



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

Cuando la fábrica cruza las puertas del aula: Automatización de una máquina formadora de flejes metálicos

Autor/a

Cristian Oscar Viola

Escuela

Escuela de Educación Técnica (EET) N° 68 "Prof. Facundo Arce"

Localidad

Seguí

Jurisdicción

Entre Ríos

Familia profesional

Electromecánica

Áreas de implementación

Automatización industrial



Contexto y destinatarios

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

El proyecto se implementa en 7° año de la especialidad Electromecánica de la EET N° 68 "Prof. Facundo Arce" (Seguí, Entre Ríos), en el marco del Proyecto Final Integrador (PFI). Intervienen las rotaciones de los Talleres de Oficina Técnica, Mantenimiento Mecánico y Automatización de Procesos Industriales (12 horas semanales cada uno, Res. 2757/11 CGE) más Prácticas Profesionalizantes (Coordinación) (3 horas semanales); el PFI ocupa una porción variable de esas horas según la etapa, sin reemplazar la currícula regular. El proyecto compartido es la automatización de una máquina formadora de flejes, a pedido de una empresa local que se dedica a la fabricación de sillones plegables de caño.

Fundamentación

Relevancia para la ETP y enfoque pedagógico

Este proyecto nace de un hecho real de ingeniería del deseo, en los términos de Vergara Ramírez. Al terminar la recorrida de una visita a una empresa del Área Industrial de la localidad, organizada por el espacio curricular Higiene y Seguridad Industrial, para relevar la seguridad de una máquina; uno de los socios mostró una máquina de plegado de flejes —construida por los propios operarios de mantenimiento, manual y sin medidas de seguridad, ya advertida por la ART— como el problema que realmente le interesaba resolver. Esa "ocasión" fortuita, surgida dentro de una visita con otro objetivo, se convirtió en la "intención" pedagógica del proyecto: el problema no fue diseñado por la cátedra sino encontrado en el territorio, con la empresa dispuesta a colaborar. Esta conversación se comparte dentro del área técnica y se acuerda como tema para el proyecto final para 7° año.

En la primera clase el docente de Oficina Técnica, narra esta historia ante el grupo como ejemplo de la escucha activa que un técnico necesita en su práctica profesional.

El sentido pedagógico central es trabajar con incertidumbre genuina dentro de límites reales: el tipo de solución está acotado por las condiciones del taller (electroneumática con PLC), pero la incertidumbre vive en el diseño de detalle. Esto se sostiene con una política de mínimos explícita: requerimientos no negociables (seguridad, control programable, fechas de los hitos) conviven con zonas de decisión genuina del grupo y una zona intermedia donde el estudiante puede proponer alternativas si argumenta



costo, seguridad y viabilidad. La gestión del tiempo combina la flexibilidad propia del ABP con instancias de seguimiento de fecha fija al cierre de cada fase: en términos de Perrenoud, dos planificaciones simultáneas, donde el docente fija los momentos de retroalimentación y el grupo organiza con “autonomía” sus tiempos operativos dentro de cada fase. Ese cierre se acompaña con la presencia de un directivo del área técnica (Jefe de Taller o Regente), cuya mirada externa al vínculo cotidiano docente-materia evita que el proyecto naufrague por la presión del programa curricular de cada espacio, sin que eso implique que el directivo reemplace el criterio pedagógico del docente. Por la misma flexibilidad, el formato del producto final tampoco se fija de antemano: durante la Planificación se define, según recursos y tiempo disponibles, si el cierre será un prototipo funcional, una etapa parcial construida o una maqueta digital, con igual rigor en los tres casos.

Se prioriza la mirada socio-técnica de la ETP: el prototipo es evidencia de que la teoría se valida en una solución real, verificada por un usuario concreto a mitad de proceso. Así, el proyecto pone en juego las capacidades transversales de manera situada: resolución de problemas ante restricciones reales, trabajo con otros entre rotaciones interdependientes, comunicación técnica en defensas individuales, además del compromiso ético al validar y mejorar el saber práctico de los operarios que construyeron la solución original, en lugar de descartarlo.

Objetivos y aprendizajes

Capacidades a desarrollar

Que los estudiantes sean capaces de:

- Relevar un problema técnico real en una organización productiva y traducirlo en requerimientos de diseño medibles y verificables.
- Seleccionar y justificar, mediante una matriz de decisión documentada, una alternativa de solución entre opciones técnicamente distintas.
- Calcular y dimensionar los componentes electroneumáticos de un subsistema automatizado (actuador, electroválvula, sensores) con trazabilidad a fórmulas, fuentes y normas.
- Identificar y mitigar riesgos de un sistema automatizado aplicando un análisis de riesgos que modifique efectivamente el diseño.
- Programar la lógica de control de un PLC en lenguaje Ladder a partir de una secuencia descrita primero en lenguaje natural.
- Coordinar técnicamente con estudiantes de otras rotaciones que aportan al mismo sistema en etapas sucesivas del diseño.

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





- Documentar el propio proceso de trabajo —incluyendo errores y su corrección— como evidencia de aprendizaje, no solo el resultado final.
- Comunicar y defender oralmente, de forma individual, las decisiones técnicas tomadas ante un tribunal con experiencia profesional. Valorar el impacto del propio diseño en las condiciones reales de trabajo de un operario.

Contenidos

Organización por ejes de saber

Los saberes específicos que se trabajarán durante el proyecto:

- Identificación y formulación de problemas técnicos; relevamiento de datos en campo.
- Requerimientos técnicos: variables, unidades, normativa de aplicación (ISO 12100, IEC 60204-1, ISO 1219, etc.)
- Metodologías de selección de alternativas: matriz de decisión ponderada.
- Análisis y evaluación de riesgos en sistemas automatizados (matriz de riesgo P×S).
- Neumática industrial: cilindros, electroválvulas, circuitos según simbología ISO 1219.
- Cálculo de fuerza, presión y carrera de actuadores neumáticos; fricción y resistencia de materiales aplicada.
- Tolerancias dimensionales y ajustes (ISO 286) en piezas mecanizadas.
- Programación de controladores lógicos programables (PLC): diagrama de mando, lenguaje Ladder, simulación previa a la carga.
- Sensores industriales: tipos, principio de funcionamiento, criterios de selección.
- Documentación técnica: planos normalizados, listas de materiales, memorias de cálculo.
- Gestión de proyectos por etapas (sistema de hitos) y por bloques de trabajo de corta duración.
- Comunicación técnica oral y escrita; defensa de decisiones de diseño.

Secuencia de enseñanza

Etapas y actividades

El proyecto se desarrolla durante los ocho meses del ciclo lectivo (abril a noviembre), organizado en cuatro fases sucesivas: Apertura, Planificación, Producción y Socialización. Apertura y Planificación están a cargo exclusivamente de la rotación de

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





Oficina Técnica; Producción incorpora sucesivamente a Mantenimiento Mecánico y Automatización; Socialización vuelve a convocar al grupo clase completo. No hay equipos fijos asignados a una parte del sistema: el proyecto avanza como un único sistema de plegado que todo el grupo construye en conjunto, y lo que cambia según el calendario de rotaciones es qué especificidad técnica se incorpora en cada momento. El sistema se describe técnicamente en tres etapas funcionales

—Alimentador, Curvador y Expulsor—, que no se reparten entre estudiantes, sino que se abordan sucesivamente con el aporte de cada rotación; a continuación se describe la secuencia usando el Curvador como caso ilustrativo del tipo de trabajo técnico que insume cada etapa funcional.

Apertura

Esta fase está a cargo exclusivamente de la rotación de Oficina Técnica (Mantenimiento Mecánico y Automatización no aportan todavía). Es la primera vez que la institución implementa un proyecto integrador con esta arquitectura de fases, tanto para los estudiantes como para el equipo docente, lo que exige sostener una actitud de ajuste continuo más que de aplicación de un procedimiento ya probado. La clase no abre con consignas sino con un relato, en *la lógica de instalar el problema y convertir la ocasión en intención: el docente narra cómo nació el proyecto*. Tras la narración, los estudiantes preguntan libremente, en la lógica de la pedagogía de la pregunta, y luego se presenta el problema general. El PFI ocupa en este tramo una porción acotada de las horas de OT, ya que el trabajo es de relevamiento y redacción, sin requerimiento aún de otros talleres.

Con una guía de relevamiento adaptada a partir de la que se había preparado para la visita original, los estudiantes de OT en una nueva visita, observan el proceso manual actual en la empresa, cronometran tiempos de ciclo, fotografían la lámina de entrada y la pieza curvada de salida, y entrevistan al operario sobre riesgos percibidos. De regreso, redactan en el documento de trabajo la descripción del proceso manual y una primera aproximación a los requerimientos técnicos: con esta evidencia recolectada se da por cerrada la Apertura y el grupo está en condiciones de avanzar a la Planificación.

Planificación

Esta fase abre con una clase de organización donde el docente presenta el problema ya relevado y los estudiantes construyen cooperativamente, en una hoja afiche o



documento digital colectivo, la hoja de ruta del proyecto: qué tareas hay que resolver antes de la Producción, en qué orden, qué materiales e información va a necesitar cada tarea, y quién se compromete a llevar cada responsabilidad. La consigna explícita para esta clase es: "entre todos, armen el camino que va a seguir el grupo desde acá hasta tener un sistema probado, identificando qué nos puede trabar en el camino". El docente media la discusión sin imponer el resultado, en la lógica de la política de mínimos de Vergara Ramírez: los contenidos que deben cubrirse (requerimientos medibles, normativa de seguridad, formato del entregable) están fijados. El producto de esta clase es la hoja de ruta del proyecto, que el grupo revisa y ajusta en las asambleas periódicas en el espacio de Practicas Profesionalizantes.

La consigna central de las clases siguientes es traducir las observaciones de la Apertura en requerimientos medibles: "el cilindro tarda mucho" no es un requerimiento; "el ciclo completo debe ejecutarse en menos de 2,5 segundos, medido con cronómetro" sí lo es. El docente modela esta traducción con un ejemplo y luego los estudiantes redactan sus propios requerimientos, que se revisan entre pares antes de la entrega formal.

Se desarrollan dos alternativas de solución genuinamente distintas para el sistema completo de plegado y se comparan en una matriz de decisión con siete criterios pesados (fabricabilidad, costo, seguridad, mantenimiento, tiempo de fabricación, compatibilidad con el PLC del taller, cumplimiento de requerimientos), cuyos pesos se acuerdan y firman con el docente antes de asignar los puntajes, para evitar ajustar el peso al resultado que ya se quería obtener. El cierre de esta fase se revisa en conjunto con el Jefe de Taller, quien verifica junto al docente que el problema esté bien definido, los requerimientos sean medibles y la alternativa esté argumentada con la matriz; es también el momento donde se identifican las etapas funcionales del diseño — Alimentación, Curvado y Expulsión—, se prevén los obstáculos y materiales necesarios, y se planifica con qué calendario de rotaciones de Mantenimiento Mecánico y Automatización se irá abordando cada una durante la Producción. A partir de este momento el rol de Practicas Profesionalizantes es clave con su rol de coordinación.

Producción (julio a octubre)

Aquí comienza a aportar la rotación de Mantenimiento Mecánico y, más adelante en la misma fase, la de Automatización; ambas reciben de Oficina Técnica los requerimientos y la alternativa elegida, y continúan trabajando sobre el mismo proyecto sin que se conformen grupos separados por subsistema. Esta fase de taller cooperativo concentra el trabajo de cálculo y diseño de detalle, y es la más extensa del



año; la fabricación física no comienza todavía, porque requiere primero la aprobación de los planos. Comienza con un análisis de riesgos guiado por preguntas, no por un formulario a completar mecánicamente: ¿qué pasa si se corta la energía con el cilindro extendido?, ¿qué partes del cuerpo pueden quedar atrapadas?, ¿qué ocurre si el sensor falla? Cada riesgo identificado con prioridad alta debe generar un cambio visible en el diseño —una guarda, un enclavamiento en el programa, un sensor adicional— y no solo quedar registrado en una tabla.

El núcleo técnico del Desarrollo es el cálculo de cada etapa funcional. Para el Curvador, los estudiantes en su rotación de Mantenimiento Mecánico determinan la fuerza necesaria para doblar la chapa en frío a partir del espesor del material, su resistencia a la tracción y el radio de la matriz, y de ese resultado deriva el diámetro mínimo del cilindro neumático, que luego selecciona del catálogo disponible en el taller. El procedimiento es siempre el mismo: fórmula, datos de entrada con su fuente, desarrollo con unidades, resultado, y selección del componente real que ese resultado exige. Quienes están en la rotación de Automatización, por su parte, describen primero en lenguaje natural la secuencia de control —qué señal dispara el avance, qué condición habilita el retorno— y solo después la traduce a diagrama Ladder, que se simula en software antes de cargarse en el controlador físico.

Periódicamente, el grupo clase realiza una “asamblea” de veinte minutos en el espacio de PP para monitorear el avance y ajustar sobre la marcha: se revisa la señal que cada etapa funcional emitirá al terminar su ciclo, la que espera recibir de la etapa anterior y el tiempo de ciclo estimado, verificando que sean compatibles. Detectar una incompatibilidad en estas asambleas cuesta ajustar un plano; detectarla en noviembre costaría rehacer una pieza ya fabricada.

A mitad de esta etapa se produce una instancia que atraviesa todo el proyecto: una videollamada y de ser posible una visita a la escuela del contacto técnico de la empresa, en la que el grupo muestra el avance del diseño mediante una maqueta funcional a escala o una simulación del flujo de material y de la secuencia de control —recursos que permiten visualizar el sistema sin necesidad de fabricación física, todavía no habilitada en esta etapa— y recibe respuesta a tres preguntas: si lo que ve resuelve el problema real, si el operario actual podría usarlo sin capacitación especial, y si hay alguna condición de infraestructura de la empresa que el diseño no contempla. Si la



respuesta revela que una decisión ya aprobada debe revisarse, se activa un mecanismo formal de retrabajo limitado a esa sección específica, sin reiniciar el proyecto completo.

La fase cierra con los planos formales, la lista de materiales con sus plazos de entrega reales, y la verificación de que ningún plano contradice un valor calculado. Esta verificación la realiza el Jefe de Taller/Regente junto los docentes involucrados en este proyecto, y habilita la fabricación: ningún equipo de mecanizado se pone en marcha sin esa aprobación conjunta, evitando que la decisión quede solo en manos de un docente. Esa aprobación, sin embargo, no habilita necesariamente la fabricación física completa: habilita avanzar al camino que corresponda según lo definido en la Planificación.

Esta bifurcación —avanzar al prototipo completo, a una etapa parcial construida, o a una maqueta digital— no se decide de improviso ante una dificultad: es la misma alternativa prevista desde la Planificación, donde el grupo ya identificó qué obstáculos de tiempo o de recursos económicos podrían condicionar el alcance final. Sostener esa alternativa desde el inicio evita que una limitación material se viva como un fracaso del proyecto, y mantiene el mismo rigor de cálculo y documentación cualquiera sea el camino que finalmente se siga.

Si las condiciones de tiempo y recursos lo permiten, con los planos aprobados comienza la fabricación física en el taller: mecanizado de piezas según los planos, montaje, conexionado neumático y eléctrico. El docente de Mantenimiento Mecánico verifica tolerancias durante el montaje, no solo al final. Durante su rotación, los estudiantes de Automatización conectan el programa simulado al PLC real primero sin carga mecánica, para verificar que las señales responden, y solo después incorpora la carga.

Las pruebas se realizan en tres niveles crecientes: sin carga, con carga parcial y con carga nominal, registrando en cada nivel los tiempos de ciclo medidos y comparándolos con los requerimientos definidos en la Planificación. Se ejecutan además pruebas de falla deliberada para los riesgos de prioridad alta identificados anteriormente, verificando que la medida de control funcione en la práctica y no solo en el papel. Esto cierra la Producción y deja al sistema en condiciones de pasar a la Socialización.

Socialización

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





Antes de la presentación final, el grupo realiza un ensayo donde distintos estudiantes narran, el ciclo completo del sistema integrado: quién explica la etapa de Alimentación describe qué señal emite, quien explica el Curvado qué espera recibir y qué entrega, y quien describe la Expulsión cierra el ciclo. Si la narración se interrumpe porque no se puede continuar la secuencia de la etapa anterior, ahí queda expuesta una incompatibilidad que aún se puede resolver antes de la muestra pública.

La muestra interna (13/11/2026), abierta a la comunidad, es el corazón de la Socialización: el sistema completo —o la combinación de prototipo, etapa parcial construida o maqueta digital que se haya definido en la Planificación según los recursos y tiempos disponibles— opera o se demuestra ante un público que incluye directivos, empresas, sus familiares y público en general, validando socialmente el esfuerzo realizado.

Al día siguiente de la muestra, se dedica una clase completa a la coevaluación entre pares, separando dos instancias para evitar que la devolución se vuelva personal. Primero, cada estudiante completa de forma privada —solo para el docente, nunca leída en voz alta— una rúbrica de tres criterios sobre uno o dos compañeros con quienes trabajó más de cerca, según el registro real de colaboración en las bitácoras del año, no por elección propia (aporte técnico, comunicación, compromiso con la hoja de ruta), puntuando 1 a 4 con justificación escrita. Después, en una ronda oral con el grupo clase completo —donde participan también docentes y, como testigos silenciosos, los directivos—, cada estudiante recibe de un compañero un comentario exclusivamente cualitativo bajo una consigna fija: una observación específica sobre el trabajo, no sobre la persona, seguida de una sugerencia concreta para la próxima vez, sin mencionar ningún número. Antes de la ronda, cada receptor indica sobre qué aspecto le interesa una sugerencia. El docente modela el formato con un ejemplo previo, no interviene salvo para sostener la ronda o redirigir un comentario que se aparte de esa consigna, y registra después qué devoluciones generaron sorpresa o reconocimiento inesperado, como indicio de metacognición genuina.

Cierra el ciclo una puesta en común donde el grupo clase reflexiona sobre qué decisión cambiaría si rehiciera el proyecto, y una conclusión individual donde cada estudiante compara los valores que calculó con los valores que finalmente midió o simuló, explicitando las diferencias y sus causas probables.

A lo largo de las cuatro fases, el acompañamiento docente sostiene una regla constante: ante una dificultad, el docente no entrega la respuesta de inmediato, sino



que sostiene la pregunta y espera; solo interviene con una pista cuando el silencio deja de ser productivo. En el cierre de cada fase, antes de dar por aprobado el avance, el docente formula tres preguntas orales a distintos estudiantes —de comprensión técnica, de conexión con otras etapas del proyecto, y sobre el impacto del sistema en las condiciones reales de trabajo del operario— con la presencia de un directivo del área técnica, cuya función no es evaluar el contenido disciplinar sino sostener que el proyecto no pierda su rumbo institucional independientemente de la presión curricular que cada docente atraviesa en su propio espacio.

Recursos y materiales

Elementos necesarios para el desarrollo

- **Didácticos:** esqueleto de informe técnico con andamiaje progresivo, guías de relevamiento en planta, Carpeta de Campo (bitácora, cuaderno de cálculos, cierres de bloque con reflexión), manual del estudiante, banco de preguntas orales y tarjeta de protocolo para la reunión de sincronización.
- **Tecnológicos:** PLC industrial (M221 o equivalente) y software de programación/simulación Ladder, componentes neumáticos de banco de pruebas (cilindros, electroválvulas, sensores magnéticos, inductivos y mecánicos), equipamiento de taller para mecanizado (torno, fresadora, equipos de soldar, calibre, micrómetro), software de dibujo técnico (Autodesk Inventor) y plataforma de videollamada.

Estrategia de evaluación

Qué, cómo y cuándo se evalúa

La evaluación combina calificación que certifica con evaluación que promueve el aprendizaje, desplazando el foco del producto final hacia el proceso. Qué se evalúa: en cada uno de los cinco puntos de control del año (definición del problema, diseño conceptual, análisis de riesgos, diseño de detalle, validación final) se verifica documentalmente el cumplimiento de criterios conocidos de antemano, con participación de un directivo del área técnica, y se complementa con tres preguntas orales (comprensión técnica, conexión con otra etapa e impacto en el trabajo del operario, esta última obligatoria). Cómo se evalúa: el portafolio de evidencias (Carpeta de Campo) registra el proceso de cada estudiante (bitácora por clase, cuaderno de desarrollo con cálculos en letra propia, cierre por bloque con reflexión); un error bien documentado vale más que un resultado correcto sin proceso visible. Cuándo: la evaluación es continua; cada punto de control habilita o no el avance, y si un estudiante no demuestra su comprensión queda con una deuda técnica a regularizar.



Instrumentos: rúbricas con criterios públicos, checklist de autoverificación, matriz de riesgos como instrumento de diseño, coevaluación entre pares y escrutinio público (dos defensas orales individuales y la muestra interna final). Evidencias: documento técnico trazable, planos normalizados, programa de control simulado y verificado, prototipo/etapa parcial/maqueta digital probado en tres niveles de carga, bitácoras y cuadernos con producción individual, y la capacidad de explicar oralmente cualquier decisión.

Cronograma de implementación

Distribución temporal del proyecto

Duración total: 8 meses (abril a noviembre), organizados en las cuatro fases.

Apertura y Planificación

- Clase inaugural a cargo de OT, presentación del problema general (primera implementación institucional de esta arquitectura de fases).
- Visita a la empresa: relevamiento del proceso manual actual.
- Redacción de requerimientos técnicos medibles.
- Construcción cooperativa de la hoja de ruta del proyecto.
- Desarrollo de dos alternativas de diseño y matriz de decisión.
- Punto de control 1: problema definido, requerimientos medibles, alternativa justificada (con participación del Jefe de Taller o Regente).

Producción

- Incorporación sucesiva de las rotaciones de MM y API al mismo proyecto.
- Análisis de riesgos con modificación efectiva del diseño.
- Cálculo y selección de componentes (actuadores, sensores, electroválvulas).
- Programación de la lógica de control y simulación previa.
- Asambleas periódicas de sincronización entre rotaciones en Prácticas Profesionalizantes.
- Videollamada de validación con la empresa (a mitad de la fase).
- Planos formales, lista de materiales con plazos de entrega reales, y aprobación conjunta del Jefe de Taller/Regente y el docente que habilita la fabricación.
- Fabricación física o refinamiento de la simulación, según el producto final definido en la Planificación.
- Pruebas en tres niveles de carga (sin carga, parcial, nominal) —físicas o simuladas según el caso— y pruebas de falla deliberada sobre los riesgos identificados.
- Ensayo de integración entre las etapas funcionales del sistema.
- Puntos de control 2 y 3: diseño conceptual y matriz de riesgos aprobados.

Socialización

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





- Muestra interna pública del producto final (prototipo, etapa parcial o maqueta digital, según lo definido en la Planificación).
- Coevaluación entre pares: rúbrica escrita y ronda oral de retroalimentación prospectiva.
- Defensas orales individuales y conclusiones finales.
- Punto de control 4: validación del producto final y cierre del proyecto.

Bibliografía

Referencias en formato normalizado

Vergara Ramírez, J. J. (2015). Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso. Ediciones SM.

Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2020). Enseñar y aprender a través de proyectos, en El sentido de la escuela secundaria. Paidós.

Perrenoud, P. (2008). Construir competencias desde la escuela. J. C. Sáez Editor.

Perrenoud, P. (2000). Aprender en la escuela a través de proyectos.

Freire, P., & Faundez, A. (2013). Por una pedagogía de la pregunta. Siglo XXI Editores.

INET (2022). Enseñar y aprender a través de proyectos en la ETP.

Schön, D. A. (1992). La formación de profesionales reflexivos. Paidós.

Anexos

Rúbricas, listas de cotejo e instrumentos

ANEXO 1

GUÍA DE RELEVAMIENTO EN PLANTA

Proyecto Final Integrador 2026: Cuando la fábrica cruza las puertas del aula

Visita a la máquina de plegado de flejes metálicos

Cómo usar esta guía

Esta guía se completa durante la visita a la empresa, en papel o en el celular. Reúne en un solo documento todo el relevamiento técnico necesario para iniciar el proyecto: los datos generales del proceso (Secciones A a F) y los datos específicos de las tres etapas funcionales del sistema a diseñar — Alimentación, Curvado y Expulsión (Sección G).



No hay equipos fijos asignados a una etapa funcional: todo el grupo presente releva información sobre las tres, porque distintas rotaciones del año van a aportar a cada una en momentos sucesivos del proyecto (ver Secuencia de Enseñanza).

Prioridad máxima: filmar el proceso completo + cronometrar el ciclo + medir el espacio disponible. Sin esos tres datos, el primer punto de control no tiene fuentes válidas.

Los campos marcados con ★ son críticos: sin ese dato no se puede arrancar el diseño. Si algún campo crítico queda vacío al salir de la empresa, hay que conseguirlo por contacto con el responsable técnico antes de la primera clase del proyecto — no hay garantía de una segunda visita presencial.

Llevá: cinta métrica, calibre, teléfono con cámara y video, hoja cuadriculada para el croquis, este documento impreso.

Empresa:		Fecha de visita:	___/___/___
Docentes presentes:		Estudiantes presentes:	
Contacto en la empresa:			

A • La máquina y el proceso

Filmar todo el proceso antes de medir cualquier cosa. El video es la fuente más importante para reconstruir el ciclo completo en la escuela.

	A1	Marca y modelo de la máquina (balancín plegador)	Si no hay placa visible, preguntar al responsable de mantenimiento. Filmar / Texto libre	S1
	A2	Fuerza nominal del balancín (toneladas o kN)	Suele estar en la placa de características de la máquina. # Número + unidad	S2
	A3	Descripción del proceso completo	Filmar un ciclo completo desde afuera de la zona de seguridad. Mínimo 3 ciclos seguidos. Filmar	S1
	A4	Cadencia — golpes por minuto	Contar cuántos golpes en 30 segundos y multiplicar por 2. Hacerlo 3 veces y promediar. Cronometrar	S2
	A5	Tiempo de un ciclo completo (segundos)	Cronometrar desde que el émbolo baja hasta que sube y queda en posición inicial. 5 mediciones. Cronometrar	S2
	A6 ★	Tiempo que la matriz permanece ABIERTA entre dos golpes (5 mediciones) Medición 1: ___ s • Medición 2: ___ s • Medición 3: ___ s •	Dato crítico: es el tiempo disponible para que las etapas de alimentación y expulsión actúen. Filmar y revisar el video cuadro a cuadro si es necesario. Cronometrar / Filmación	S2 • S10



		Medición 4: ___ s · Medición 5: ___ s Promedio: ___ s		
--	--	--	--	--

	A7 ★	¿La cadencia es constante o varía según el operario o el material? ¿En qué condiciones varía?	<i>Preguntar al operario y al encargado de producción. No aceptar una respuesta sin verificarla cronometrando.</i> Preguntar + observar	S2 · S10
--	-------------	--	---	----------

	A8	¿Existe paro de emergencia? ¿Dónde está?	<i>Fotografiar la ubicación. Evaluar si el subsistema puede interferir con el acceso al paro.</i> Fotografiar	S5
--	-----------	---	---	----

B · La chapa y la pieza

Medir varias piezas — pueden variar. Registrar mínimo y máximo cuando corresponda.

	B1	Dimensiones de la chapa que entra (largo × ancho × espesor)	<i>Calibre para el espesor, cinta para largo y ancho. Medir 3 piezas distintas.</i> Medir	S2
--	-----------	--	---	----

	B2	Peso de la chapa / pieza	<i>Si no hay balanza: estimar por densidad (acero $\approx 7,85 \text{ g/cm}^3 \times \text{volumen}$). Registrar el cálculo.</i> # Número + unidad	S2
--	-----------	---------------------------------	--	----

	B3	Material de la chapa	<i>Acero, aluminio, otro. Si es acero: ¿galvanizado, pintado, crudo? Influye en la fricción y en el cálculo de fuerza.</i> Texto libre	S6
--	-----------	-----------------------------	--	----

	B4 ★	¿Cómo llegan las chapas al puesto de trabajo? ¿En pila, en canaleta, sueltas? Describí la posición exacta antes del golpe (horizontal, inclinada, apoyada en qué superficie). ¿Cuántas chapas hay normalmente en el apilador al inicio del turno?	<i>Fotografiar la posición inicial. Este dato determina casi por completo el diseño del magazine de la etapa de Alimentación.</i> Fotografiar + describir	S1 · S6
--	-------------	--	---	---------

	B5 ★	Después del golpe: ¿la pieza curvada queda trabada en el mandril o cae sola? ¿En qué dirección cae o tiende a caer? ¿Hay algún movimiento del operario para retirarla, o simplemente la toma de donde cayó?	<i>Fotografiar la posición final y, si es posible, filmar en cámara lenta. Define si la etapa de Expulsión necesita fuerza de extracción o solo una guía de caída.</i> Fotografiar + filmación lenta	S1 · S6
--	-------------	--	--	---------



--	--	--	--	--

	B6	¿Hay rebaba o deformación en los bordes de la pieza curvada?	La rebaba puede interferir con el mecanismo de la etapa de Expulsión. Documentar ubicación con calibre. Fotografiar + calibre	S6
--	-----------	---	---	----

	B7	¿Varía el tamaño o el peso de la pieza según el producto?	Si la empresa fabrica varias piezas con la misma máquina, el sistema debe funcionar para todas. ✓/X Sí / No / No sé	S2
--	-----------	--	---	----

C · Espacio disponible y puntos de montaje

Dato crítico para el diseño de detalle				
Sin las dimensiones del espacio disponible y sin los puntos de anclaje fotografiados con medidas, no se puede diseñar la bancada de ningún subsistema. Tomar todas las medidas que figuran abajo aunque parezca que no se van a necesitar — siempre aparece una cota que falta.				

	C1	Fotografías generales de la máquina (4 vistas: frente, atrás, izquierda, derecha)	Con una persona de referencia en al menos una foto, para tener escala. Fotografiar	S6
--	-----------	--	--	----

	C2 ★	Espacio libre FRENTE a la zona de trabajo (donde iría la etapa de Alimentación) Alto disponible: ___ mm Ancho disponible: ___ mm Profundidad: ___ mm	Medir con cinta métrica. Cinta métrica	S6
--	-------------	--	--	----

	C3 ★	Espacio libre DETRÁS o LATERAL a la zona de trabajo (donde iría la etapa de Expulsión) Alto disponible: ___ mm Ancho disponible: ___ mm Profundidad: ___ mm	Medir ambos lados aunque se elija solo uno después. Cinta métrica	S6
--	-------------	---	---	----

	C4 ★	Distancia desde la zona de trabajo hasta el piso ___ mm	Define la altura de montaje de la bancada y los cilindros. Cinta métrica	S6
--	-------------	--	--	----



	C5 ★	Puntos de anclaje disponibles en la máquina ¿Hay agujeros roscados, perfiles, superficies planas? Fotografiar cada uno con una referencia de escala (poner la regla en la foto). Diámetro de los agujeros: ___ mm Separación: ___ mm Rosca (si tiene): ___ Material: ___	<i>Sin este dato no se puede diseñar cómo se sujeta el subsistema a la máquina existente.</i> Fotografiar con regla de escala	S6
	C6	¿Hay elementos que NO se pueden tocar o modificar?	<i>Guardas existentes, conexiones eléctricas, tuberías. El subsistema no puede interferir con ellos.</i> Texto libre	S6
	C7 ★	Carrera de desplazamiento — DATO DISTINTO según la etapa funcional: [ALIMENTACIÓN] Distancia desde el borde del apilador hasta la posición de trabajo: ___ mm [CURVADO] Carrera del émbolo desde posición alta hasta tope inferior: ___ mm (medir en la máquina real, no estimar) [EXPULSIÓN] Distancia desde la posición de trabajo hasta la zona de caída libre: ___ mm	<i>Medir las tres carreras aunque el grupo presente no vaya a calcular las tres todavía — son datos que el proyecto va a necesitar en algún momento del año.</i> Cinta métrica en la máquina real	S2 · S6
	C8	Croquis de planta (vista desde arriba) con cotas aproximadas	<i>Dibujar a mano en el reverso de esta guía o en hoja cuadriculada. Cotas mínimas: largo y ancho de la zona de trabajo, distancias a columnas o paredes.</i> Dibujo a mano + cotas	S6

D · Infraestructura disponible — neumática y eléctrica

Define los componentes del subsistema y la arquitectura del control. Los campos D6 y D7 requieren que el encargado de mantenimiento o el técnico de la empresa esté presente.

	D1	¿Hay red neumática en la planta?	<i>Si no hay: el subsistema necesita compresor propio (impacta en el</i>	S2 · S7
--	-----------	--	---	---------



			costo y la lista de materiales). ✓/X Sí / No / No sé	
	D2	Presión disponible en la red neumática (bar)	Leer en el manómetro más cercano. Si no hay visible, preguntar al encargado de mantenimiento. # Número + unidad	S2 · S6
	D3	¿Hay toma de aire cerca de la máquina? ¿A qué distancia?	Fotografiar y medir la distancia en metros. Si no hay, registrar dónde está la más cercana. Medir	S7
	D4	Tensión eléctrica disponible en el área de la máquina	220V monofásico / 380V trifásico / 24V DC. Mirar el tablero eléctrico cercano o preguntar. Texto libre	S6 · S10
	D5	¿La máquina tiene PLC propio?	Si tiene: marca y modelo, y si tiene entradas/salidas disponibles para señal externa. ✓/X Sí / No / No sé	S10
	D6 ★	¿La máquina genera alguna señal eléctrica que indique que el émbolo llegó al punto más alto (matriz abierta)? ☐ Sí — ¿dónde está el sensor o contacto? ¿Qué tensión tiene? ☐ 24V DC ☐ 220V AC ☐ Otro: _____ ☐ No hay señal disponible ☐ No se sabe — preguntar al encargado de mantenimiento Descripción de dónde está / cómo se accede: _____	Dato crítico para el programa de control de la etapa de Curvado y su sincronización con las otras dos. ✓/X + preguntar encargado	S10
	D7 ★	Si NO hay señal eléctrica existente: ¿cómo se va a sincronizar el sistema con el balancín? ☐ Final de carrera mecánico nuevo en la posición "émbolo arriba"	Es una decisión de diseño, no solo un dato — registrar el razonamiento. Decisión de diseño	S10



		☐ Temporizador basado en el ciclo medido (A5 / A6) ☐ Acción manual del operario (sin automatización del sincronismo) ç ☐ Otro: ____ Justificación de la elección:		
--	--	--	--	--

	D8	¿Hay espacio en el tablero eléctrico existente para agregar componentes (fuente 24VDC, PLC)? ☐ Sí — dimensiones disponibles: ____ cm × ____ cm ☐ No — tablero independiente ¿Hay toma monofásica 220V cerca? ☐ Sí, a ____ metros ☐ No	Fotografiar el tablero abierto. Fotografiar tablero	S6 · S10
--	-----------	---	---	----------

E · Seguridad y condiciones de trabajo

Para completar el análisis de riesgos y definir las restricciones del diseño.

	E1	EPP que usa actualmente el operario	Fotografiar al operario con el EPP puesto: guantes, lentes, calzado, protector auditivo. Fotografiar	S5
--	-----------	-------------------------------------	--	----

	E2	¿Hay guardas de seguridad existentes en la zona de trabajo? ☐ Guardas fijas (soldadas o atornilladas) ☐ Guardas móviles con enclavamiento ☐ Sin guardas ¿Qué parte de la zona de trabajo cubren? ¿El subsistema puede interferir con ellas?	Fotografiar. Fotografiar	S5 · S6
--	-----------	---	--	---------

	E3 ★	¿El balancín tiene sistema de doble mando o cortina de luz? ☐ Doble mando (dos botones simultáneos) ☐ Cortina de luz ☐ Ninguno de los dos ☐ No se sabe Si tiene: ¿cómo funciona? ¿Dónde están los botones / la cortina? Impacto en el diseño: el subsistema NO puede inutilizar este sistema de seguridad.	Fotografiar y preguntar. Fotografiar + preguntar	S5
--	-------------	--	--	----



	E4	Ruido en el área (estimación subjetiva)	¿Se puede hablar sin gritar a 1 metro? → Normal. ¿Hay que gritar? → Alto. ¿Hay protectores auditivos? → Muy alto. Texto libre	S5
	E5	¿Hubo accidentes o casi-accidentes con esta máquina?	Preguntar al responsable de seguridad. No insistir si no quieren responder. Registrar "no informado" si corresponde. Texto libre	S5
	E6	Restricciones de zona de acceso	¿Hay demarcación en el piso? ¿Señalética de prohibición de acceso? Fotografiar. Fotografiar	S5

F • El operario y el proceso manual actual

Para diagnosticar el proceso actual y cuantificar la mejora proyectada.

	F1	Descripción paso a paso de lo que hace el operario en cada ciclo	Filmar en detalle la secuencia manual: agarra la chapa, la posiciona, activa la máquina, retira la pieza. Contar los pasos. Filmar	S3
	F2	¿El operario trabaja sentado o parado?	Evaluar ergonomía de la postura. Influye en los riesgos de seguridad. Fotografiar	S3 · S5
	F3	Cantidad de piezas producidas por hora (producción actual)	Preguntar al responsable de producción o calcular: $\text{ciclos/min} \times 60$. Registrar ambas fuentes. # Número + unidad	S3



	F4	¿El operario tiene descansos? ¿Con qué frecuencia?	<i>La fatiga del operario es un argumento concreto para la automatización. Cuantificar si es posible.</i> Texto libre	S3
	F5	¿Hubo lesiones o molestias físicas reportadas?	<i>Preguntar al responsable de RRHH o al propio operario, con discreción.</i> Texto libre	S3 · S5
	F6	Producción diaria requerida (piezas por turno)	<i>Dato de producción que el sistema debe cumplir o superar.</i> # Número + unidad	S2 · S3

G · Las tres etapas funcionales del sistema



Cómo relevar esta sección

El sistema completo de plegado tiene tres etapas funcionales: Alimentación, Curvado y Expulsión. No hay equipos fijos asignados a cada una — todo el grupo presente releva información sobre las tres, porque distintas rotaciones del año van a aportar a cada etapa en momentos sucesivos del proyecto (ver Secuencia de Enseñanza, fase de Producción).

Relevá los tres bloques siguientes con la misma atención. Entender las tres etapas desde ahora ayuda a definir bien las interfaces entre una y la siguiente, aunque tu rotación actual trabaje primero solo en una.

ETAPA · ALIMENTACIÓN

Toma chapas planas del apilador y las desplaza hasta la posición correcta debajo del émbolo. El problema técnico principal: ¿cómo separar una sola chapa del apilador y desplazarla la distancia exacta en el tiempo disponible? El dato más importante de este bloque ya se relevó en B4.

	G1 ★	¿Cuántas chapas tiene el apilador cuando está lleno? ¿Cuánto pesa el stack completo? Cantidad de chapas: ____ Peso del stack completo: ____ kg ¿Cómo se recarga? ¿Con qué frecuencia?	<i>Número + preguntar.</i> # + preguntar	S1 · S2
	G2 ★	¿La chapa entra al área de trabajo en posición plana u horizontal, o inclinada? Posición: ____ ¿Cuál es la superficie de deslizamiento? ¿Hay aceite, lubricante o suciedad en ella?	<i>Fotografiar y preguntar.</i> 📷 + preguntar	S6



	G3	¿En qué dirección se desplaza la chapa hacia la zona de trabajo? ☐ Frontal ☐ Lateral ☐ Desde arriba ¿Hay una guía mecánica existente que oriente la chapa? ☐ Sí — describir ☐ No	Fotografiar y medir. +	S6
--	-----------	--	--	----

	G4	¿Cómo sabe el sistema que la chapa llegó a la posición correcta? ¿Hay un tope físico existente? ☐ Hay tope físico (fotografiar y medir) ☐ No hay — habrá que diseñar uno Distancia desde el tope hasta el borde del apilador: ___ mm	Medir y fotografiar. +	S2 · S6
--	-----------	--	--	---------

ETAPA · CURVADO

Activa el émbolo que dobla la chapa sobre el mandril. El problema técnico principal: ¿cuánta fuerza necesita el cilindro para doblar la chapa con la geometría correcta, con la presión disponible en el taller?

	G5 ★	Geometría del émbolo y el mandril: Diámetro del mandril: ___ mm Radio de doblado resultante en la pieza: ___ mm Carrera total del émbolo desde posición alta hasta tope inferior: ___ mm ¿Hay ajuste de carrera en la máquina actual? ☐ Sí ☐ No	Calibre + cinta en la máquina real. Calibre + cinta	S2 · S6
--	-------------	---	--	---------

	G6 ★	Material y espesor de la chapa (confirmar con calibre, no solo por etiqueta): Espesor medido (3 mediciones): ___ mm · ___ mm · ___ mm Promedio: ___ mm Material declarado por la empresa: ___ ¿Tratamiento superficial? ___ ¿Hay hoja técnica del material disponible? ☐ Sí — pedir copia ☐ No	Calibre + preguntar. + preguntar	S6
--	-------------	---	---	----

	G7	¿La máquina tiene resorte o sistema de retorno del émbolo, o el balancín solo actúa en bajada? ☐ El émbolo sube solo (resorte/contrapeso) ☐ El émbolo solo baja, el operario retira la pieza antes de que suba ☐ Sube y baja accionado por el balancín	Verificar y preguntar. ✓/X + preguntar	S10
--	-----------	---	--	-----



	G8	¿Qué pasa si el cilindro aplica más fuerza de la necesaria? Evidencia de sobredoblado pasado (piezas deformadas, rechazos): ____ ¿Hay tope mecánico que limita la carrera hacia abajo? ☐ Sí — distancia: ____ mm ☐ No	Fotografiar y preguntar al operario. + preguntar	S5 · S6
--	-----------	--	---	---------

ETAPA · EXPULSIÓN

Retira la pieza ya curvada de la zona de trabajo antes de que llegue la siguiente chapa. El dato más importante ya se relevó en B5: si la pieza cae sola o queda trabada en el mandril.

	G9 ★	Geometría disponible para el mecanismo de expulsión: ¿Desde qué dirección se puede acceder a la pieza para empujarla o extraerla? ☐ Frontal ☐ Lateral derecha ☐ Lateral izquierda ☐ Desde abajo Distancia libre en esa dirección: ____ mm. ¿Hay algún elemento fijo que impida el acceso?	Cinta y fotografía. +	S6
--	-------------	---	--------------------------	----

	G10	¿Dónde va la pieza después de ser expulsada? ¿Cae en una caja, en una cinta, al piso? Descripción del destino actual: ____ ¿El diseño necesita un sistema de recepción? ☐ Sí ☐ No Espacio disponible: ____ mm × ____ mm	Fotografiar y preguntar. + preguntar	S6
--	------------	---	---	----

	G11 ★	¿Cuánto tiempo tiene la etapa de Expulsión para actuar? Esto es: desde que el émbolo termina de subir (pieza libre) hasta que la etapa de Alimentación empuja la siguiente chapa. Estimación a partir de los tiempos cronometrados: ____ segundos	Calcular a partir de A5 y A6: el tiempo de Alimentación + Expulsión debe entrar en la ventana A6. Cálculo a partir de A5/A6	S2 · S10
--	--------------	---	---	----------

H · Datos adicionales y observaciones

Anotar todo lo que parezca relevante aunque no encaje en ningún bloque anterior.

	H1	¿La empresa tiene planos de la máquina disponibles para ceder?	Si tienen planos en papel o digital, pedir copia. Son la fuente más precisa para la geometría de C8. ✓/X Sí / No / No sé	S6
--	-----------	--	---	----



	H2	¿Hay otro sistema similar ya instalado en la empresa (de otra máquina)?	Si existe, fotografiarlo: es una referencia de diseño real para la fase de Planificación. Fotografiar	S4
	H3 ★	Contacto técnico de la empresa para consultas durante el proyecto: Nombre: ____ Cargo: ____ Medio de contacto preferido: ____ Horario disponible: ____ ¿Aceptó responder preguntas por WhatsApp/email durante el año? ☐ Sí ☐ No ¿ Confirmó disponibilidad para una videollamada de validación durante la Producción (julio-octubre)? ☐ Sí ☐ No ☐ A confirmar Medio preferido para esa videollamada: ☐ WhatsApp ☐ Meet ☐ Zoom ☐ Otro: ____	Este contacto va a ser convocado a mitad de la fase de Producción para mostrarle el avance del diseño y recibir su devolución (ver Secuencia de Enseñanza). Anotar	Todas las secciones

Observaciones del docente de Oficina Técnica

Observaciones de los estudiantes — ¿qué quedó pendiente o poco claro?

Si algún dato crítico (★) quedó sin relevar

No hay garantía institucional de una segunda visita presencial a la planta. Si un campo marcado con ★ queda vacío al salir, la vía para completarlo es el contacto técnico registrado en H3 — por WhatsApp, email o una breve videollamada — antes de la primera clase del proyecto.

Checklist de salida — antes de irse de la empresa

Verificar que se tiene todo antes de salir.

Checklist de salida — verificar ANTES de irse de la empresa
☐ Video del proceso completo — mínimo 3 ciclos consecutivos filmados.
☐ Tiempo de ciclo cronometrado — mínimo 5 mediciones registradas (A5).
☐ Tiempo de ventana abierta cronometrado — mínimo 5 mediciones (A6).



	<i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Dimensiones de la chapa medidas con calibre (B1).
☐	Campo B4 completado: cómo llegan las chapas al puesto. <i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Campo B5 completado: ¿la pieza curvada cae sola o queda trabada en el mandril? <i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Espacio disponible medido — frente y lateral (C2, C3). <i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Puntos de anclaje fotografiados con regla de escala (C5). <i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Carrera estimada para las tres etapas funcionales (C7).
☐	Croquis de planta dibujado o fotografiado (C8).
☐	Presión neumática disponible registrada (D2).
☐	Tensión eléctrica del área verificada (D4).
☐	Señal de sincronismo respondida (D6, D7). <i>DATO CRÍTICO</i>
☐	Campo E3 completado: ¿doble mando o cortina de luz?
☐	EPP del operario fotografiado (E1) y guardas existentes fotografiadas (E2).
☐	Los tres bloques de etapas funcionales (G) completados — Alimentación, Curvado y Expulsión.
☐	Contacto técnico H3 anotado con nombre, medio y disponibilidad confirmada para la videollamada de Producción. <i>COMPLETAR ANTES DE VOLVER</i>

**Qué hacer con esta guía al volver a la escuela**

1. Digitalizar las respuestas manuscritas y agregar las fotos etiquetadas con el campo que corresponde.
2. Completar la Sección 0 del esqueleto del proyecto con los datos generales y la descripción de las tres etapas funcionales.
3. Presentar los datos relevados en la primera clase del proyecto (Apertura) — esa es la puesta en común para todo el grupo clase.
4. Identificar qué datos críticos (★) todavía faltan y contactar al responsable técnico (H3) antes de avanzar al primer punto de control.
5. Archivar esta guía completada como documento fuente del proyecto — es la evidencia de relevamiento primario.

Firma docente OT: _____

Firma docente PP: _____

EET N° 68 · Seguí, Entre Ríos

Guía de Relevamiento en Planta · PFI 2026

Documento único — Visita a la empresa

ANEXO 2

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)





Banco de Preguntas Orales por Punto de Control

Anexo del Proyecto Final Integrador · Electromecánica 7° Año

El checklist de cada punto de control verifica que el documento está completo y que los criterios formales se cumplen. Las tres preguntas orales verifican que, detrás del documento, hay comprensión real.

Reglas del protocolo oral

- Tres preguntas por punto de control: una de comprensión técnica, una de conexión entre secciones del proyecto, y una de impacto sobre el operario. El docente elige una de cada tipo de este banco, o formula una equivalente sobre el mismo eje.
- Se dirigen a integrantes distintos del grupo — no siempre al mismo estudiante.
- Se formulan después de revisar el checklist documental, antes de dar por aprobado el avance.
- Si un estudiante no puede responder su pregunta de comprensión, el grupo avanza pero ese estudiante queda con una deuda técnica a regularizar antes del siguiente punto de control.
- La pregunta de impacto es obligatoria en todos los puntos de control. Nunca se omite: es el indicador principal de la dimensión socio-técnica del proyecto.

Banco de preguntas

Punto de control	Comprensión técnica	Conexión entre secciones	Impacto sobre el operario
Punto de control 1 (cierre de Apertura y Planificación)	¿Por qué el requerimiento de tiempo de ciclo es ese valor y no uno mayor? ¿Qué campo del relevamiento te dio ese dato?	Si en una próxima visita medís que una cota real es distinta a la que usaste, ¿qué partes del documento hay que actualizar?	¿Qué mejora concreta produce el sistema en el tiempo de exposición al riesgo del operario por turno?
Punto de control 2 (diseño conceptual, durante Producción)	¿Por qué la alternativa elegida superó a la otra en el criterio de fabricabilidad? ¿Con qué puntaje?	¿Cómo sabe tu etapa funcional que la etapa anterior del sistema terminó su ciclo? ¿Qué señal espera?	¿Hay algún componente del diseño que podría generar una desventaja para el operario? ¿Cómo se mitiga?
Punto de control 3 (matriz de riesgos, durante Producción)	¿Qué pasa físicamente si se corta la alimentación eléctrica con el cilindro extendido? ¿Ese estado es seguro?	¿Cuál de los riesgos identificados generó un cambio concreto en el diseño o en el programa de control?	¿Este sistema elimina el riesgo identificado en la Apertura, o solo lo reduce? ¿Cuánto?
Punto de control 3b (diseño de detalle y aprobación de planos)	¿Cómo llegaste a ese valor de diseño? Mostrá el cálculo en tu Cuaderno de Desarrollo.	¿Dónde aparece, en el programa de control, la señal que declaraste en la tabla de entradas/salidas?	¿Cuánto costaría fabricar este sistema? ¿Sería replicable en un taller mediano de la región?
Punto de control 4 (validación final, durante Socialización)	¿Cuál fue el fallo más significativo durante las pruebas? ¿Qué hipótesis de causa documentaste?	¿El sistema cumple el requerimiento de tiempo de ciclo definido en la Planificación? Comparar valor medido con valor requerido.	Si pudieras hacer una segunda versión, ¿qué cambiarías? ¿Por qué?

Nota sobre el uso de IA y estas preguntas

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





Estas preguntas están diseñadas para no tener respuesta en ningún texto generado por inteligencia artificial: requieren conocimiento del proceso de trabajo propio del grupo, del dato real que se relevó, o del cálculo específico que se hizo. Un estudiante que usó IA como apoyo para aprender puede responderlas; un estudiante que la usó como sustituto del proceso, no.

ANEXO 3

Rúbrica para la Defensa Oral Individual del proyecto

Anexo del Proyecto Final Integrador · Electromecánica 7° Año

La rúbrica tiene dos dimensiones con pesos distintos. La dimensión técnica vale el 60% porque este es un proyecto de ingeniería y lo técnico es el núcleo de la formación. La dimensión comunicacional vale el 40% porque comunicar el trabajo propio es una competencia profesional real, no un agregado cosmético.

Criterio de ponderación — por qué 60/40

Un técnico que calcula perfectamente un eje pero lo comunica con dificultad tiene un problema de comunicación corregible. Un técnico que habla con fluidez pero no sabe de qué habla tiene un problema de formación técnica mucho más grave. La ponderación refleja esa diferencia. Dicho esto, un estudiante que obtiene 0 en cualquier criterio técnico no puede compensarlo con comunicación impecable: la nota mínima en la dimensión técnica para aprobar la defensa es 4/10.

Dimensión técnica (60% de la nota)

Criterio	Peso	Indicadores de logro	Indicadores de no logro
Dominio del contenido propio	25%	Explica sus secciones con precisión técnica y la terminología correcta. Puede ir del resultado al proceso: si dice "el eje tiene 28mm" puede explicar el cálculo que lo determinó.	<i>Recita resultados sin poder explicar el proceso. Necesita leer el documento para responder. No puede responder preguntas de segundo nivel ("¿qué hubiera pasado si...?").</i>
Trazabilidad de decisiones	20%	Puede explicar por qué eligió cada cosa: este material, esta tolerancia, este sensor. Las decisiones tienen justificación técnica, no estética ni por comodidad.	<i>Las decisiones "se eligieron así" sin fundamento técnico. No puede vincular una decisión con un requerimiento o con un riesgo identificado.</i>
Distribución de carga individual	15%	Cada integrante habla de su parte con profundidad. La distribución es equitativa: nadie habla más del doble que otro. Si le preguntan algo fuera de su parte, deriva correctamente.	<i>Un integrante domina toda la presentación. Otros no pueden responder preguntas sobre partes que supuestamente trabajaron. Hay secciones que "nadie hizo".</i>

Dimensión comunicacional (40% de la nota)

Criterio	Peso	Indicadores de logro	Indicadores de no logro
----------	------	----------------------	-------------------------



Claridad de exposición	15%	El hilo de la presentación es comprensible para alguien que no conoce el proyecto. Las transiciones entre temas son explícitas, sin saltos abruptos ni información presupuesta.	<i>El evaluador necesita hacer preguntas para entender qué se está presentando. Los temas aparecen en desorden. Se asume conocimiento que el evaluador no tiene.</i>
Administración del tiempo	10%	El grupo llega al final de la presentación dentro de los 30 minutos. El tiempo está distribuido proporcionalmente al peso de cada sección.	<i>El grupo no termina en 30 minutos o termina con varios minutos sobrantes. Hay secciones que no se presentan por falta de tiempo. El cierre es abrupto.</i>
Medios audiovisuales y soportes	10%	Los medios elegidos son adecuados al contenido. Los planos son legibles. El modelo físico, la maqueta o la simulación refuerzan la explicación oral.	<i>Los medios son ilegibles o irrelevantes. Las diapositivas son texto copiado que el estudiante lee en voz alta. El soporte distrae en lugar de apoyar.</i>
Presencia, dicción y gestualidad	5%	Voz audible para todos los presentes. Contacto visual con el evaluador, no solo con el documento. Postura y gestos que acompañan la explicación.	<i>La voz no llega a todos los presentes. El estudiante lee en voz baja sin levantar la vista del papel. Los nervios paralizan la comunicación más allá de lo esperable.</i>

Planilla de cómputo

Criterio	1	2	3	4	5	Nota pond.	Peso
Dominio del contenido propio							25%
Trazabilidad de decisiones							20%
Distribución de carga individual							15%
Claridad de exposición							15%
Administración del tiempo							10%
Medios audiovisuales y soportes							10%
Presencia, dicción y gestualidad							5%
NOTA FINAL DE LA DEFENSA							100%

Estudiante: _____

Defensa: ☐ Anteproyecto ☐ Con planos ☐ Puesta en común final

Fecha: ____/____/2026

Rúbrica del Informe Técnico (Memoria Técnica Profesional)

Anexo del Proyecto Final Integrador · Electromecánica 7° Año

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





Criterio	Peso	Insuficiente	En desarrollo	Logrado	Destacado
Definición del problema y requerimientos	15%	El problema se describe en términos generales, sin datos del relevamiento. Los requerimientos carecen de valor numérico, unidad o fuente.	El problema está descrito con datos del relevamiento, pero algunos requerimientos no tienen unidad, fuente o norma de referencia.	Todos los requerimientos tienen valor, unidad y fuente citada (campo del relevamiento o norma). El problema está justificado con datos reales.	Además de lo Logrado, el documento anticipa qué requerimientos podrían entrar en tensión entre sí y cómo se resolvería esa tensión.
Justificación de la alternativa elegida	15%	Se presenta una sola alternativa, o la elección no está argumentada con ningún instrumento de comparación.	Hay dos alternativas y una matriz de decisión, pero los pesos de los criterios se asignaron después de conocer el resultado, o sin acuerdo previo con el docente.	Dos alternativas genuinamente distintas, matriz de decisión con pesos acordados y firmados por el docente antes de puntuar, y justificación escrita que cita al menos 3 criterios con sus puntajes.	Además de lo Logrado, la justificación conecta los criterios de mayor peso con una restricción real específica del contexto (taller, presupuesto, plazo).
Rigor de los cálculos técnicos	20%	Los resultados de cálculo aparecen sin fórmula, sin datos de entrada o sin unidades.	Hay fórmula y resultado, pero falta la fuente del dato de entrada o la selección del componente real no se justifica con el resultado obtenido.	Cada cálculo muestra fórmula, datos de entrada con fuente, desarrollo con unidades, resultado, y el componente seleccionado se corresponde con ese resultado (no con el inmediatamente disponible).	Además de lo Logrado, el documento incluye un margen de seguridad justificado y referencia al folio del Cuaderno de Desarrollo donde está el cálculo completo.
Matriz de riesgos y su impacto en el diseño	15%	La matriz de riesgos existe pero ningún riesgo identificado modificó el diseño o el programa de control.	Al menos un riesgo de prioridad alta generó un cambio en el diseño, pero la mayoría de los riesgos quedan solo registrados en la tabla.	Los riesgos de prioridad alta tienen una medida de control que se traduce en un cambio visible y verificable en los planos o en el programa (guarda, enclavamiento, sensor).	Además de lo Logrado, el documento muestra evidencia de una prueba de falla deliberada que verificó que la medida de control funciona en la práctica.
Documentación gráfica y de materiales	15%	Los planos no tienen cotas, revisión, o contradicen valores ya calculados en el documento.	Los planos están completos pero la lista de materiales no tiene plazos de entrega reales o no distingue componentes críticos.	Planos en revisión formal (Rev. A o superior) coherentes con los cálculos, y lista de materiales con plazos de entrega reales para los componentes críticos.	Además de lo Logrado, el estudiante puede explicar oralmente, sin apoyo de notas, por qué una cota o un componente específico tiene el valor que tiene.
Trazabilidad y evidencia individual	10%	La Carpeta de Campo está incompleta, desactualizada, o no permite identificar la producción individual de cada estudiante.	Hay registro en la Carpeta de Campo, pero los desvíos o errores no están documentados con su hipótesis de causa.	La Bitácora de Clase y el Cuaderno de Desarrollo permiten identificar qué hizo cada estudiante, con fecha y letra propia, incluyendo al menos un desvío documentado con su hipótesis de causa y corrección.	Además de lo Logrado, el estudiante puede reconstruir oralmente, a partir de su propia bitácora, la evolución de una decisión de diseño a lo largo del año.
Claridad y coherencia de la escritura técnica	10%	El documento tiene errores de coherencia entre secciones (un valor de S2 no coincide con el	El documento es coherente pero la redacción dificulta seguir el razonamiento técnico sin relectura.	El documento es coherente entre todas sus secciones y se puede seguir el razonamiento	Además de lo Logrado, el documento anticipa y responde preguntas que un lector técnico externo



		mismo valor citado en S6, por ejemplo).		técnico de principio a fin sin ambigüedad.	haría naturalmente al leerlo.
--	--	--	--	---	----------------------------------

Cómo usar esta rúbrica: se aplica al cierre de cada punto de control y de forma integral en la validación final. Cada criterio se puntúa de forma independiente; el nivel "Logrado" es el piso esperable para la aprobación del informe en cada punto de control. El nivel "Destacado" no es obligatorio pero orienta la devolución docente hacia una mejora concreta.

Cómputo final

Criterio	Peso	Nivel alcanzado / Observación
Definición del problema y requerimientos	15%	
Justificación de la alternativa elegida	15%	
Rigor de los cálculos técnicos	20%	
Matriz de riesgos y su impacto en el diseño	15%	
Documentación gráfica y de materiales	15%	
Trazabilidad y evidencia individual	10%	
Claridad y coherencia de la escritura técnica	10%	
Observación general del docente / directivo		

Uso de la IA

Declaración de uso de inteligencia artificial

—Se utilizaron tres herramientas:

NotebookLM (Google) para analizar y consultar la bibliografía del curso; Claude (Anthropic) como asistente conversacional para la redacción y la elaboración de instrumentos de evaluación; y un asistente personalizado construido sobre Gemini (Google) para revisar el trabajo en busca de inconsistencias antes del envío.

¿Para qué fue utilizada? NotebookLM para consultar las fuentes bibliográficas; Claude para ajustar la extensión de los textos y elaborar los esqueletos de los instrumentos de evaluación (rúbrica del informe técnico y de defensas orales) a partir de los criterios definidos; y el asistente basado en Gemini como segunda lectura crítica contra los criterios del curso. Las decisiones de fondo (recorte curricular, secuencia didáctica,



criterios de evaluación y marco teórico) fueron definidas por el autor. El proceso aportó principalmente ahorro de tiempo en la edición y el refinamiento.



Ministerio de Capital Humano
República Argentina

**Secretaría
de Educación**

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

CeNET
Centro Nacional de
Educación Tecnológica