de los plantines y, por medio de un módulo relé, abre y cierra una electroválvula de riego. Un sensor de temperatura y humedad ambiente registra las condiciones y, de manera opcional, un módulo Bluetooth permite leer los datos en un celular en la quinta. Lo central: que la nave se riegue sola durante los recesos. Como los plantines están en bolsa sobre mesadas, el riego es aéreo, por microaspersión.

El lugar refuerza el sentido del riego automático. Río Segundo está en la ecorregión del Espinal, distrito del Algarrobo, de clima subhúmedo con lluvias concentradas en verano e inviernos secos y con heladas. Los dos recesos escolares caen en las ventanas más críticas: el de invierno, en plena seca y con riesgo de helada; el de verano, en el pico de calor y evapotranspiración. Un sistema que riega según la humedad del sustrato resuelve ese hueco y cuida el agua frente al riego manual. El sentido pedagógico es claro: en 6° año los estudiantes están por egresar como técnicos, y con este proyecto se los corre del lugar de usuarios de tecnología para ponerlos a diseñar (arman el circuito, escriben el código, reparan la estructura y dejan el sistema andando). Se empieza con Arduino UNO de manera deliberada: es una placa de enseñanza, muy documentada y simple, que permite entender el sistema por dentro antes de complejizarlo —soberanía tecnológica en concreto—. Se trabaja desde la enseñanza basada en proyectos, cruzando telecomunicaciones, agronomía y taller. Como el grupo es de 32 y los niveles son dispares, se retoma la metáfora del "ecualizador" (Anijovich y Cappelletti, 2020): a quienes ya programan se les pide el código completo, a quienes arrancan un código

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

base para adaptar. La Fase 2, para el año próximo, es la evolución natural: migrar a una placa ESP32 con conectividad y un panel en la nube para monitoreo remoto.

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

Que los estudiantes logren:

- Entender la lógica de un sistema de control automático local y cómo funcionan los sensores de humedad (colocados en el sustrato) y de temperatura y humedad ambiente.
- Diseñar y armar un circuito con Arduino UNO que controle el riego (sensor de humedad + módulo relé + electroválvula) y registre las condiciones ambientales.
- Dejar el sistema regando de forma autónoma las especies forestales autóctonas durante los recesos, cuidando el uso del agua.
- Diagnosticar fallas en la infraestructura de la quinta y elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Trabajar en equipo con roles definidos, tomar decisiones y hacerse cargo del resultado del grupo.

Contenidos

Organización por ejes de saber

1. **Automatización y programación**: programación en Arduino UNO, lógica de control de riego por umbral, lectura de sensores de humedad de sustrato y de temperatura y humedad ambiente, registro local de datos (puerto serie o tarjeta SD) y lectura en sitio por Bluetooth.
2. **Tecnología agropecuaria:** especies forestales autóctonas y sus requerimientos de agua, fisiología del plantín en cultivo protegido, riego aéreo por microaspersión o aspersión.
3. **Taller rural**: refuerzo y reparación de estructura metálica, recambio de media sombra y de polietileno, seguridad e higiene en taller y quinta (Ley 19.587).
4. **Gestión**: cálculo de caudal y de costos, armado de presupuesto y de cronograma de obra (diagrama de Gantt).

Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

La secuencia sigue las fases del ABP y se ordena en tres etapas: inicio (meses 1 y 2), desarrollo (meses 3 a 6) y cierre (meses 7 y 8). Todo el recorrido es Fase 1: un sistema de riego local y autónomo. El curso es semanal, los miércoles, de 3 horas cátedra. Cada mes

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

tiene cuatro encuentros: tres en el aula y uno en la quinta. El trabajo físico —diagnóstico in situ, reparación, instalación, calibración y pruebas— va en el encuentro de quinta; la investigación, los planos, la programación, el presupuesto y el análisis de datos van en el aula. El grupo se organiza en 8 equipos de 4. En cada encuentro se indica el tipo (aula o quinta), la consigna y lo que producen.

Etapa de inicio (meses 1 y 2)

Mes 1 — Apertura y diagnóstico

Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). El docente abre como problematizador.

- **Encuentro 1 (aula):** el docente presenta el problema y tira la pregunta guía —¿cómo logramos que la nave riegue sola en los recesos?—, y banca el desconcierto inicial sin dar la respuesta. Se arman los 8 equipos de 4 y se reparten los roles (programadores, montadores, gestores), buscando que queden heterogéneos. Producen: acta de equipos con roles y la pregunta guía anotada.
- **Encuentro 2 (aula):** cada estudiante hace una autoevaluación inicial de lo que sabe de circuitos, sensores y riego, y entre todos diseñan la ficha de relevamiento (qué medir y registrar en la quinta). El docente usa esta instancia como evaluación inicial para después ecualizar las consignas según los niveles. Producen: ficha de relevamiento y mapa de saberes previos del curso.
- **Encuentro 3 (quinta):** recorrida diagnóstica in situ. Miden la estructura, marcan los caños rotos, los paños de polietileno y la media sombra dañados y los puntos donde la estructura está apuntalada; ubican la toma de agua y los puntos de energía, sacan fotos y cronometran cuánto lleva regar a mano. El docente observa y devuelve preguntas. Producen: ficha de relevamiento completa con medidas, fallas y fotos (registro en el Anexo 5).
- **Encuentro 4 (aula):** con lo relevado arman el árbol de problemas —el problema central en el medio, las causas abajo, los efectos arriba— y cierran la pregunta guía. El docente ayuda a separar causa de efecto. Producen: árbol de problemas y pregunta guía definitiva.

Mes 2 — Factibilidad e investigación

Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta).

- **Encuentro 1 (aula):** análisis de factibilidad técnica y económica: qué parte del sistema se resuelve con lo que hay en la escuela, qué hay que comprar y si entra en tiempo y costo. El docente orienta el realismo de la estimación. Producen: informe de factibilidad.
- **Encuentro 2 (aula):** investigan los componentes de Fase 1 —sensor de humedad de suelo (para el sustrato), sensor de temperatura y humedad ambiente, módulo relé y electroválvula—, leen hojas de datos y anotan rango de medición, tensión y precio. El docente enseña a leer una hoja de datos. Producen: avance de la tabla comparativa de componentes.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

- **Encuentro 3 (aula):** investigan el riego aéreo por microaspersión para las especies autóctonas; comparan tipos de aspersor, caudal y alcance, y descartan lo que no sirve para el clima de la zona. El docente pregunta por qué cada elección. Producen: tabla comparativa cerrada con la opción elegida y su justificación.
- **Encuentro 4 (quinta):** segunda visita técnica. Verifican en el sitio la presión en la toma de agua, las sombras y los sectores de la nave, y marcan dónde irían los aspersores y los sensores. Producen: croquis de campo con mediciones reales.

Etapa de desarrollo (meses 3 a 6)

Mes 3 — Diseño y planos

Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). El docente ecualiza las consignas de diseño.

- **Encuentro 1 (aula):** dibujan el plano de la nave con el tendido de riego aéreo, los sectores, la ubicación de cada sensor y el recorrido del caño desde la toma. El docente ecualiza: a los equipos avanzados les pide el plano completo, a los que arrancan uno guiado con datos de partida. Producen: primer plano del sistema.
- **Encuentro 2 (aula):** calculan cuánta agua piden las especies por planta y por día, el caudal del sistema y la cantidad de aspersores que hacen falta. El docente acompaña el cálculo y revisa las unidades. Producen: cálculo de caudal y de necesidades de agua.
- **Encuentro 3 (quinta):** validan el plano contra el terreno —distancias reales, presión disponible, ubicación de los aspersores— y corrigen lo que no cierra. Producen: plano validado en campo.
- **Encuentro 4 (aula):** cierran el plano definitivo con las correcciones del campo y lo dejan listo para presupuestar. El docente revisa y devuelve con una corrección concreta. Producen: plano final con cálculo.

Mes 4 — Gestión y reparación

Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). La reparación física va en la quinta.

- **Encuentro 1 (aula):** piden presupuestos reales a proveedores, arman el costo total del sistema y deciden qué se compra y qué se recupera de material en desuso de la escuela. El docente orienta el análisis de costos. Producen: presupuesto del sistema.
- **Encuentro 2 (aula):** arman el cronograma de obra del equipo en un diagrama de Gantt, con tareas y tiempos. Es la segunda planificación, la que el equipo negocia adentro a partir de la hoja de ruta del docente. Producen: Gantt del equipo.
- **Encuentro 3 (aula):** preparan la jornada de reparación —lista de materiales, pasos y repaso de los riesgos— y completan la parte previa de la lista de cotejo de seguridad del Anexo 2. Producen: plan de la jornada de reparación.
- **Encuentro 4 (quinta):** refuerzan y reparan la estructura metálica —enderezan o cambian los caños dañados y consolidan los puntos hoy apuntalados con postes—

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

y recolocan la media sombra y el polietileno nuevos, tensados y fijados para que no filtre ni se descuelgue. El docente supervisa la seguridad y habilita cada tarea. Producen: nave reparada y reforzada, y lista de cotejo de seguridad completada.

Mes 5 — Prototipo e instalación
Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). La programación es de aula; la instalación, de quinta.

- **Encuentro 1 (aula):** arman el circuito en protoboard con Arduino UNO, conectando el sensor de humedad y la electroválvula a través del módulo relé. El docente acompaña los ciclos de prueba y error y ayuda a leer las fallas de conexión. Producen: circuito armado en protoboard.
- **Encuentro 2 (aula):** programan la lógica de umbral —si la humedad baja, abre la válvula; si sube, cierra— y suman el sensor ambiente para registrar; prueban con valores de prueba hasta que responde. El docente trata el error como parte del trabajo, no como falla. Producen: código comentado y prototipo que responde.
- **Encuentro 3 (aula):** preparan la instalación: esquema de conexión, lista de lo que llevan a la quinta y pasos de montaje seguro. El docente revisa el esquema antes de salir al campo. Producen: esquema de conexión y checklist de instalación.
- **Encuentro 4 (quinta):** instalan el sistema. Tienden la cañería, montan los microaspersores y la electroválvula, colocan el sensor de humedad en el sustrato de una bolsa testigo representativa, a la profundidad de las raíces, y resuelven la alimentación eléctrica. El docente monitorea el conexionado seguro. Producen: sistema instalado y esquema final.

Mes 6 — Registro local, autonomía y calibración
Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). La calibración in situ va en la quinta.

- **Encuentro 1 (aula):** configuran en el banco el registro de temperatura y humedad ambiente (puerto serie o tarjeta SD) y dejan lista la lectura por Bluetooth. El docente acompaña la prueba de registro. Producen: registro de datos funcionando en banco.
- **Encuentro 2 (aula):** definen los umbrales de riego según el requerimiento de agua de las especies y preparan el procedimiento de calibración para el campo. El docente problematiza los umbrales: ¿con qué humedad conviene regar esta especie? Producen: tabla de umbrales propuesta.
- **Encuentro 3 (quinta):** calibran en campo. Comparan lo que mide el sensor con la humedad real del sustrato (por peso de la bolsa o muestra testigo), ajustan los umbrales, montan el Bluetooth y leen los datos en el celular en el sitio, y dejan el sistema corriendo solo para simular un receso. Producen: umbrales calibrados, lectura por Bluetooth probada y sistema autónomo andando.
- **Encuentro 4 (aula):** analizan los primeros datos registrados, detectan lecturas raras y ajustan el código. El docente guía la interpretación de los datos. Producen: informe corto de datos y código ajustado.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Etapa de cierre (meses 7 y 8)

Mes 7 — Pruebas de campo y mantenimiento
Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). Las pruebas de campo van en la quinta.

- **Encuentro 1 (aula):** arman el protocolo de prueba —qué variables observar, con qué frecuencia y cómo registrar las fallas—. El docente revisa que el protocolo sea medible. Producen: protocolo de pruebas.
- **Encuentro 2 (quinta):** pruebas de campo. Dejan correr el sistema sin intervención y diagnostican fallas reales (presión dispareja, falsos disparos del sensor, aspersores tapados), y ajustan hasta que el riego es estable y autónomo. El docente acompaña la autorregulación del grupo. Producen: bitácora de pruebas y sistema estable.
- **Encuentro 3 (aula):** a partir de las fallas observadas redactan el plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema. El docente orienta qué revisar y cada cuánto. Producen: plan de mantenimiento.
- **Encuentro 4 (aula):** arman el informe técnico final —que incluye el plan de mantenimiento— y ordenan el portafolio con el plano, el código, el presupuesto y los datos. Producen: borrador de informe técnico y portafolio.

Mes 8 — Socialización y evaluación final
Cuatro encuentros de 3 horas (3 en aula, 1 en la quinta). La puesta en marcha pública va en la quinta.

- **Encuentro 1 (aula):** preparan la exposición —deciden qué muestran (plano, código, datos), ensayan la oratoria y la argumentación técnica— y arman cómo plantear la Fase 2 como proyección. El docente coordina los ensayos. Producen: presentación lista.
- **Encuentro 2 (aula):** coevaluación entre equipos con la rúbrica del Anexo 1 y el guion del Anexo 3; con esa devolución cierran el informe y el portafolio. El docente modera la coevaluación. Producen: coevaluación hecha, informe final y portafolio cerrados.
- **Encuentro 3 (quinta):** socialización comunitaria y puesta en marcha oficial ante la comunidad educativa y productores de la zona; demuestran el riego automático funcionando y responden preguntas. El docente delega el protagonismo en los estudiantes. Producen: exposición pública y puesta en marcha.
- **Encuentro 4 (aula):** asamblea metacognitiva final con el guión del Anexo 3 —¿qué entendimos al hacerlo?, ¿cómo resolvimos lo que no sabíamos?, ¿qué haríamos distinto?—. El docente coordina la reflexión. Producen: autoevaluaciones y síntesis metacognitiva del proyecto

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

- **Tecnológicos (Fase 1):** placa Arduino UNO, sensor de humedad de suelo (capacitivo, para el sustrato), sensor de temperatura y humedad ambiente, módulo relé, electroválvula, fuente de alimentación, protoboard y cables para el laboratorio, y módulo Bluetooth (opcional, para la lectura en sitio).
- **Riego:** cañería, microaspersores y conectores.
- **Reparación de estructura y cubierta:** media sombra, polietileno de cobertura, perfilería o caños para el refuerzo estructural, y elementos de sujeción y tensado.
- **Infraestructura:** la nave forestal de la escuela, el taller de soldadura y carpintería, y el laboratorio de informática.
- **Herramientas y seguridad:** herramienta de mano, multímetro, y elementos de protección personal (guantes, antiparras).
- **Bibliografía y soportes:** manuales de Taller Rural y guías de Prácticas Profesionalizantes de la Dirección de Educación Agraria, documentación de Arduino y hojas de datos de los componentes.
- **Colaboración docente (interconsulta):** participación de docentes Ingenieros Agrónomos de la institución para validar los contenidos técnicos agropecuarios —requerimientos hídricos de las especies, fisiología del plantín— y acompañar las decisiones del área disciplinar en que el docente a cargo (Ingeniero en Telecomunicaciones) requiere apoyo. Esta interconsulta funciona como instancia abierta durante todo el proyecto, especialmente en los momentos de definición agronómica (cálculo de agua y umbrales de riego).

Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación es formativa y continua: se trata de evaluar para el aprendizaje y no solo del aprendizaje (Maravé Vivas, Zorrilla Silvestre y Gil Gómez, 2016). Sirve para acompañar el aprendizaje, no solo para poner una nota al final. El instrumento central es la rúbrica del Anexo 1, que los estudiantes conocen desde el primer mes. Así saben de entrada qué se espera y pueden regular su trabajo.

Qué se evalúa. Las capacidades que el proyecto pone en juego —resolver problemas, trabajar con otros y comunicar— y la calidad técnica del montaje, que incluye los planos, el presupuesto, el código y la instalación, junto con el cumplimiento de la seguridad. El presupuesto y los planos se valoran como parte de esa calidad técnica, no como un ítem aparte.

Cuándo. En tres momentos. Al inicio (meses 1 y 2), la recorrida y el árbol de problemas funcionan como evaluación de saberes previos: el docente puede ver con qué llega cada

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

equipo. Durante el desarrollo (meses 3 a 6), hay hitos con entrega y devolución: el plano con el cálculo de caudal, el prototipo en protoboard y el sistema instalado. Cada hito se mira con la rúbrica y vuelve con una corrección concreta. Al final (meses 7 y 8), se valora el sistema regando solo y la defensa técnica en la socialización.

Los hitos con nota coinciden con esas entregas. En cada uno el equipo recibe la devolución con la rúbrica y tiene la chance de corregir antes del cierre. Así la nota no cae toda al final y el estudiante puede mejorar sobre la marcha.

Cómo y con qué. Además de la rúbrica, se usan una lista de cotejo técnica y de seguridad (logrado / no logrado), que está en el Anexo 2 y habilita el trabajo en taller; un guión de autoevaluación y coevaluación con preguntas metacognitivas, en el Anexo 3; y un portafolio o bitácora del equipo donde quedan el plano, el código, el presupuesto, los datos registrados, las fotos y las reflexiones. El docente registra con observación directa y notas de campo lo que pasa en el taller y en la quinta.

Quiénes evalúan. Tres agentes. Heteroevaluación: el docente, con la rúbrica, contrasta el logro contra lo que pide el currículo. Coevaluación: en los hitos, los equipos revisan el trabajo de otro equipo con la misma rúbrica y el guión del Anexo 3. Autoevaluación: cada estudiante deja en la bitácora qué aportó y qué le costó, y en la asamblea final el grupo revisa cómo aprendió.

Retroalimentación. Es lo que sostiene todo. Es oral en el taller, mientras se trabaja, y escrita en cada hito. El error se trabaja: un sensor mal calibrado o un código que no compila son la ocasión para entender, no para penalizar.

Evidencias esperadas: la ficha de relevamiento, el plano, el código comentado, el prototipo, el sistema instalado y regando solo, los datos registrados, el plan de mantenimiento, el portafolio y el informe técnico final. Como evaluación de impacto, se hace una visita a la nave tres meses después para ver la supervivencia de los plantines tras los recesos.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

Duración: un ciclo lectivo, 8 meses. Cursado semanal de 3 horas cátedra, los miércoles. Cuatro encuentros por mes: tres en el aula y uno en la quinta.

- **Meses 1 y 2 — Inicio:** diagnóstico in situ, árbol de problemas, factibilidad e investigación de componentes y del riego aéreo.
- **Meses 3 y 4 — Desarrollo (diseño y gestión):** planos, cálculo de caudal, presupuesto, cronograma de obra y reparación/refuerzo de la estructura y la cubierta.
- **Meses 5 y 6 — Desarrollo (producción):** prototipo en laboratorio, instalación del riego, registro local y calibración autónoma.
- **Meses 7 y 8 — Cierre:** pruebas de campo, plan de mantenimiento, informe, socialización comunitaria y evaluación final.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

- **Tres meses después del cierre —** visita de impacto para verificar la supervivencia de los plantines tras los recesos.

Bibliografía

Referencias en formato normalizado

Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2020). El sentido de la escuela secundaria: nuevas prácticas, nuevos caminos. Buenos Aires: Paidós. Maravé Vivas, M., Zorrilla Silvestre, L. y Gil Gómez, J. (2016). Aprendizaje por proyectos. En Ó. Chiva Bartoll y M. Martí Puig (Coords.), Métodos pedagógicos activos y globalizadores (pp. 123-137). Barcelona: Graó. Arduino (s.f.). UNO R3 [Documentación de hardware]. Arduino Docs.

Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

Anexo 1 — Rúbrica de evaluación del proyecto

Cuatro criterios ponderados; la calificación es la suma (máximo 10). Es la misma rúbrica para la heteroevaluación (docente) y la coevaluación entre equipos. La seguridad y la completitud técnica fina se verifican con la lista de cotejo del Anexo 2 (logrado / no logrado), que habilita el avance; por eso no se repiten acá como criterio con nota.

Criterio (ponderación)	Excelente	Satisfactorio	Insuficiente
1 · Resolución de problemas técnicos (2,0) — diagnóstico, factibilidad y ajuste ante fallas reales de campo	**2,0 —** Diagnostica con precisión el estado de la nave y la causa de la falta de riego, fundamenta la factibilidad técnica y económica, y ante fallas en las pruebas (falsos disparos, presión dispareja, aspersores tapados) identifica la causa y la corrige hasta dejar el riego estable.	**1,0 —** Identifica las fallas principales y propone una solución viable, pero la factibilidad queda floja o necesita al docente para resolver los imprevistos de campo.	**0,5 —** Diagnóstico superficial o que confunde causa con efecto; no resuelve las fallas sin que el docente las resuelva por el equipo.
2 · Calidad técnica del montaje (4,0) — incluye plano, cálculo de caudal, presupuesto, código e instalación	**4,0 —** El sistema riega solo según la humedad del sustrato (sensor → relé → electroválvula) y registra el ambiente localmente; el plano, el cálculo de caudal para las especies y el	**2,0 —** Riega por humedad, pero con desajustes: umbrales mal calibrados, errores en el caudal o el presupuesto, código que necesita correcciones, o instalación que	**1,0 —** No llega a regar de forma autónoma; errores de conexión, de lógica o de cálculo que lo impiden, o plano/presupuesto que no se

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Criterio (ponderación)	Excelente	Satisfactorio	Insuficiente
	presupuesto son correctos y coherentes con la instalación; el código aplica bien la lógica de umbral y está comentado; el montaje es prolijo y seguro. (La lectura por Bluetooth en sitio, si se implementa, suma.)	requiere ajustes del docente para operar.	corresponden con el montaje.
3 · Trabajo colaborativo y desempeño del rol (2,0) — programador / montador / gestor	**2,0 —** Cumple con responsabilidad las tareas de su rol y articula con los otros roles; ante un imprevisto reorganiza el trabajo del equipo en lugar de frenarlo.	**1,0 —** Cumple su rol, pero la coordinación con el equipo es irregular o depende del docente para destrabar conflictos.	**0,5 —** No asume las responsabilidades de su rol o no integra su trabajo al del grupo.
4 · Comunicación técnica y documentación (2,0) — informe final, portafolio y defensa en la socialización	**2,0 —** Informe y portafolio completos y ordenados (plano, código, presupuesto, datos, plan de mantenimiento); en la socialización explican las decisiones de diseño y responden a la comunidad y los productores con dominio del tema.	**1,0 —** Informe o portafolio cumplen, pero con vacíos o errores conceptuales menores, o cuesta justificar las decisiones ante preguntas.	**0,5 —** Documentación incompleta o desordenada, o no logran explicar el funcionamiento del sistema en la socialización.
Calificación final = suma de los cuatro criterios (máximo 10).			

Aplicación: en los hitos con entrega se usa el o los criterios pertinentes; en el cierre, la rúbrica completa. Cada devolución vuelve con una corrección concreta.

Anexo 2 — Lista de cotejo técnica y de seguridad (dicotómica)

Registro de logrado / no logrado. Habilita el avance y el trabajo en taller.

Técnica:

- El plano incluye sectores de riego, ubicación de sensores y recorrido del caño desde la toma.
- El cálculo de caudal corresponde a las necesidades de agua de las especies.
- La estructura metálica quedó reforzada, sin puntales improvisados.
- La media sombra y el polietileno quedaron recolocados, tensados y sin desgarros.
- El circuito en protoboard lee el sensor de humedad y acciona la electroválvula.
- El código aplica la lógica de umbral y compila sin error.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

- El sensor de humedad quedó colocado en el sustrato de una bolsa testigo.
- El sensor ambiente registra y guarda los datos (puerto serie o tarjeta SD).
- La lectura por Bluetooth funciona en el sitio.
- La instalación quedó conectada según el esquema.
- El sistema riega de forma autónoma en la prueba, sin intervención.

Seguridad:

- Usa los elementos de protección personal (guantes, antiparras, calzado cerrado).
- Trabaja el circuito con la alimentación desconectada.
- Verifica con el multímetro antes de energizar.
- Usa cada herramienta según su función.
- Mantiene el orden y la limpieza del espacio de trabajo.

Anexo 3 — Guión de autoevaluación y coevaluación

Preguntas para las instancias de auto y coevaluación y para la asamblea metacognitiva final.

Autoevaluación (cada estudiante):

- ¿Qué tarea hice y qué le aporté a mi equipo?
- ¿Qué me costó y cómo lo resolví?
- ¿Qué aprendí a hacer que antes no sabía?
- ¿Qué haría distinto la próxima vez?

Coevaluación (entre equipos, con respeto):

- ¿El plano, el código y el montaje del otro equipo cumplen lo que se pidió?
- ¿Qué resolvieron bien y qué les sugerimos mejorar?
- ¿La explicación técnica fue clara?

Metacognición grupal (asamblea final):

- ¿Qué entendimos al hacerlo?
- ¿Cómo aprendimos a resolver la incertidumbre técnica?
- ¿Qué saberes de otras materias terminamos usando?

Anexo 4 — Plan de seguridad e higiene

Marco: Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19.587. El docente habilita cada tarea sólo si se cumplen estas pautas, y la verificación queda en la lista de cotejo del Anexo 2.

Anexo 5 — Registro fotográfico del estado inicial

Evidencia del estado inicial de la nave forestal, relevada por los estudiantes en el Mes 1 (ver Secuencia de enseñanza). Ejemplifica el tipo de registro que produce el proyecto.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

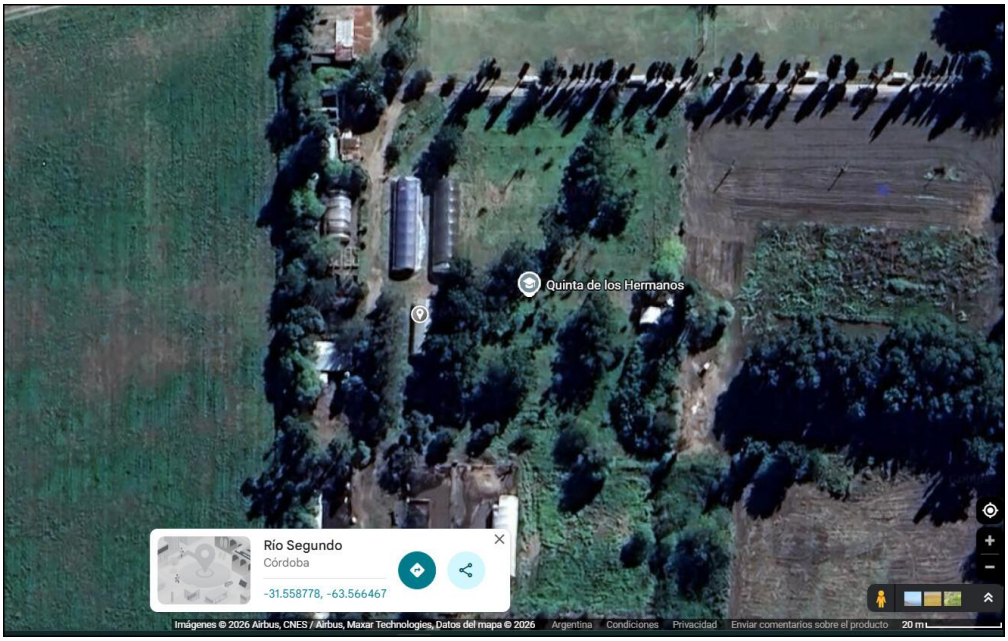

Figura 1. Localización de la quinta productiva-educativa. Río Segundo, Córdoba (−31.5588, −63.5665). Imagen satelital: © Airbus / CNES / Maxar Technologies / Google.

Figura 2. Cubierta de polietileno rasgada (con perforación) y media sombra deteriorada; estructura metálica sostenida con postes de madera.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Figura 3. Producción de plantines forestales en bolsa sobre mesadas metálicas; media sombra sobre las paredes de polietileno.

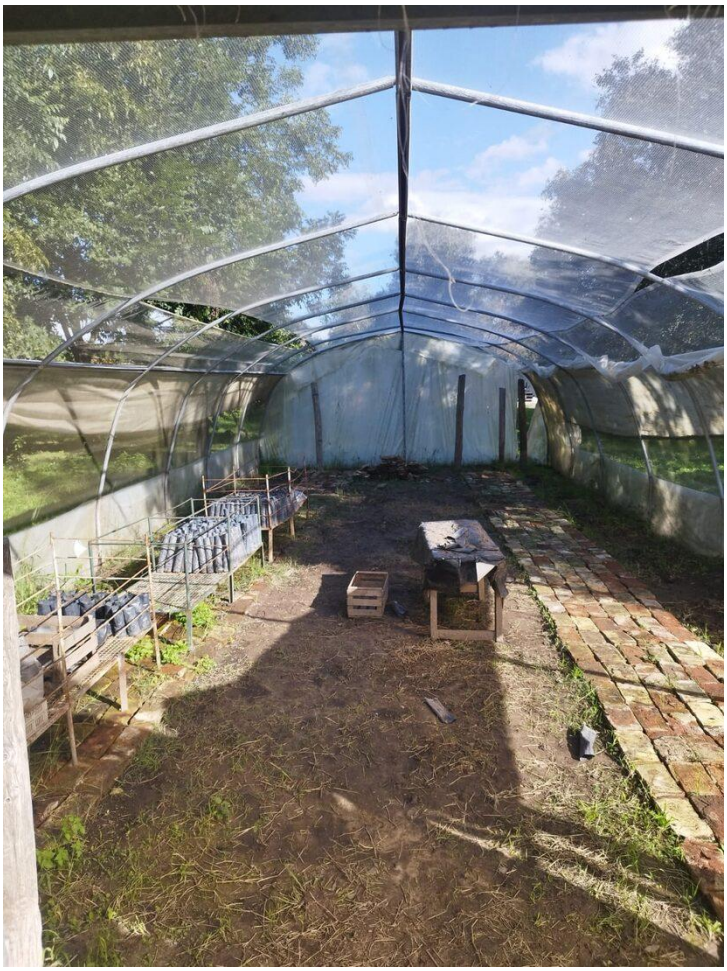

Figura 4. Vista interior de la nave: mesadas con plantines en bolsa, piso de ladrillo y tierra, y polietileno de cobertura envejecido.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Figura 5. Otra vista interior, con las mesadas de plantines y el estado general de la cubierta y la estructura.

Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

Servicio: NotebookLM (basado en Gemini) para la síntesis de fuentes, y un asistente conversacional de IA como apoyo en la organización y la redacción del texto. Para qué se usó y cómo fue el proceso: con NotebookLM se cargaron los documentos de la cátedra y de la Dirección de Educación Agraria y se pidieron resúmenes y vinculaciones entre los contenidos técnicos de la asignatura y los principios del ABP, material que se revisó y reescribió con criterio propio. El asistente conversacional se usó para ordenar la estructura y revisar la redacción. Los contenidos técnicos agropecuarios no se resolvieron con IA: se validan en interconsulta con docentes Ingenieros Agrónomos de la institución. Las decisiones técnicas y pedagógicas finales son propias.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Ministerio de Capital Humano
República Argentina

Secretaría
de Educación

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica