CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN					
Pública	**x**	Pública Clasificada		Pública Reservada	

INFORME MENSUAL EJECUCIÓN CONTRACTUAL

Bogotá, 15 de mayo 2026

Señor
Edgar Aurelio Gelves Albarracín
SUPERVISOR(A) CONTRATO No. CO1.PCCNTR.9020812
Coordinador Académico Centro de Diseño y Metrología
Regional Distrito Capital
Bogotá

Asunto: Informe mensual de ejecución contractual mes mayo 2026.

Referencia: CO1.PCCNTR.9020812

Alba Isabel López Rubiano, identificado con la cédula de ciudadanía No. 21003788 de Tibirira, en mi calidad de Contratista del SENA, en Centro de Diseño y Metrología, en cumplimiento del Contrato de Prestación de Servicios CO1.PCCNTR.9020812 del 2 de febrero del 2026, a continuación, presento el Informe de actividades realizadas durante el período comprendido entre el 1 al 31 de mayo del año 2026.

Valor y forma de Pago: CUARENTA Y NUEVE MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS VEINTIUN PESOS ($49.585.821,00) MCTE. Para cada contrato. Esta suma será pagada por el SENA al contratista de la siguiente manera: a) Un primer pago correspondiente al mes de febrero de 2026 por valor de CUATRO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y TRES PESOS M/CTE. ($4.579.593,00) b) Nueve (9) pagos iguales correspondientes a los meses de marzo y noviembre de 2026 por valor de CUATRO MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS ($ 4.737.497,00) M/CTE., cada uno y c) un último pago correspondiente al mes de diciembre de 2026 por valor de DOS MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS ($2.368.755,00).
Plazo: Plazo: Sera hasta el 15 de diciembre 2026.
Objeto: Prestar servicios profesionales de carácter temporal en formación profesional integral de acuerdo con la red de conocimiento y/o área temática en los niveles de formación titulada y/o complementaria, modalidad presencial, programadas por el Centro de Diseño y Metrología para la vigencia 2026.

Ejecución mensual de actividades

Nro.	Obligaciones	Acciones realizadas	Evidencias
1	Acompañar y asesorar en forma permanente e integral a los aprendices en el proceso de formación por proyectos durante la vigencia del contrato.	Se realizó acompañamiento en Seguimiento Etapa Productiva, la Formación Profesional Integral	GFPI-F-023 Formato Planeación Seguimiento y Evaluación Etapa Productiva. Videos seguimiento etapa productiva. Actas. Formato control de asistencia. Registro aprendices evaluados en Sofia Plus.
2	Capacitarse en el idioma inglés y aplicar la certificación como mínimo A2.	Se realizará la gestión ante la entidad acreditada para lograr la certificación del idioma inglés.	Certificado entregado a la Coordinación A2
3	Registrar los juicios de evaluación en el aplicativo Sena Sofía plus y presentar los reportes de evaluación de los aprendices y demás informes requeridos por la coordinación académica dentro de los plazos estipulados.	Los juicios evaluativos serán entregados oportunamente al finalizar cada trimestre de formación, los demás informes se irán entregando mensualmente en el drive de acuerdo a lo requerido.	Evidencias en el drive y soportes físicos
4	Responder por la integridad y buen uso de los materiales, equipos y demás elementos de la institución puesto bajo su cuidado para desarrollar labores propias de su cargo.	En cumplimiento	En cumplimiento, actas de entrega de materiales y equipos
5	Realizar el acompañamiento y seguimiento de los aprendices en etapa productiva.	Programación y diseño de plan para ejecución de actividades a seguimiento a etapa productiva.	Acta de trabajo administrativo, formatos de planeación, seguimiento y evaluación etapa productiva.
6	Para la formación en modalidad virtual, seguir lo establecido en la Guía Orientación Formación ambientes virtuales de aprendizaje GFPI-G014 vs.3: “Cumplir la ejecución de la formación que se asigne	En cumplimiento	Cargue de actividades en plataforma Territorium o la herramienta a usar.

	para el acompañamiento de aprendices en Ambientes Virtuales de Aprendizaje SENA, según lo descrito en la Guía de orientaciones para la formación en Ambientes Virtuales de Aprendizaje SENA, entregado por la Dirección de Formación Profesional”		
7	Las demás actividades que le sean asignadas por el supervisor del contrato y tengan relación con el objeto del contrato.	En cumplimiento	En cumplimiento
8	Cumplir con la entrega mensual de las evidencias de las actividades de formación profesional ejecutadas a través tanto de medios físicos como virtuales; de acuerdo a lo establecido por la coordinación académica, en concordancia con lo requerido durante la formación en ambientes virtuales.	En cumplimiento	Formatos, videos, carpeta en drive, otros
9	Monitorear el avance académico de los aprendices y documentar novedades académicas que puedan afectar su desempeño.	Se realiza reunión de monitoreo y asesoramiento a los aprendices para la correcta selección de alternativa.	Evidencia fotográfica de la reunión realizada (9.1).
10	Verificar el cumplimiento de los criterios de evaluación y certificación de los aprendices en los programas de formación complementaria, en concordancia con la normativa aplicable.	Este mes no tengo fichas asignadas para impartir formación complementaria.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
11	Orientar a los aprendices en la fase de inducción, proporcionando información sobre el plan de estudios, normativas institucionales y uso de plataformas tecnológicas.	Se realiza taller de atención de dudas a aprendices en etapa práctica. Se realiza inducción de etapa productiva a aprendices de modalidad virtual- Se realiza inducción de etapa productiva a aprendices de nuevo ingreso jornada diurna.	Evidencia fotográfica de la reunión realizada el 04/03/2026 (11.1). Evidencia fotográfica de la reunión realizada el 25/02/2026 (11.2). Evidencia fotográfica de la inducción realizada el 9/03/2026(11.3).
12	Asesorar a los aprendices en el desarrollo de actividades prácticas y proyectos	Se asesora y aconseja a los aprendices acerca de las alternativas de la	Horarios de atención de aprendices de manera

	formativos que fortalezcan la aplicación de conocimientos en entornos de aprendizaje.	etapa productiva de manera presencial y virtual.	presencial o por chat y correo.
13	Acompañar a los aprendices en el proceso de formación basado en proyectos durante la vigencia del contrato, garantizando el desarrollo de competencias en escenarios aplicados.	Este mes no tengo fichas asignadas para impartir formación.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
14	Acompañar a los aprendices en la etapa productiva, cuando sea requerido, facilitando el proceso de articulación entre la formación académica y la experiencia práctica.	Se realizan como mínimo 3 momentos de visitas donde participa el aprendiz, el instructor de seguimiento y el ente coformador para asegurar que el aprendiz está trabajando en buenas condiciones y que está desarrollando sus competencias técnicas.	Documentos de los 3 momentos de visita enviados a cada aprendiz en etapa productiva.
15	Registrar y gestionar las evidencias de la formación en los aplicativos institucionales dentro de los plazos establecidos, asegurando la trazabilidad de los procesos formativos.	Se almacena la documentación requerida dentro de los aplicativos establecidos como el OneDrive.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
16	Presentar informes académicos relacionados con la ejecución de la formación, conforme a los lineamientos establecidos en el contrato.	Este mes no tengo fichas asignadas para impartir formación.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
17	Documentar la planificación y ejecución de las actividades formativas, garantizando su alineación con los objetivos del programa de formación.	Es mes no tengo fichas asignadas para impartir formación.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
18	Cumplir con la entrega mensual de las evidencias de las actividades de formación profesional ejecutadas tanto en medios físicos como virtuales, de acuerdo con lo establecido por la coordinación académica, en concordancia con lo requerido en la formación en ambientes virtuales.	Es mes no tengo fichas asignadas para impartir formación.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.

19	Garantizar el adecuado uso y conservación de los materiales, equipos y demás elementos asignados para la formación, en cumplimiento de las normativas del SENA sobre administración de recursos pedagógicos.	Estoy cuidando los equipos, elementos y materiales de la institución que estoy usando.	El buen estado de los elementos que estoy usando.
20	Respetar y aplicar las disposiciones establecidas en el Reglamento del Aprendiz y el Manual de Convivencia, asegurando el cumplimiento de las normativas pedagógicas y disciplinarias.	Cumplimiento de las normativas institucionales garantizando una convivencia armoniosa y el respeto a las disposiciones establecidas.	Registro de asistencia y participación en actividades relacionadas con a la etapa productiva, evidenciando el respeto a las normativas institucionales y el compromiso con la convivencia.
21	Implementar las medidas de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), en cumplimiento de la normativa vigente.	Aplicación de protocolos de seguridad y salud en el entorno de formación de trabajo, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
22	Atender los lineamientos del Manual de Supervisión e Interventoría para garantizar la correcta ejecución del contrato.	Aplicación de los lineamientos del Manual de Supervisión e Interventoría para asegurar el cumplimiento de las condiciones contractuales.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad.
23	Las demás actividades: Desarrollar actividades complementarias relacionadas con el objeto contractual que sean asignadas por el subdirector del Centro o el Supervisor del contrato, siempre que estén directa y exclusivamente vinculadas al cumplimiento del objeto contractual establecido.	Este mes no se realizaron este tipo de actividades.	Actualmente no tengo evidencias de esta actividad. .

A continuación, relaciono los desplazamientos que realicé previo a la presentación de este informe. Una vez finalizado cada desplazamiento presenté al ordenador del gasto el informe en el Formato para legalización del desplazamiento, en el que se describieron las actividades desarrolladas y los resultados. Cada informe de legalización cuenta con el visto bueno del supervisor.

Se lista a continuación el soporte de la legalización de los desplazamientos realizados, los cuales forman parte integral del presente informe de ejecución contractual.

ÍTEM	NRO. DE LA ORDEN DE VIAJE	LUGAR DE DESPLAZAMIENTO	FECHA DE DESPLAZAMIENTO INICIAL	FECHA DE DESPLAZAMIENTO FINAL
1				
2				

Nota 1: Por cada desplazamiento que haya realizado el contratista, adjuntará el respectivo informe que la soporte. En caso de haber realizado el desplazamiento en fecha posterior a la presentación del informe de ejecución contractual, deberá reportarlo en el siguiente informe de ejecución contractual.

Para el trámite de la cuenta me permito adjuntar: documentos enunciados como evidencias del cumplimiento de las obligaciones contractuales y los desplazamientos realizados, fotocopia de la planilla-recibo de pago de aportes a salud, pensiones y ARL expedido por mi planilla correspondiente al mes de abril 2026. (Decreto Ley 2106 de 2019 – " Decreto Ley Antitrámites")

Evidencias en ()
folios Cordialmente,

Alba Isabel López Rubiano
Contratista
C.C. No. 21.003-788 de Tibirita.

Edgar Aurelio Gelves Albarracín
Supervisor(a) Contrato No. CO1.PCCNTR.9020812 de 2026
Coordinador Académico.

TIEMPO ACT. APOYO A LA FORMACION

INSTRUCTOR: ALBA ISABEL LOPEZ RUBIANO

CENTRO DE FORMACIÓN: CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGIA

FECHA INICIAL: 01/05/2026 00:00:00

FECHA FINAL: 30/05/2026 23:59:59

ACTIVIDADES ACADÉMICAS

FICHA DE APRENDIZAJE:	2932436 - DESARROLLO CREATIVO DE PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS DE LAS CIENCIAS NATURALES DE ACUERDO CON SITUACIONES DEL CONTEXTO PRODUCTIVO Y SOCIAL.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	APLICAR PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE ACUERDO CON LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES Y LA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	DESARROLLAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN EFICACES Y EFECTIVOS, TENIENDO EN CUENTA SITUACIONES DE ORDEN SOCIAL, PERSONAL Y PRODUCTIVO.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Ejercer derechos fundamentales del trabajo en el marco de la constitución política y los convenios internacionales.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Enrique Low Murtra-Interactuar en el contexto productivo y social de acuerdo con principios éticos para la construcción de una cultura de paz.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Formular el proyecto de acuerdo con métodos y técnicas de investigación
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	GENERAR HÁBITOS SALUDABLES DE VIDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS CONTEXTOS PRODUCTIVOS Y SOCIALES.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Gestionar procesos propios de la cultura emprendedora y empresarial de acuerdo con el perfil personal y los requerimientos de los contextos productivo y social.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	INTERACTUAR EN LENGUA INGLESA DE FORMA ORAL Y ESCRITA DENTRO DE CONTEXTOS SOCIALES Y LABORALES SEGÚN LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS POR
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Orientar investigación formativa según referentes técnicos
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	PROYECTAR LOS PRODUCTOS REQUERIDOS POR EL MERCADO ESPECIFICANDO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PAUTAS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA ESTRATEGIA
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Razonar cuantitativamente frente a situaciones susceptibles de ser abordadas de manera matemática en contextos laborales, sociales y personales.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	REALIZAR EL PROTOTIPO DEL PRODUCTO DISEÑADO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.
• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE:	Resultado de Aprendizaje de la Inducción.

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: RESULTADOS DE APRENDIZAJE ETAPA PRACTICA

RESULTADOS DE APRENDIZAJE
APLICAR EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS REALES DEL SECTOR PRODUCTIVO, LOS CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS PERTINENTES A LAS COMPETENCIAS DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN ASUMIENDO ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍAS DE AUTOGESTIÓN

• COMPETENCIA DE APRENDIZAJE: Utilizar herramientas informáticas de acuerdo con las necesidades de manejo de información

HORAS DEDICADAS EN LA FICHA : 167,60

TOTAL HORAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS: 167,60

EVENTOS DE DIVULGACIÓN TECNOLÓGICA - EDT´s

FICHA	FECHA INICIO	FECHA FINAL	EVENTO	HORAS

TOTAL TIEMPO EDT´s: 0,00

ACTIVIDADES ADICIONALES

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	ACTIVIDAD	HORAS

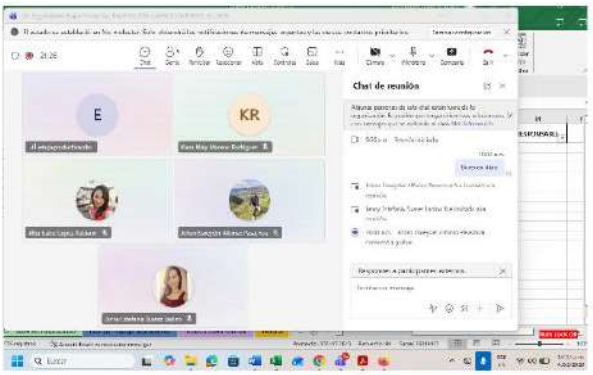
TOTAL ACTIVIDADES ADICIONALES: 0,00

INSTRUCTOR: ALBA ISABEL LOPEZ RUBIANO

CENTRO DE FORMACIÓN: CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGIA



EVIDENCIAS MES MAYO 2026



C.E. Seguimiento Etapa Productiva, HADE JULIETH CARRILLO ACEVEDO, 3215658
Lun 04/05/2026, de 10:00 a 11:00, Se deja constancia de que la aprendiz y la empresa no se presentaron a la reunión programada. Se realizaron varios intentos de comunicación sin obtener respuesta favorable.

Adicionalmente, Vanessa Amaya, de la Fundación Apoyar, informa que no cuenta con información actualizada sobre la aprendiz. Por su parte, Kiara Moreno también ...



@Johan Alfonso CDM Buenas noches, creo que se cruza con el otro caso especial, favor revisar, gracias



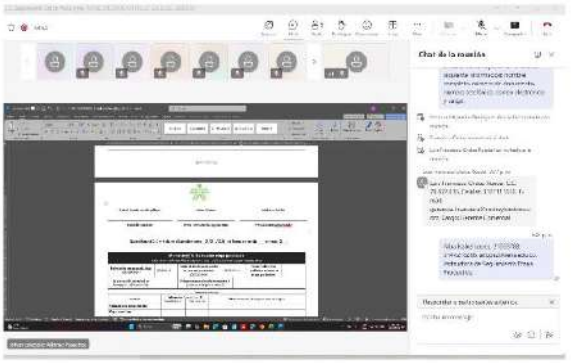
Atención Presencial CDM - Mayo 2026				
Lunes	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**
4	**5**	**6**	**7**	**8**
Johan Alfonso	Alba López	Luis S. González	Milcon Montenegro	Rodrigo Acero
11	**12**	**13**	**14**	**15**
Johan Alfonso	Alba López	Luis S. González	Milcon Montenegro	Rodrigo Acero
18	**19**	**20**	**21**	**22**
Johan Alfonso	Alba López	Luis S. González	Milcon Montenegro	Rodrigo Acero
25	**26**	**27**	**28**	**29**
Johan Alfonso	Alba López	Luis S. González	Milcon Montenegro	Rodrigo Acero

Horario de Atención presencial para el mes de mayo.

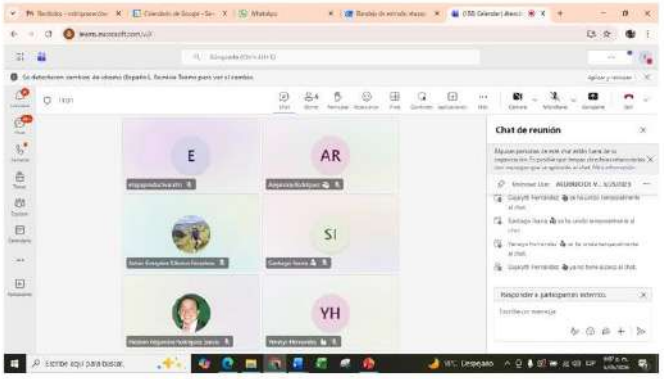








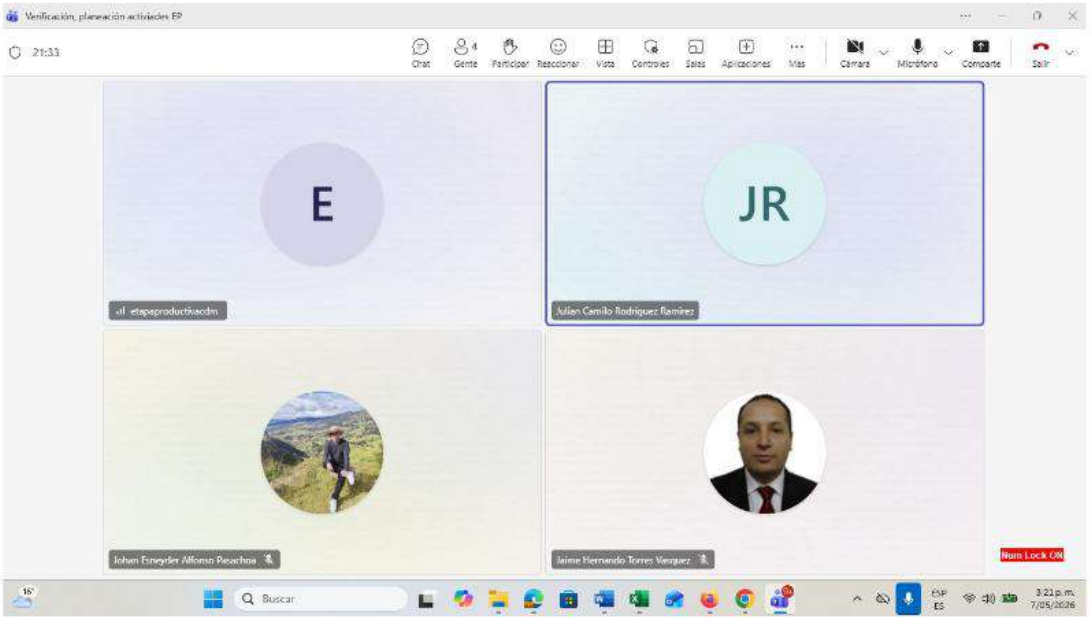
la empresa ELECTRICAS BOGOTA reporto la suspension del contrato del aprendizzRAFAEL RICARDO CASTILLO GALLEGO, identificado con cédula de ciudadania No. 1023866601 ficha 2932420, por incumplimientos al Reglamento Interno de Trabajo de la compañía. Presunto incumplimiento del Articulo 49, Literal B), Faltar en el trabajo parcialmente (Mañana o Tarde) o en el turno correspondiente, sin excusa suficiente a juicio de la empresa, cuando no causa perjuicio de consideración a la empresa, implica por primera vez suspensión en el trabajo hasta por cuatro días y por segunda vez suspensión en el trabajo hasta por ocho días. se condiciona registro de matricula de acuerdo al comité 29-04-2026, se realizo llamado de atención, próximo seguimiento en un mes

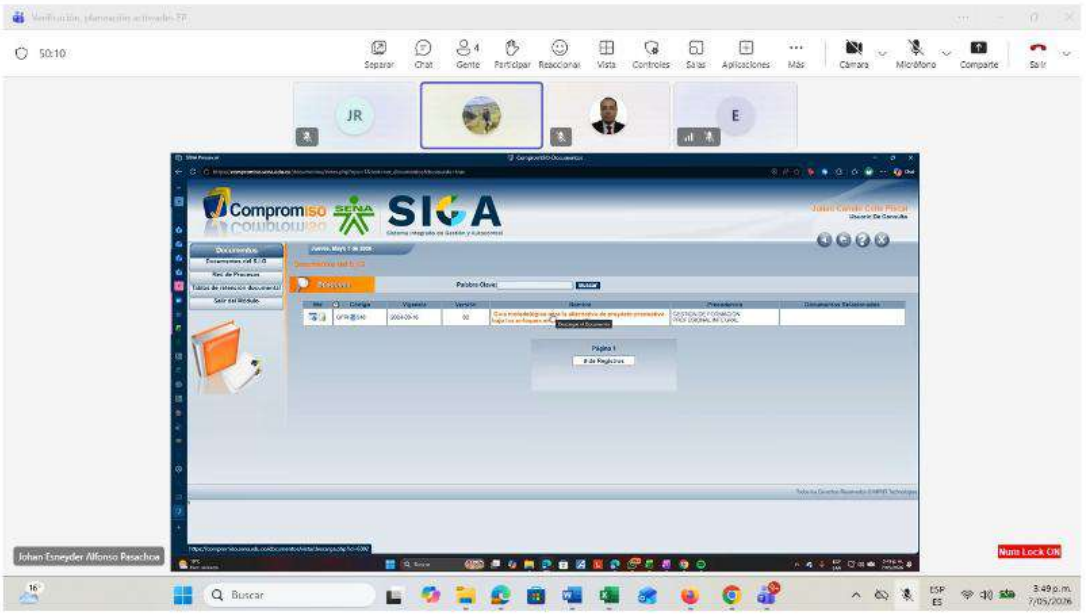


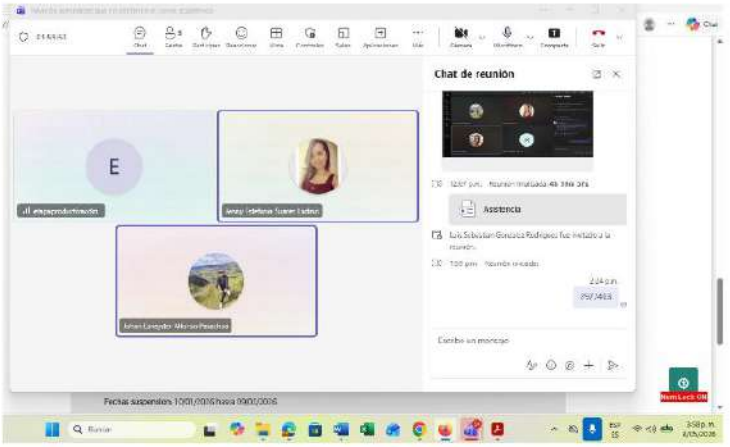
ATENCIÓN VIRTUAL SEGUIMIENTO ETAPA PRODUCTIVA. (PREGUNTAS, DUDAS, INQUIETUDES) 06/05/2026_ 6:00PM A 8:00PM_ INSTRUCTORES JOHAN ALFONSO_ING. ALBA ISABEL LOPEZ RUBIANO_HEDSON ALEJANDRO RODRIGUEZ_RODRIGO ACERO.

Realización: Se atienden inquietudes de los siguientes aprendices.

- Alejandra Rodríguez
- Dajoryth Hernández...

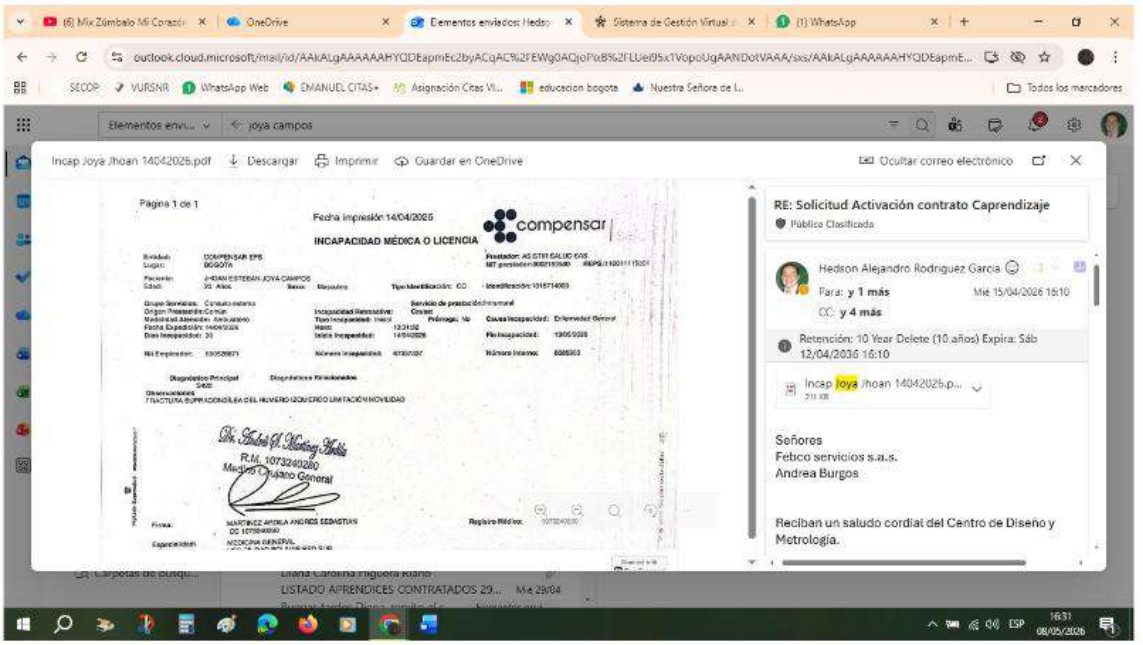


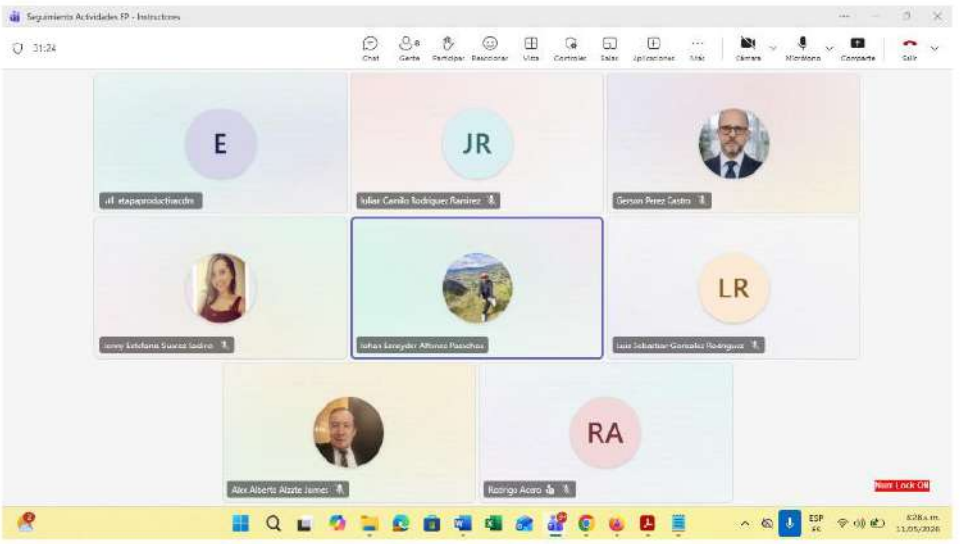


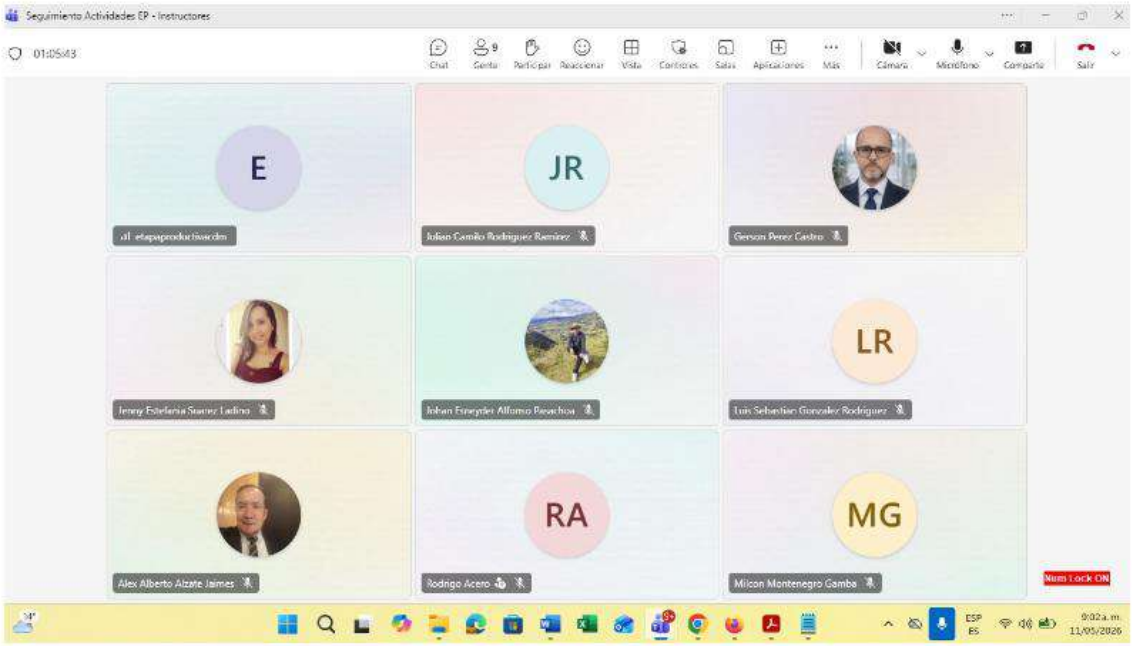


Trabajo en jornada continua desde las 8:00 a.m., realizando la revisión de los casos de aprendices que no asistieron al comité académico del pasado 29 de abril de 2026. A la fecha, se han revisado un total de 143 casos.Objetivo levantamiento del acta y proceso depuración




Incap Joya Jhoan 14042026.pdf
Descargar
Imprimir
Guardar en OneDrive
Ocultar correo electrónico
Página 1 de 1
Fecha impresión 14/04/2026
INCAPACIDAD MÉDICA O LICENCIA
compensar
RE: Solicitud Activación contrato Caprendizaje
Público Clasificada
Hedson Alejandro Rodriguez Garcia
Para: y 1 más
Mié 15/04/2026 16:10
CC: y 4 más
Retención: 10 Year Delete (10 años) Expira: Sáb 12/04/2036 16:10
Señores
Febco servicios s.a.s.
Andrea Burgos
Reciban un saludo cordial del Centro de Diseño y Metrología.


Seguimiento Actividades FP - Instructores
31:24
E
JR
LR
RA



Retención: Exchange Online (10 años) Expira: Jue 1/05/2036 3:42 PM

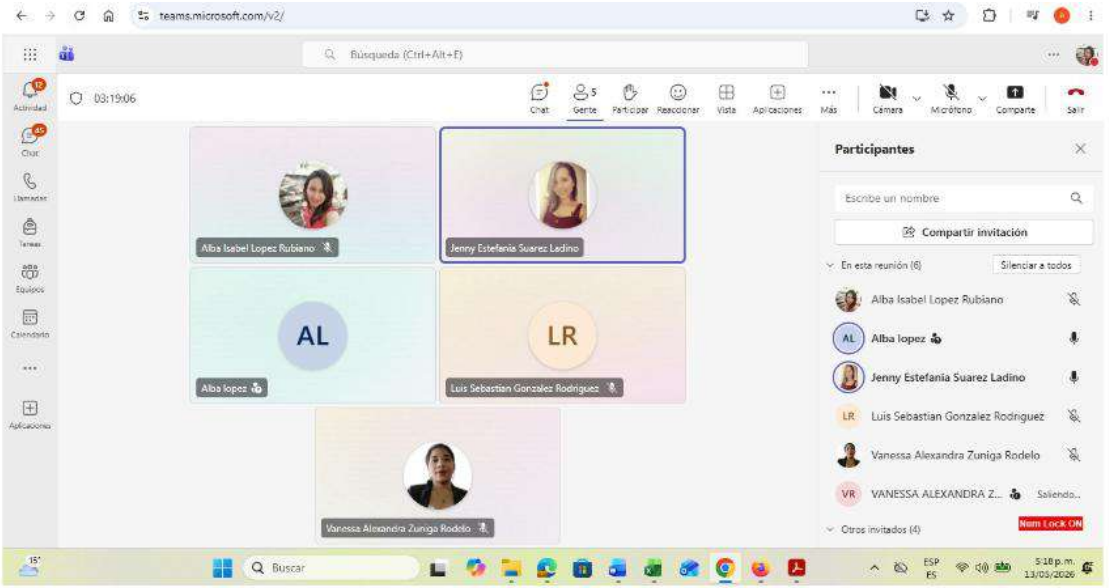
Buenas tardes, Ingeniera Alba.

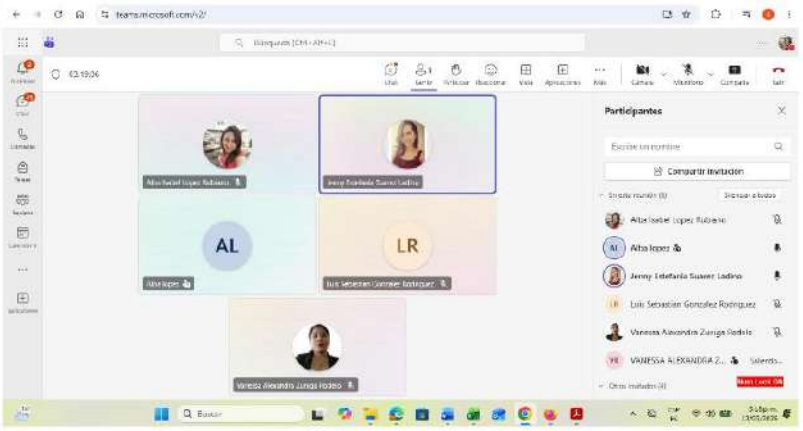
Remito el correo anterior para su revisión, en el que la empresa **COLMETRIK SAS COLOMBIANA DE METROLOGICA**, reporta novedades del aprendiz, **MARYORY ALEJANDRA ROMERO BARRETO**, identificada con cédula de ciudadanía No.**1023374759.**

Cordialmente.

De: Vanessa Del Rosario Patiño Beltran <vpatinob@sena.edu.co>
Enviado: lunes, 4 de mayo de 2026 7:00
Para: Luz Aida Trujillo Perdomo <coordinadoradmin@colmetrik.com>; Hedson Alejandro Rodriguez Garcia <harodriguez@sena.edu.co>
Asunto: RE: Solicito instructor







Revisión Aprendices Citados Comité 29-04-2026, Otros Se trabajo en la verificación de aprendices durante la jornada continua, se revisaron algunas actas pendientes para firmas. Trabajo sobre el drive de depuración



HORARIO ATENCIÓN VIRTUAL MIERCOLES		
Fecha	Instructor	
6/05/2026	Rodrigo Acero	Johan Alfonso
13/05/2026	Gerson Pérez	Juan José Botello
20/05/2026	Luis González	Alba López
27/05/2026	Estefanía Suárez	Milcon Montenegro

Buenas tardes, horario de atención virtual miércoles, favor revisar y confirmar si están de acuerdo, gracias.

Este remitente jhonnyfernando101@gmail.com es de fuera de su organización. Remitente de mensaje

Retención: Exchange Online (10 años) Expira: Jue 08/05/2036 18:04

3013183-JhonnyFernandoSie... 1 MB

El presente correo es para realizar el envio de los documentos que se requiere para realizar las pasantías en Tecnoparque, la cual diligencie los documentos que solicitaban pero hay unos datos que le corresponde a la empresa en este caso al SENA por tal motivo deje esos espacios en blanco y obte por realizar el envio de los documentos comprimidos en un archivo rap para tener una respuesta de los formatos donde los datos de diligenciamiento no me corresponde para posteriormente poder enviar todo adjuntado en un archivo PDF

@Johan Alfonso CDM Buenas noches, aprendiz para tecno parque



3013183_MIGUELALEXANDERQUINTEROTOVAR_PORYECTOPRODUCTIVO

Resumir este correo electrónico

E etapaproductivacdm

Para: Johan Esneyder Alfonso Pasachoa Mié 13/05/202

CC: miguelquinterotovar@gmail.com

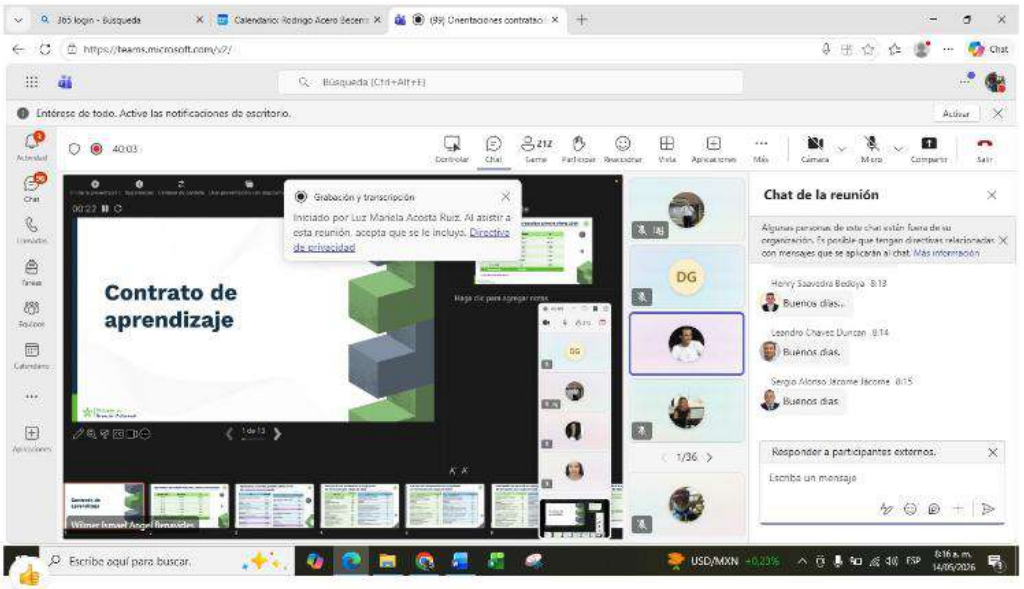
3013183_MIGUELALEXANDE... 828 KB

Buenas noches,

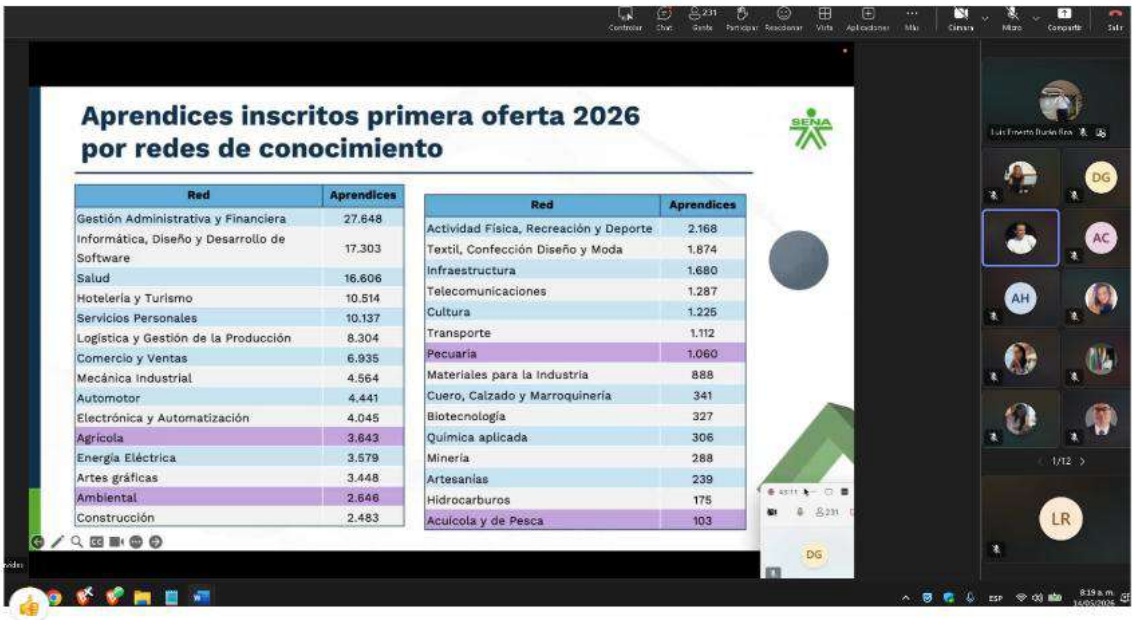
Para su conocimiento y fines pertinentes.

Cordialmente,

@Johan Alfonso CDM Buenas noches, pendiente de respuesta



bUEN DIA iNG. SI SEÑOR, MUCHAS GRACIAS



Aprendices inscritos primera oferta 2026 por redes de conocimiento

Red	Aprendices
Gestión Administrativa y Financiera	27.648
Informática, Diseño y Desarrollo de Software	17.303
Salud	16.606
Hotelería y Turismo	10.514
Servicios Personales	10.137
Logística y Gestión de la Producción	8.304
Comercio y Ventas	6.935
Mecánica Industrial	4.564
Automotor	4.441
Electrónica y Automatización	4.045
Agrícola	3.643
Energía Eléctrica	3.579
Artes gráficas	3.448
Ambiental	2.646
Construcción	2.483

Red	Aprendices
Actividad Física, Recreación y Deporte	2.168
Textil, Confección Diseño y Moda	1.874
Infraestructura	1.680
Telecomunicaciones	1.287
Cultura	1.225
Transporte	1.112
Pecuaria	1.060
Materiales para la Industria	888
Cuero, Calzado y Marroquinería	341
Biotecnología	327
Química aplicada	306
Minería	288
Artesanías	239
Hidrocarburos	175
Acuícola y de Pesca	103

ACTA No. 4			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: CHARLA DE SENSIBILIZACIÓN: ALTERNATIVA DE PROYECTO PRODUCTIVO.			
CIUDAD Y FECHA:	20 DE ABRIL DE 2026	**HORA INICIO:** 18:00	**HORA FIN:** **21**:30
LUGAR Y/O ENLACE:	**https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MWU0M2NmNGU0YmM2ZTA5OWMzMWI5OWQtMTc4Mmi4YjY1NTk4OThkODIwYzI0%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22ccbc3f81-212d-4d93-91d1-50c69316ac7e%22%2c%22Oid%22%3a%22312515d0-28bd-4851-9137-2f3a4de79358%22%7d**	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGÍA	

AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR:

1. Presentación del equipo de Etapa Productiva a los asistentes
2. Socialización de la alternativa de proyecto productivo
3. Espacio para resolver dudas e inquietudes

OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN:

Realizar la sensibilización sobre la alternativa de proyecto productivo con enfoque empresarial o de I+D+i, como una de las opciones más accesibles para los aprendices en la actualidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de la etapa productiva dentro de los tiempos establecidos.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Asistentes a la reunión:

- ✓ Alba Isabel López, Líder de Etapa Productiva
- ✓ Johan Alfonso, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Milcon Montenegro, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Gerson Pérez, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Luis González, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Jaime Torres, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Luis Lorza, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Juan Botello, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Vanessa Zúñiga, Instructora de Etapa Productiva
- ✓ Rodrigo Acero, Instructor de Etapa Productiva
- ✓ Estefania Suarez, Instructora de Etapa Productiva

1. La jornada se desarrolló de la siguiente manera:

Se da la bienvenida a los aprendices asistentes a la sensibilización, se solicita autorización para iniciar grabación y se realiza la presentación de cada uno de los instructores del equipo de etapa productiva.

2. Los instructores dan desarrollo al tema de la siguiente manera:

- ✓ La líder de etapa productiva inicia definiendo la alternativa de proyecto productivo y presenta la normatividad relacionada. Explica su alcance, finalidad y pertinencia dentro del proceso formativo, así como la normativa vigente que la regula, destacando los lineamientos institucionales que deben cumplir los aprendices para su adecuada ejecución.
- ✓ El instructor Johan Alfonso continúa explicando los requisitos y el proceso de registro de la alternativa, detallando los formatos GFPI-F-165 y el documento de compromiso del proyecto productivo. Asimismo, resalta la importancia de su correcta presentación y cumplimiento.
- ✓ El instructor Milcon Montenegro da continuidad a la jornada explicando los dos énfasis del proyecto productivo (énfasis empresarial y enfoque I+D+I). Describe las características de cada uno y orienta a los aprendices sobre el paso a paso para la solicitud, formulación y ejecución de esta alternativa, brindando claridad sobre los tiempos y procesos involucrados.
- ✓ El instructor Gerson Pérez profundiza en el enfoque empresarial, explicando sus objetivos principales, como la generación de ideas de negocio sostenibles y el desarrollo de competencias emprendedoras. Además, detalla los componentes fundamentales que debe contener un proyecto bajo este enfoque.
- ✓ El instructor Luis González amplía la información sobre los componentes del proyecto productivo y los aspectos clave para una idea de negocio y su financiación, tales como el análisis de mercado, la viabilidad y lo relacionado con fuentes de financiación.
- ✓ El instructor Luis Antonio Lorza aborda lo relacionado con el emprendimiento y los beneficios de seleccionar esta alternativa, destacando las oportunidades de crecimiento personal y profesional, así como el fortalecimiento de habilidades empresariales.
- ✓ El instructor Juan Botello explica el paso a paso para la solicitud de visitas y la elaboración de bitácoras, compartiendo y detallando el formato correspondiente.

Finalmente, presenta el proceso de sustentación y evaluación del proyecto, aclarando los criterios que se tendrán en cuenta para la aprobación de esta alternativa.

3. Se brinda el espacio para resolución de dudas e inquietudes a los aprendices

CONCLUSIONES

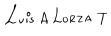
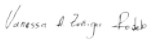
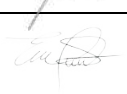
Se realiza la primera socialización de la alternativa de proyecto productivo, donde se tuvo una participación de 63 aprendices, se logró explicar de manera detallada la alternativa, se solucionaron dudas a los asistentes y se dieron indicaciones para quienes deseen escoger esta alternativa.
Durante la jornada se socializó de manera integral la alternativa de proyecto productivo como opción para el desarrollo de la etapa productiva, abordando su normatividad, requisitos, procesos de inscripción y ejecución. Los instructores brindaron orientación detallada sobre los diferentes enfoques (empresarial e I+D+I), así como los componentes necesarios para la formulación de proyectos, incluyendo aspectos de emprendimiento, financiación y viabilidad. Asimismo, se aclararon los procedimientos relacionados con el seguimiento, elaboración de bitácoras, visitas y el proceso de evaluación y sustentación final. La actividad permitió fortalecer el conocimiento de los participantes, resolver inquietudes y brindar herramientas clave para la adecuada elección y desarrollo de esta alternativa formativa.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Compartir la grabación de la reunión a los aprendices participantes	abril de 2026	Johan Alfonso	Johan Alfonso
Realización del acta de la reunión	abril de 2026	Estefania Suarez	

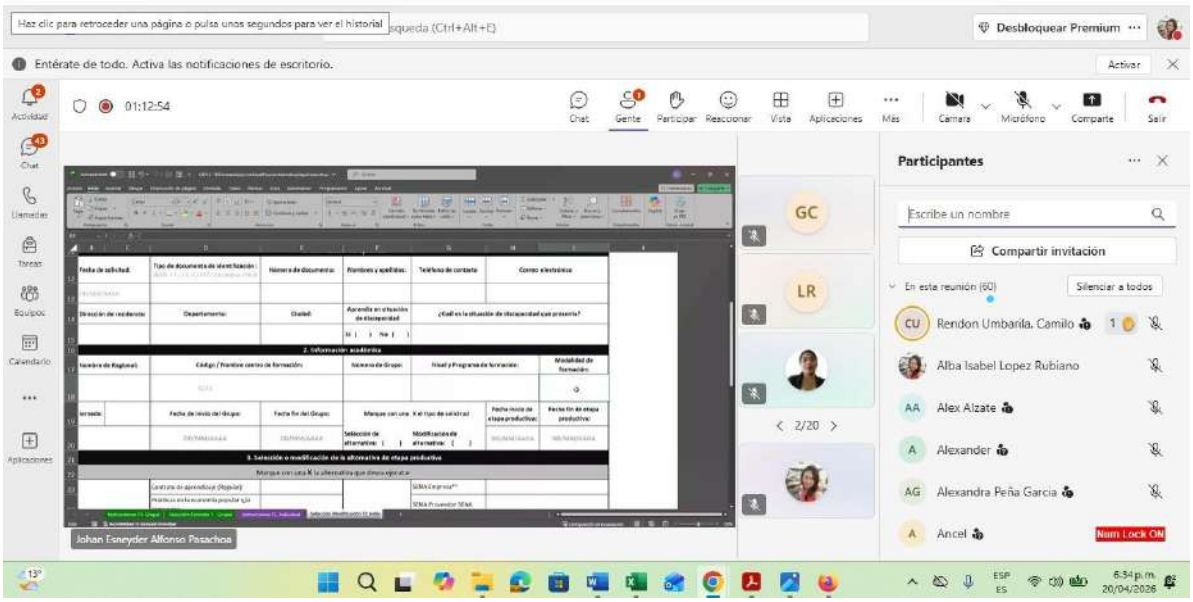
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

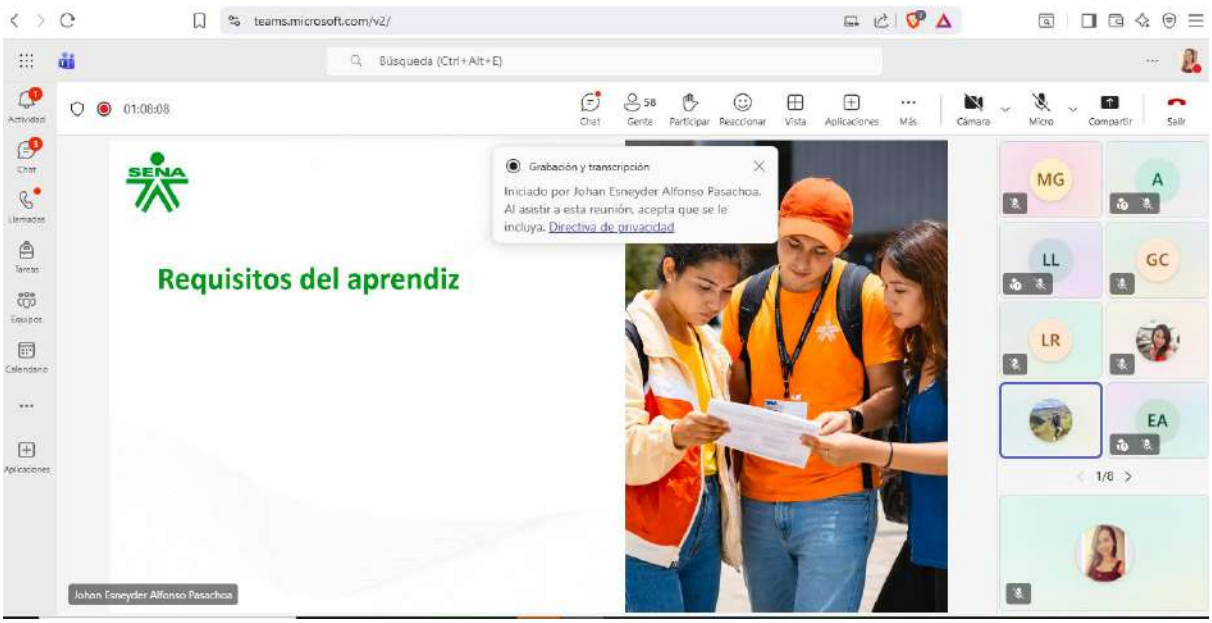
DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

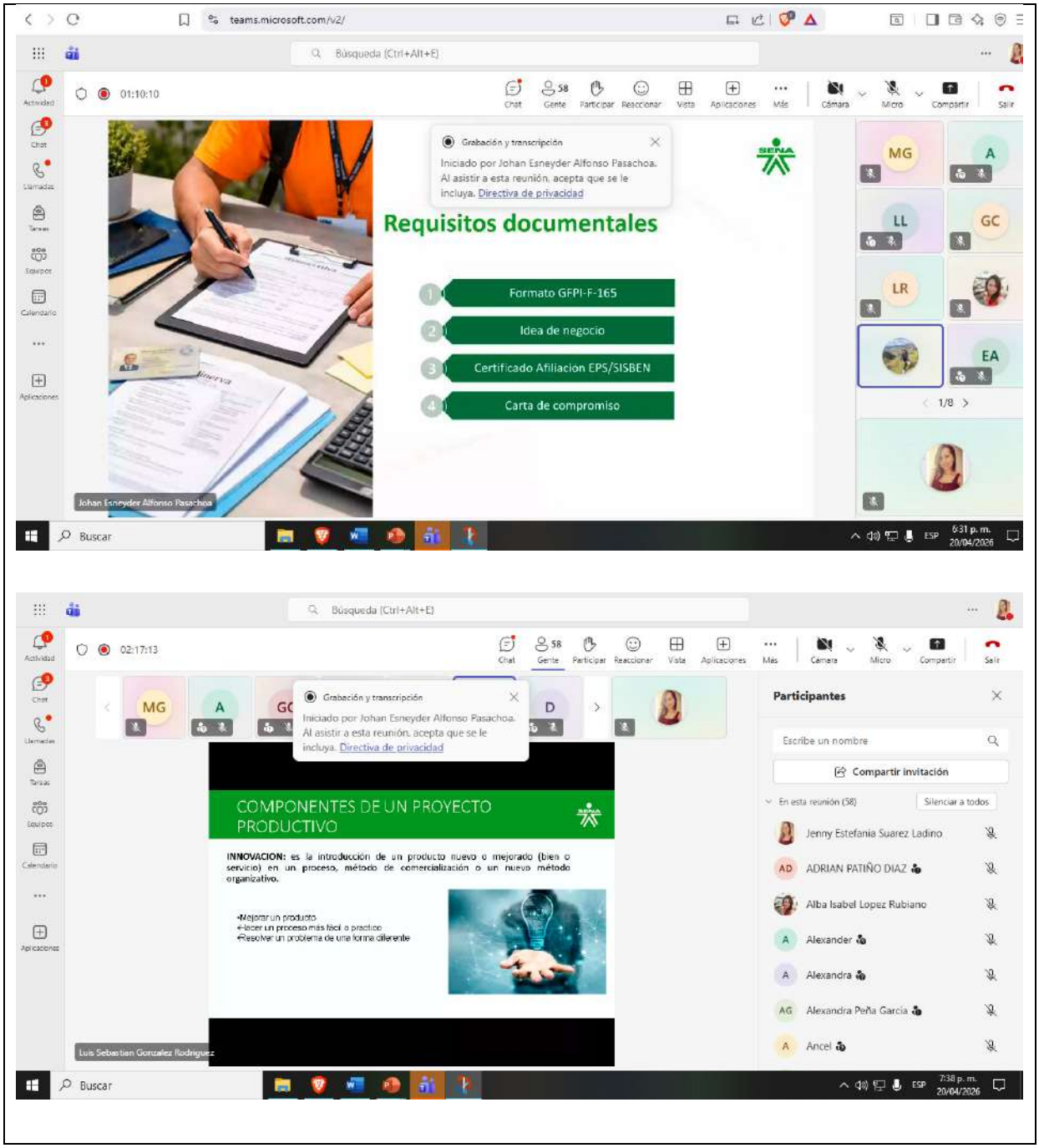
NOMBRE	DEPENDENCIA/ EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Alba Isabel López	Líder de Etapa Productiva			
Johan Alfonso	Instructor de Etapa Productiva			
Milcon Montenegro	Instructor de Etapa Productiva			
Gerson Pérez	Instructor de Etapa Productiva			
Luis González	Instructor de Etapa Productiva			
Jaime Torres	Instructor de Etapa Productiva			
Luis Lorza	Instructor de Etapa Productiva			
Juan Botello	Instructor de Etapa Productiva			
Vanessa Zúñiga	Instructora de Etapa Productiva			
Rodrigo Acero	Instructor de Etapa Productiva			
Estefania Suarez	Instructora de Etapa Productiva			
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA DE APRENDICES ASISTENTES				

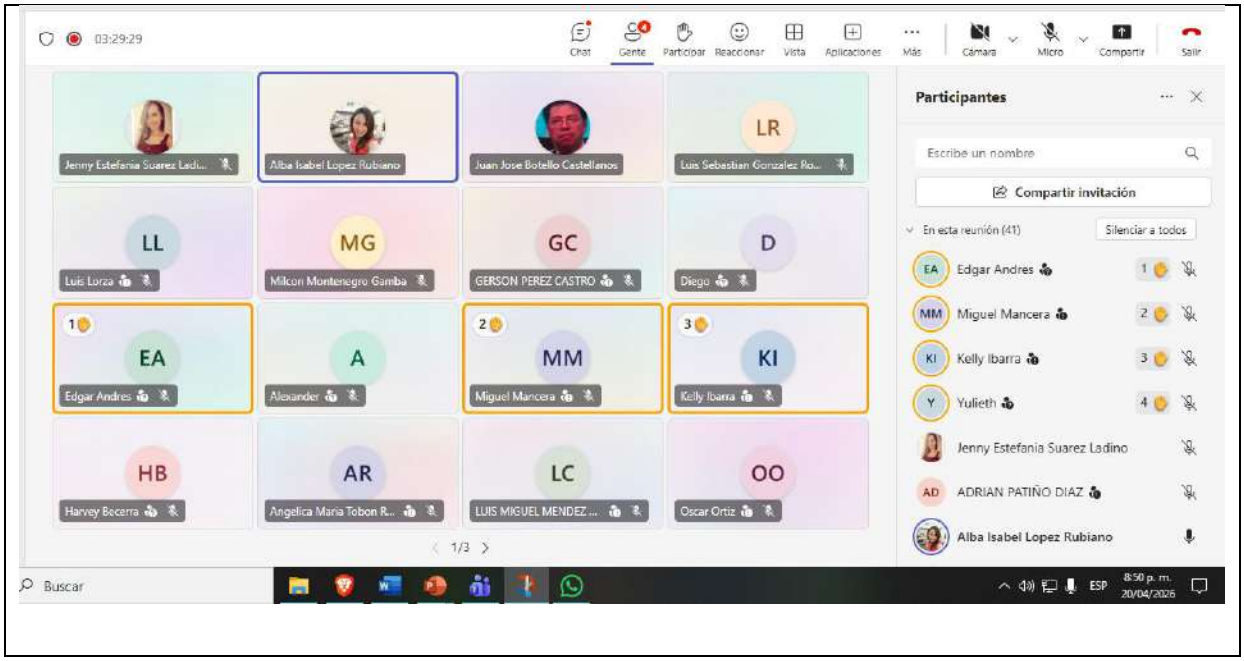
De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

ANEXOS


Haz clic para retroceder una página o pulsa unos segundos para ver el historial
Desbloquear Premium
Entérate de todo. Activa las notificaciones de escritorio.
Activar
01:12:54
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Compartir
Salir
Participantes
Escribe un nombre
Compartir invitación
En esta reunión (60)
Silenciar a todos
Rendon Umbarila, Camilo
Alba Isabel Lopez Rubiano
Alex Alzate
Alexander
Alexandra Peña Garcia
Ancel
Num Lock ON
Johan Esneyder Alfonso Pasachoa
2/20
6:34 p.m.
20/04/2026


teams.microsoft.com/v2/
Búsqueda (Ctrl+Alt+E)
01:08:08
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micro
Compartir
Salir
Grabación y transcripción
Iniciado por Johan Esneyder Alfonso Pasachoa.
Al asistir a esta reunión, acepta que se le incluya. Directiva de privacidad
Requisitos del aprendiz
Johan Esneyder Alfonso Pasachoa
1/8


teams.microsoft.com/v2/
Búsqueda (Ctrl+Alt+E)
01:10:10
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micro
Compartir
Salir
Grabación y transcripción
Iniciado por Johan Esneyder Alfonso Pasachoa. Al asistir a esta reunión, acepta que se le incluya. Directiva de privacidad
Requisitos documentales
1 Formato GFPI-F-165
2 Idea de negocio
3 Certificado Afiliación EPS/SISBEN
4 Carta de compromiso
Johan Esneyder Alfonso Pasachoa
MG
A
LL
GC
LR
EA
1/8
Buscar
ESP
6:31 p. m.
20/04/2026
Búsqueda (Ctrl+Alt+E)
02:17:13
Participantes
Escribe un nombre
Compartir invitación
En esta reunión (58)
Silenciar a todos
Jenny Estefania Suarez Ladino
ADRIAN PATIÑO DIAZ
Alba Isabel Lopez Rubiano
Alexander
Alexandra
Alexandra Peña Garcia
Ancel
COMPONENTES DE UN PROYECTO PRODUCTIVO
INNOVACION: es la introducción de un producto nuevo o mejorado (bien o servicio) en un proceso, método de comercialización o un nuevo método organizativo.
•Mejorar un producto
•Hacer un proceso más fácil o practico
•Resolver un problema de una forma diferente
Luis Sebastian Gonzalez Rodriguez
Buscar
ESP
7:38 p. m.
20/04/2026


03:29:29
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micro
Compartir
Salir
Participantes
Escribe un nombre
Compartir invitación
En esta reunión (41)
Silenciar a todos
Edgar Andres
Miguel Mancera
Kelly Ibarra
Yulieth
Jenny Estefania Suarez Ladino
ADRIAN PATIÑO DIAZ
Alba Isabel Lopez Rubiano
Jenny Estefania Suarez Ladi...
Alba Isabel Lopez Rubiano
Juan Jose Botello Castellanos
Luis Sebastian Gonzalez Ro...
Luis Lorza
Milcon Montenegro Gamba
GERSON PEREZ CASTRO
Diego
Edgar Andres
Alexander
Miguel Mancera
Kelly Ibarra
Harvey Becerra
Angelica Maria Tobon R...
LUIS MIGUEL MENDEZ ...
Oscar Ortiz
1/3
Buscar
ESP
8:50 p. m.
20/04/2026

Hora de inicio	¿Cómo se llama la reunión?	Seleccione el programa de Formación del aprendiz:	Escriba el número de Ficha en la que se encuentra actualmente, ejemplo: 2142626	Digite los nombres y apellidos completos del aprendiz sin tildes, ejemplo: JAIME HERNANDO TORRES VASQUEZ	Indique el número del documento de identidad del aprendiz sin puntos ni comas, ejemplo: 1012334568	Escriba el teléfono del aprendiz, ejemplo: 3144218266	Escriba el correo del aprendiz tal cual como está registrado en la plataforma, ejemplo: jhtorres41@gmail.com o jhtorres41@soy.sena.edu.co	Por favor seleccione la alternativa que tiene registrada actualmente en SofiaPlus.	Modalidad en la que esta desarrollando el programa de formación.
4/20/26 18:11:04	Alternativa proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3186628	David Gallego Hernández	1000985632	3202575686	dave22.21.18@gmail.com	CONTRATO DE APRENDIZAJE	Virtual
4/20/26 18:11:12	Asistencia reunión grupal Etapa P	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	00000000	MILCON MONTENEGRO GAMBA	79638745	3123552723	mmontenegrog@sena.edu.co	PROYECTO PRODUCTIVO	Presencial
4/20/26 18:10:58	Sensibilizacion de etapa productiv	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3070292	Jesús Antonio Castro Valero	80182044	3007528678	Neon.3535@hotmail.com	MONITORIA	Virtual
4/20/26 18:10:40	sensibilización alternativa proyect	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3118308	OSCAR JAVIER ORTIZ	13720537	3152519888	oscarjavierortiz@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:10:57	Diego Rojas Devia	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	2202083	Diego Mauricio Rojas Devia	80256713	3143767841	diegomao6713@yahoo.com	MONITORIA	Virtual
4/20/26 18:10:38	Sensibilización Alternativa Proyec	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	2834904	FABIAN ALEXANDER IGLESIAS MO	80842550	3102970022	fabian.iglesiad.m@gmail.com	VÍNCULO LABORAL	Virtual
4/20/26 18:10:44	Sensibilidad alternativa de proyec	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013183	CESAR AUGUSTO PEÑA MATEUS	1014283518	3058570653	cesarmateus9611@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:11:24	Alternativa proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3023715	Ancel Raúl Beleño Orozco	18011238	3212284149	Hancelorozco10@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:10:34	David Santiago López Pérez	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3023715	David Santiago Lopez Perez	1141314106	3236145432	dslopez60@misena.edu.co	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:10:35	Alternativa de proyecto productiv	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3186628	Ruben Abssael Vera Londoño	1011089118	3228211246	xxrubenveraxx@gmail.com	CONTRATO DE APRENDIZAJE	Virtual
4/20/26 18:10:41	Reunión proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	2721437	Angelica Maria Tobon Rendon	32354247	9394286289	pierela@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:10:38	Proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013183	NATALIA MEJIA CARDONA	321444854	3004707251 Y (521)8132	cleaunica@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:11:20	Proyecto productivo	TECNOLOGO EN DISEÑO E INTEGR	3339015	Gladys Paola Ortiz López	1031143300	3108150043	paola103110@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Presencial
4/20/26 18:19:15	etapa productiva	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013187	ruben alirio avila becerra	74334881	3137203205	rubenavila280@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:13:03	Reunión Proyecto Productivo - apr	TECNOLOGO EN DISEÑO E INTEGR	Sin Ficha Asignada	Luis Sebastian Gonzalez Rodriguez	1012336732	3103360455	lsgonzalezr@sena.edu.co	PROYECTO PRODUCTIVO	Presencial
4/20/26 18:21:18	Reunión Proyecto Productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013188	HERNAN DAVID VEGA BAQUERO	1075289320	3022333831	hernan9505@hotmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:22:01	Reunión Proyecto Productivo - ap	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013187	ALEXANDER RIVERO PARDO	80040404	3002140610	auditoria1983@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:10:44	Alternativa proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	2721436	José Miguel Mancera Prada	1070610392	3133104990	Jmancera838@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:26:07	charla de sensibilización sobre la a	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013187	Welton Shneyder Murcia Forero	1098781128	3217517099	yywshmfr@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:28:34	Sensibilización etapa proyecto pro	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013183	Ana Alexandra Peña Garcia	52222653	3202689483	alexandrapegarcia0508@gmail.co	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:25:21	charla de sensibilización sobre la a	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013187	JULIO HARVEY BECERRA YAYA	79879169	3102723429	ac-dc-internet@hotmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:28:36	Charla Sensibilización: proyecto p	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3134549	Luis Miguel Mendez Chimbi	1071868447	3123925559	siulmi217@gmail.com	PASANTÍA	Virtual
4/20/26 18:30:15	Proyecto productivo aprendices	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3186628	WILSON FERNANDEZ VILLEGAS	1115729778	3208187628	wilsonfv777@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:28:05	proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013188	WILBER ALBERTO VARGAS GOMEZ	15372441	3108767692	wilbervargas1@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:32:30	Alternativa de proyecto productiv	TECNOLOGO EN ASEGURAMIENTO	3411802	ISABELLA GISELL DAVILA TEHERAN	1028865466	3175541540	davilateheranisabella@gmail.com	CONTRATO DE APRENDIZAJE	Presencial
4/20/26 18:35:42	Miguel Alexander Quintero Tovar	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013183	MIGUEL ALEXANDER QUINTERO T	80723740	3175439381	miguelquinterotovar@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 18:39:40	Reunión grupal Etapa Productiva	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3070300	John Freddy Vanegas Reina	16747767	3043684088	jvanegas2012@hotmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 19:31:14	Etapa productiv	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013188	Ricky Andrés espinel vargas	1098773703	3228464695	rickyespinel@hotmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual

4/20/26 18:11:21	Proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3070292	JULIO CESAR RIOS LARA	79716552	3108815001	jucerila@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 19:38:14	Reunión grupal Etapa productiva	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3186628	CRISTINA ISABEL SALAZAR SALAZA	1052386431	3164539219	isabelsalazar1589@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 20:24:16	Etapa productiva	TECNOLOGO EN ASEGURAMIENTO	3411802	Paula Andrea Gonzalez Urriago	1083889550	3228327435	gonzalezurriagopaulaandrea@gm	PASANTÍA	Presencial
4/20/26 20:26:37	Charla de sensibilización: Alternat	TECNICO EN PROGRAMACION DE	3171623	IVAN CAMILO CASTELLANOS LOM	1010227339	3138703496	icamilocc@gmail.com	CONTRATO DE APRENDIZAJE	Presencial
4/20/26 19:04:15	Reunión Proyecto Productivo - apr	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3070300	David Fernando Montes Florián	80851011	3174000249	davidmflorian@gmail.com	CONTRATO DE APRENDIZAJE	Virtual
4/20/26 18:11:44	Sensibilización proyecto productiv	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3013183	ZHARICK MICHELLE FETECUA HUE	1073230852	3122590428	zharickfh12@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual
4/20/26 22:10:32	reunion de proyecto productivo	TECNÓLOGO EN ANALISIS Y DESAR	3023715	JORGE MARIO RAMIREZ BARRERA	1038098181	3127407809	jzarget23@gmail.com	PROYECTO PRODUCTIVO	Virtual

ACTA No. 5			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: SOLICITUD DE ORIENTACIÓN – MODALIDAD ETAPA PRODUCTIVA (SOLICITUD DE PROYECTO PRODUCTIVO GRUPAL)			
CIUDAD Y FECHA:	21 DE ABRIL DE 2026	**HORA INICIO:** 18:00	**HORA FIN:** 19:00
LUGAR Y/O ENLACE:	https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_OGZlMzQ5ZmItN2EwMS00MmJlLWI1MjctZTMxYjRmODcyY2Qz%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%2213215 5d0-28bd-4861-9137-2f3a4de79358%22%7d	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	
AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR: 1. Presentación de la solicitud y propuesta por parte de los aprendices 2. Revisión por parte de los instructores de etapa productiva de lo solicitado 3. Decisión, compromiso y conclusiones y conclusiones			
OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN: Revisar la viabilidad de la solicitud de alternativa de proyecto productivo de manera grupal, de acuerdo a la propuesta de los aprendices.			
DESARROLLO DE LA REUNIÓN			
Asistentes a la reunión: ✓ Alba Isabel López, Líder de Etapa Productiva ✓ Johan Alfonso, Instructor de Etapa Productiva ✓ Gerson Pérez, Instructor de Etapa Productiva ✓ Jaime Torres, Instructor de Etapa Productiva ✓ Juan Botello, Instructor de Etapa Productiva 1. La jornada se desarrolló de la siguiente manera: Se da la bienvenida a los aprendices asistentes a la reunión, se solicita autorización para iniciar grabación y se realiza la presentación de los asistentes.			

Posteriormente se le brinda el espacio a los aprendices para que indiquen la solicitud que están realizando y presenten la propuesta:

- Alexander Rivero Pardo, identificado con CC 80.040.404, ficha 3013187, email auditoria1983@gmail.com
- Rubén Alirio Ávila Becerra, identificado con CC 74334881, ficha 3013187, rubenavila280@gmail.com
- Julio Harvey Becerra, ac-dc-internet@hotmail.com, Ficha 3013187
- Welton Shneyder Murcia Forero, CC 1098781128, YyWShMFr@gmail.com, Ficha 3013187

Los aprendices en mención se encuentran interesados en optar por la alternativa de proyecto productivo, pero manifiestan el deseo de realizarlo de forma grupal, con 4 integrantes.

Posteriormente, realizan una breve exposición, donde muestran un video de un desarrollo previo de la propuesta. Sin embargo, no se visualizan los aspectos a mejorar ni la innovación que pretenden alcanzar, tampoco son claros en cual enfoque de proyecto productivo es el más factible.

Debido a lo anterior se les indica a los aprendices que deben solicitar por escrito la petición con las respectivas actividades individuales, con objetivos, metas, roles y enfoque del proyecto. Cada aprendiz debe realizar la solicitud de autorización y registro de alternativa por separado entregando la documentación necesaria.

La ingeniera Alba les comparte la documentación y videos explicativos que deben tener en cuenta para optar por proyecto productivo. Y se les informa a los aprendices que, en caso de ser autorizados para el proyecto en grupo, deben cumplir con la condición de que ningún aprendiz se retire del proyecto o en caso contrario serán valorados y evaluados mediante comité académico. Se les recalca que la responsabilidad y el compromiso de la etapa productiva es individual de acuerdo a lo establecido en el reglamento, asi sea realizado el proyecto de manera grupal.

CONCLUSIONES

Se brinda el espacio a los aprendices para que presenten su propuesta de proyecto y expresen su solicitud. Posteriormente se les explica a detalle los aspectos a tener en cuenta al optar por la alternativa de proyecto productivo.

Los instructores identifican que no se visualizan los aspectos a mejorar ni la innovación que pretenden alcanzar, tampoco son claros en cual enfoque de proyecto productivo es el más factible para su propuesta.
Finalmente, los instructores analizan el caso e indican a los aprendices que deben enviar la propuesta cada uno por escrito, indicando el papel que cumpliría y que trabajaría en cuanto a la parte técnica; ésta propuesta debe ser entregada a más tardar el día jueves 23 de abril de 2026, mediante correo electrónico al correo de etapa productiva, con copia a coordinación académica cada uno debe diligenciar el formulario de selección de alternativa, adjuntando los documentos correspondientes.

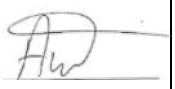
Por otra parte, se les indica que la decisión se tomará mediante comité académico y quedará mediante acta. En el caso de que sea aceptada la propuesta quedará el compromiso de que, si alguno de los integrantes se retira del proyecto productivo, todos los aprendices se verían afectados y serian evaluados mediante comité académico, para esto se firmará un compromiso de manera individual.

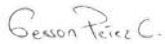
Los aprendices manifiestan estar de acuerdo con lo indicado por los instructores de etapa productiva y se comprometen a enviar la documentación solicitada en las fechas establecidas.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Realización de acta	abril de 2026	Estefania Suarez	

DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

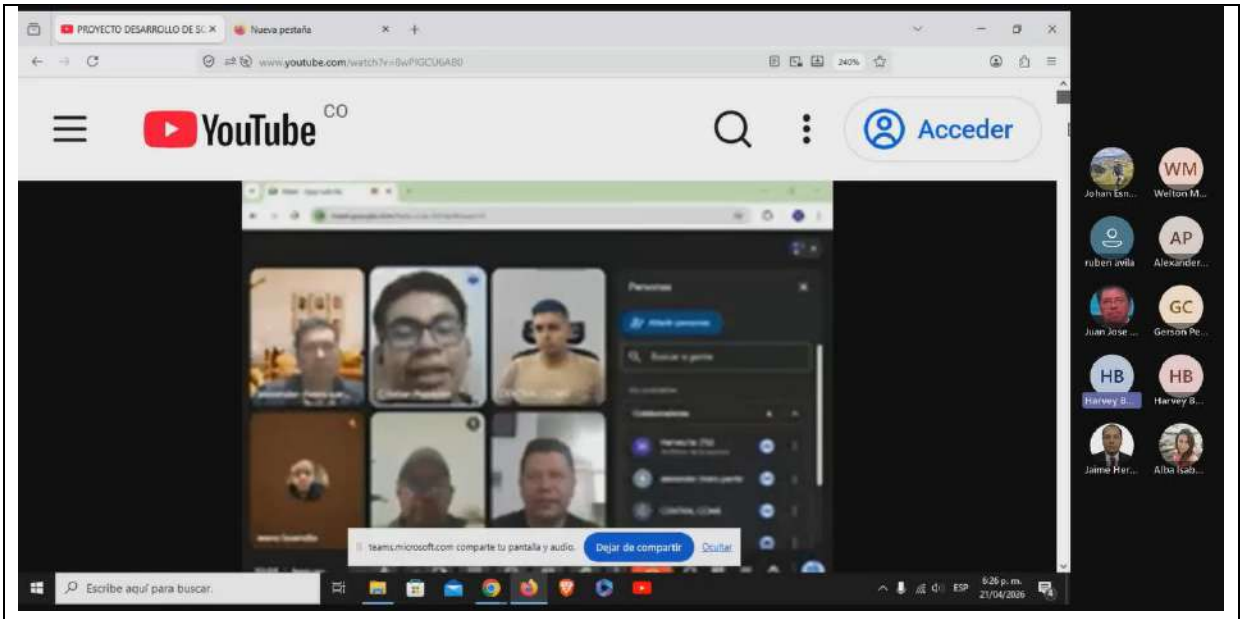
NOMBRE	DEPENDENCIA/ EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Alba Isabel López	Líder de Etapa Productiva	SI		
Johan Alfonso	Instructor de Etapa Productiva	SI		

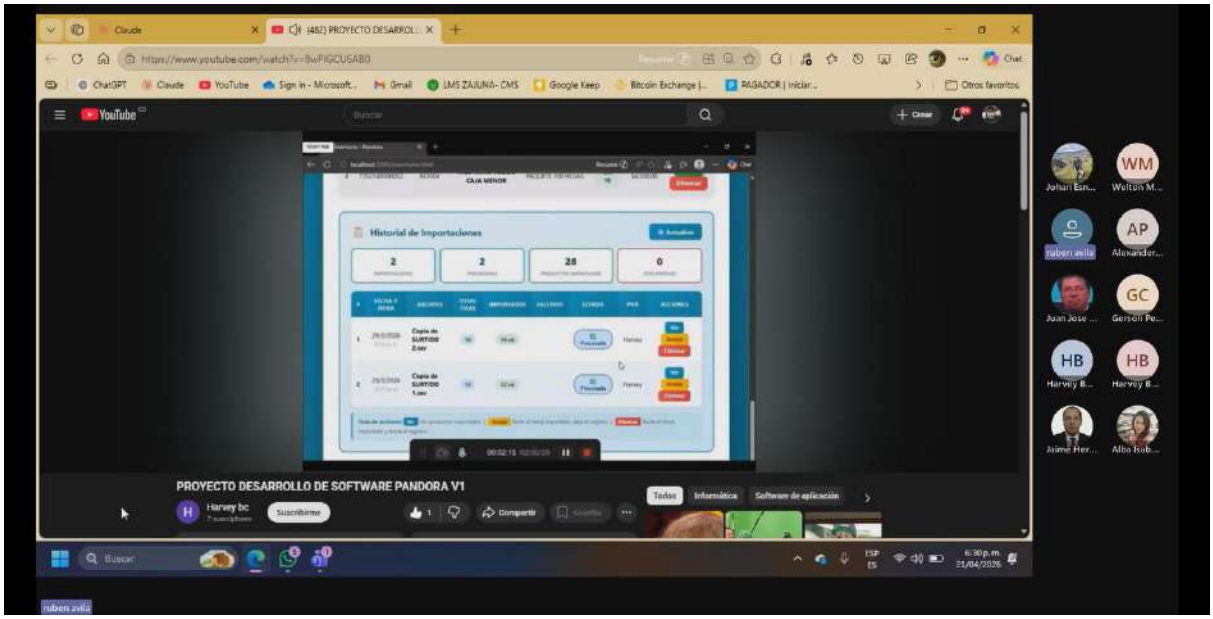
Gerson Pérez	Instructor de Etapa Productiva	SI		
Jaime Torres	Instructor de Etapa Productiva	SI		
Juan Botello	Instructor de Etapa Productiva	SI		
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA				

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

ANEXOS




YouTube
Acceder
teams.microsoft.com comparte tu pantalla y audio.
Dejar de compartir
Ocultar
Escribe aquí para buscar.


YouTube
Historial de Importaciones
PROYECTO DESARROLLO DE SOFTWARE PANDORA V1
Harvey bc
Suscribirme
Buscar

ACTA No. 6			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: SUSTENTACIÓN DE PROYECTO PRODUCTIVO – APRENDIZ JULIO ANDRES RUIZ MOSQUERA			
CIUDAD Y FECHA:	24 DE ABRIL DE 2026	**HORA INICIO:** 09:00 AM	**HORA FIN:** 10:30 AM
LUGAR Y/O ENLACE:	Ambiente 303	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	

AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR:

1. Presentación de asistentes
2. Sustentación por parte del Aprendiz
3. Preguntas por parte del equipo evaluador y asistentes
4. Conclusiones y recomendaciones generales

OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN:

Llevar a cabo la reunión de Sustentación del proyecto productivo del aprendiz Julio Andrés Ruiz Mosquera del grupo 2932437 del programa DIESEÑO E INTEGRACIÓN DE AUTOMATISMOS MECATRÓNICOS, con el fin de dar por concluida su etapa productiva.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Asistentes a la reunión:

- Alba Isabel López, líder de etapa productiva
- Milcon Montenegro, instructor de etapa productiva
- Johan Alfonso, instructor de etapa productiva
- Estefania Suarez, instructora de etapa productiva
- William Vargas, instructor técnico

1. La sesión inicio con la presentación de los participantes, se brindan las indicaciones de cómo se va a desarrollar la jornada y la autorización para toma de registro fotográfico durante la sustentación. A la presentación del proyecto también participan como asistentes, aprendices del grupo 3171218.

Los jurados se establecieron de la siguiente manera:

- Alba Isabel López, jurado de etapa productiva
- Milcon Montenegro, jurado de proyecto productivo
- Johan Alfonso, jurado técnico
- William Vargas, instructor técnico de acompañamiento al proyecto

Los datos del aprendiz que realizará la sustentación son los siguientes:

NOMBRE	TIPO Y NÚMERO DE DOCUMENTO	GRUPO	PROGRAMA
Julio Andrés Ruiz Mosquera	CC 1026255947	2932437	Diseño e Integración de Automatismos Mecatrónicos

2. El aprendiz realiza la sustentación del proyecto productivo, el cual consta de una idea de negocio denominada “Diseño y construcción de Router CNC de 3 ejes”.
   El proyecto consistió en el diseño de una maquina que presta servicios de corte, ruteado y fabricación de moldes en materiales como madera, aluminio y aceros.

   El aprendiz presenta las fases en que se desarrolló su proyecto (Etapa 1: diseño mecánico. Etapa 2: diseño eléctrico y electrónico. Etapa 3: Configuración de software). Presenta imágenes de los prototipos y el resultado final de la máquina. Adicionalmente menciona que los costos de la elaboración fueron de aproximadamente $12.000.000 y va a ser vendida a una empresa dedicada a la fabricación de productos en madera en un costo aproximado de $27.000.000.

3. Seguido a la sustentación, se realizan preguntas por parte de los jurados, a las cuales el aprendiz responde de manera satisfactoria.
   La retroalimentación de los jurados y el instructor técnico es positiva, quienes resaltan el compromiso y dedicación por parte del aprendiz con la realización de este proyecto.

4. Finalmente, el comité evaluador da un APROBADO de manera unánime, ya que el proyecto cumple a cabalidad con los estándares solicitados, está relacionado con las competencias de su programa de formación en cuanto a pertinencia, documentación

CONCLUSIONES

El aprendiz Julio Andrés Ruiz Mosquera, realizó la sustentación de su proyecto denominado “Diseño y construcción de Router CNC de 3 ejes”. Presentó cada una de las etapas donde incluía la realización del prototipo, la creación de la maquina y su puesta en marcha.

Se realizaron las respectivas preguntas por parte del jurado evaluador a las cuales el aprendiz dio respuesta en su totalidad.

Los comentarios de los jurados fueron positivos y resaltan el trabajo y compromiso del aprendiz durante todo el desarrollo del proyecto. Por otra parte, se le indica al aprendiz realizar el envío de la documentación en su totalidad al correo etapaproductivacdm@sena.edu.co, con el fin de que los instructores de etapa productiva procedan a evaluar el resultado de aprendizaje como **APROBADO**.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL

SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

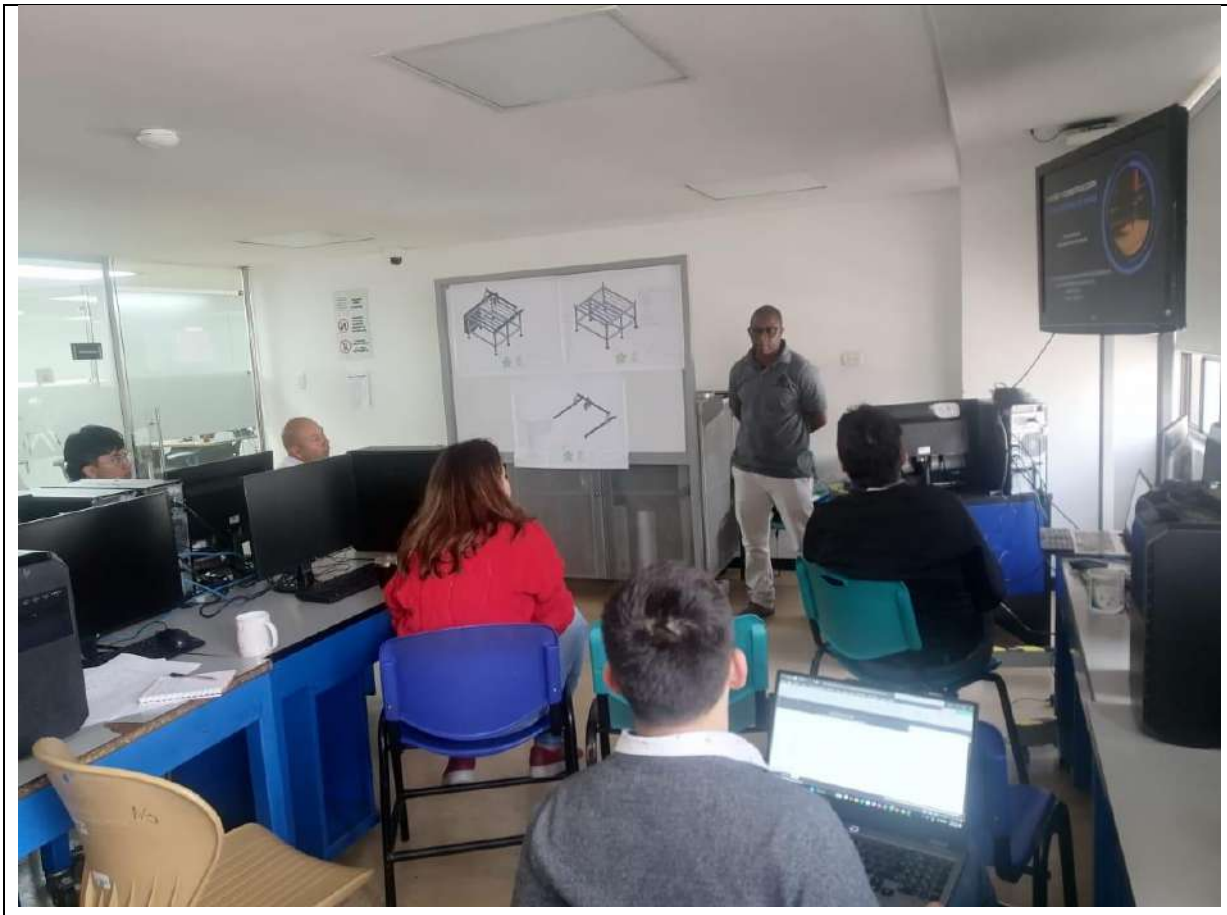
NOMBRE	DEPENDENCIA/ EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL

SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

ANEXOS








SENA
CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DE ROUTER CNC DE 3 EJES



Presentado por:
Julio Andrés Ruiz Mosquera

DISEÑO E INTEGRACIÓN DE AUTOMATISMOS MECATRÓNICOS
CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGÍA
BOGOTÁ D.C.
FICHA : 2932437

ALCANCE DEL PROYECTO

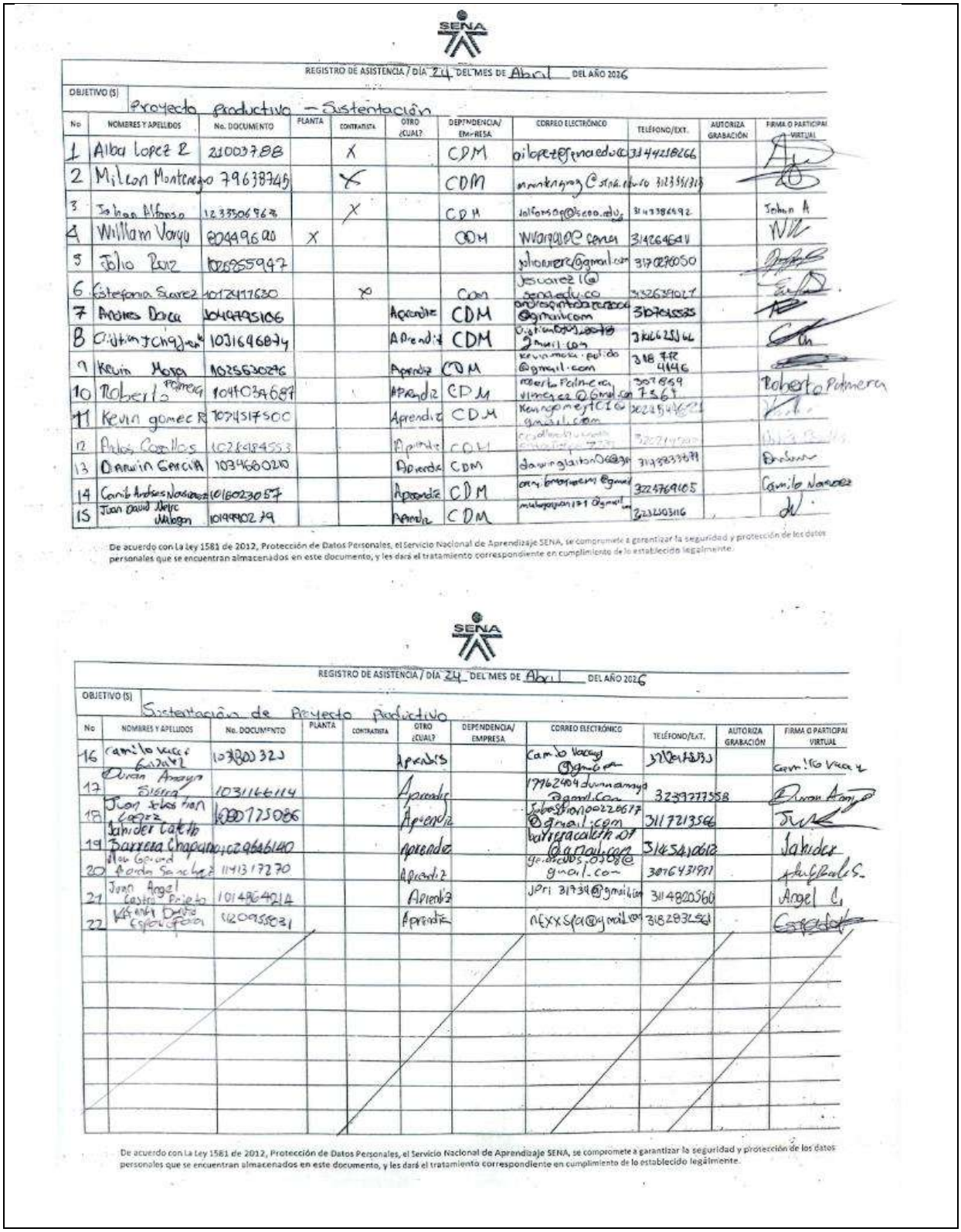
01 Diseño y contrucción de la máquina

02 3 ejes (X, Y, Z)

03 Control mediante Mach3

04 Uso en materiales de baja y media dureza





REGISTRO DE ASISTENCIA / DÍA 24 DEL MES DE Abril DEL AÑO 2026

OBJETIVO (S): Proyecto productivo – Sistentación

No	NOMBRES Y APELLIDOS	No. DOCUMENTO	PLANTA	CONTRATISTA	OTRO ¿CUAL?	DEPENDENCIA/ EMPRESA	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/EXT.	AUTORIZA GRABACIÓN	FIRMA O PARTICIPAI VIRTUAL
1	Alba lopez R	21003788		X		CDM	albalopez@senaedu.co	3144218266		
2	Milcon Montenegro	79638745		X		CDM	montenegro@sena.edu.co	3123911313		
3	Johan Alfonso	1233506968		X		CDM	johanalfonso@senaedu.co	3143864992		Johan A
4	William Vargas	80449680	X			CDM	WVargas@senaedu.co	3142646411		
5	Julio Ruiz	1065855947					julioruiz@gmail.com	3172290050		
6	Estefania Suarez	1072477620		X		Cdm	Jesuarez1@senaedu.co	3126391027		
7	Andres Daza	1049795106			Aprendiz	CDM	andresdazaforero@gmail.com	3107455535		
8	Cristian Chaparro	1031696874			Aprendiz	CDM	[illegible]@gmail.com	3186251462		
9	Kevin Mora	1025530246			Aprendiz	CDM	kevinmora.pulido@gmail.com	318 748 4446		
10	Roberto Primera	1041034687			Aprendiz	CDM	roberto.primera.vimeras2@gmail.com	3017859 7367		Roberto Primera
11	Kevin gomez R	1074517500			Aprendiz	CDM	Kevingomez1CIC@gmail.com	3224946421		
12	Andres Casallas	1022484553			Aprendiz	CDM	[illegible]	3207147320		
13	Darwin Garcia	1034680210			Aprendiz	CDM	darwingiraldo26@gmail.com	3143833671		Darwin
14	Camilo Andres Narvaez	1018023057			Aprendiz	CDM	camilonarvaez1@gmail.com	3224769105		Camilo Narvaez
15	Juan David Mejia Milagon	1019490279			Aprendiz	CDM	mejiamilagon1@gmail.com	3223503116		

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

REGISTRO DE ASISTENCIA / DÍA 24 DEL MES DE Abril DEL AÑO 2026

OBJETIVO (S): Sistentación de Proyecto Productivo

No	NOMBRES Y APELLIDOS	No. DOCUMENTO	PLANTA	CONTRATISTA	OTRO ¿CUAL?	DEPENDENCIA/ EMPRESA	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/EXT.	AUTORIZA GRABACIÓN	FIRMA O PARTICIPAI VIRTUAL
16	camilo vacca Garzon	1073800320			Aprendiz		Camilo Vacca@gmail.com	3126478830		camilo Vacca
17	Duvan Amaya Sierra	1031166114			Aprendiz		17762404duvanamaya@gmail.com	3239777558		Duvan Amaya
18	Juan Sebastian Lopez	1000775086			Aprendiz		Sebastian00220617@gmail.com	3117213566		Juan
19	Jahider Cotto Barrera Chaparro	1129646140			Aprendiz		barrerachaparro1@gmail.com	3145410612		Jahider
20	Jhon Edward Acosta Sanchez	1143137270			Aprendiz		[illegible]@gmail.com	3076431931		
21	Juan Angel Castro Prieto	1014964214			Aprendiz		JPri 31934@gmail.com	3114820560		Angel C.
22	Yeferson David Espitia Cano	1120955831			Aprendiz		[illegible]	3182836563		

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

ACTA No. 7			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: SOCIALIZACIÓN DE PROYECTO PRODUCTIVO - APRENDIZ JEISON ALEXIS RODRÍGUEZ			
CIUDAD Y FECHA:	28 DE ABRIL DE 2026	**HORA INICIO:** 8:00 AM	**HORA FIN:** 10:30 AM
LUGAR Y/O ENLACE:	https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NTA2Mzk5ZDUtM2M2MC00N2MxLWIzYjctNGFlYmVlYWRmMGZi%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%227e7909b0-73f5-4ade-8a9b-bb2253ae8941%22%7d	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	

AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR:

1. Presentación de asistentes
2. Sustentación por parte del Aprendiz
3. Preguntas por parte del equipo evaluador y asistentes
4. Conclusiones y recomendaciones generales

OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN:

Llevar a cabo la reunión de Sustentación del proyecto productivo del aprendiz Jeison Alexis Rodríguez Angarita del grupo del programa ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SOFTWARE, con el fin de dar por concluida su etapa productiva.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Asistentes a la reunión:

- ✓ José Ricardo Pérez Camargo, Subdirector (E) del centro de Diseño y Metrología
- ✓ Edgar Gelves, Coordinador Académico
- ✓ Alba Isabel López, líder de etapa productiva
- ✓ Milcon Montenegro, instructor de etapa productiva
- ✓ Johan Alfonso, instructor de etapa productiva
- ✓ Jaime Torres, instructor de etapa productiva
- ✓ Diana Higuera, líder de bienestar al aprendiz

La sesión inició con la presentación de los participantes. Posteriormente, se brindaron las indicaciones sobre el desarrollo de la jornada y se solicitó la autorización para iniciar la grabación de la sustentación.

Los datos del aprendiz que realizará la sustentación son los siguientes:

NOMBRE	TIPO Y NÚMERO DE DOCUMENTO	GRUPO	PROGRAMA
Jeison Alexis Rodríguez Angarita	CC 1005236073	2758284	Análisis y Desarrollo de Software

2. El aprendiz realizó la socialización de su proyecto productivo, el cual corresponde a una iniciativa con enfoque de I+D+i denominada **"Chatbot Asistente Administrativo Virtual del SENA"**, orientada por el instructor de seguimiento a etapa productiva, Milcon Montenegro.
De acuerdo a lo presentado por el aprendiz, se trata de un software que busca facilitar la obtención de información institucional administrativa de manera más rápida y clara dentro de las instalaciones del Sena.

De acuerdo con lo expuesto, el proyecto consiste en el desarrollo de un software que busca facilitar el acceso a la información administrativa institucional de manera ágil, clara y centralizada dentro de las instalaciones del SENA especialmente de lo relacionado con el Centro de Diseño y Metrología, consolidando la información oficial en un solo canal.

Durante la sustentación, el aprendiz presentó:

- Las necesidades identificadas
- El proceso de desarrollo del software
- El manejo de preguntas frecuentes
- Los alcances que puede llegar a tener el chatbot

Posteriormente, el jurado evaluador formuló preguntas, las cuales fueron atendidas por el aprendiz. El subdirector enfatizó la importancia de que el acceso al chatbot no tenga costo para los usuarios, teniendo en cuenta que todos los servicios del SENA son gratuitos.
Así mismo, se planteó la posibilidad de realizar pruebas piloto a través del blog del centro de formación y se discutieron aspectos específicos relacionados con la funcionalidad del chatbot.
Por su parte, Diana Higuera y el subdirector mencionaron la posibilidad de incorporar un módulo de habilidades blandas en el chatbot, con el fin de mejorar la comunicación mediante respuestas más efectivas. Esto permitiría contribuir a la prevención de la deserción de aprendices y facilitar la identificación de sus causas.

El coordinador académico Edgar Gelves, señaló que actualmente existe un software de alertas tempranas que cumple funciones relacionadas; sin embargo, está pendiente la revisión de aspectos de costos para su implementación. Finalmente, se concluyó que existe la posibilidad de articular el chatbot con dicho software de alertas tempranas, quedó la propuesta de hacer pruebas en el espacio del blog y el subdirector manifestó su interés en que Tenoparque tuviera conocimiento del proyecto para que se pudieran articular con el aprendiz.

CONCLUSIONES

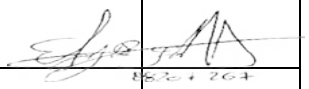
- ✓ El proyecto "Chatbot Asistente Administrativo Virtual del SENA" se reconoce como una iniciativa pertinente que contribuye a optimizar el acceso a la información institucional, especialmente en el Centro de Diseño y Metrología.
- ✓ Se destacó la importancia de garantizar que el chatbot sea de acceso gratuito, en concordancia con la política de gratuidad de los servicios del SENA.
- ✓ Se dejó la propuesta de la realización de pruebas piloto del chatbot a través del blog del centro de formación, con el fin de evaluar su funcionamiento y pertinencia en un entorno real.
- ✓ Se concluyó que el chatbot podría articularse con el software de alertas tempranas existente, lo que permitiría ampliar su funcionalidad y alcance; no obstante, se requiere revisar previamente los aspectos relacionados con costos para su implementación.
- ✓ El subdirector manifestó su interés en socializar el proyecto con Tecnoparque, con el propósito de explorar posibles articulaciones que fortalezcan su desarrollo e implementación.

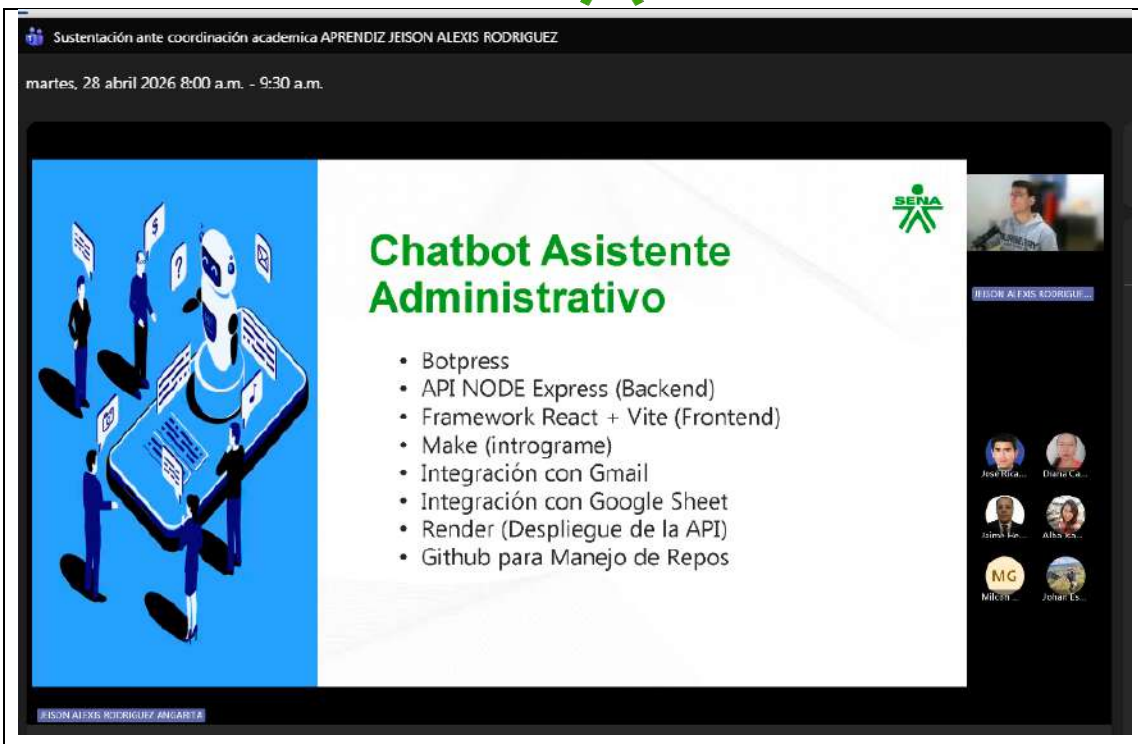
ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

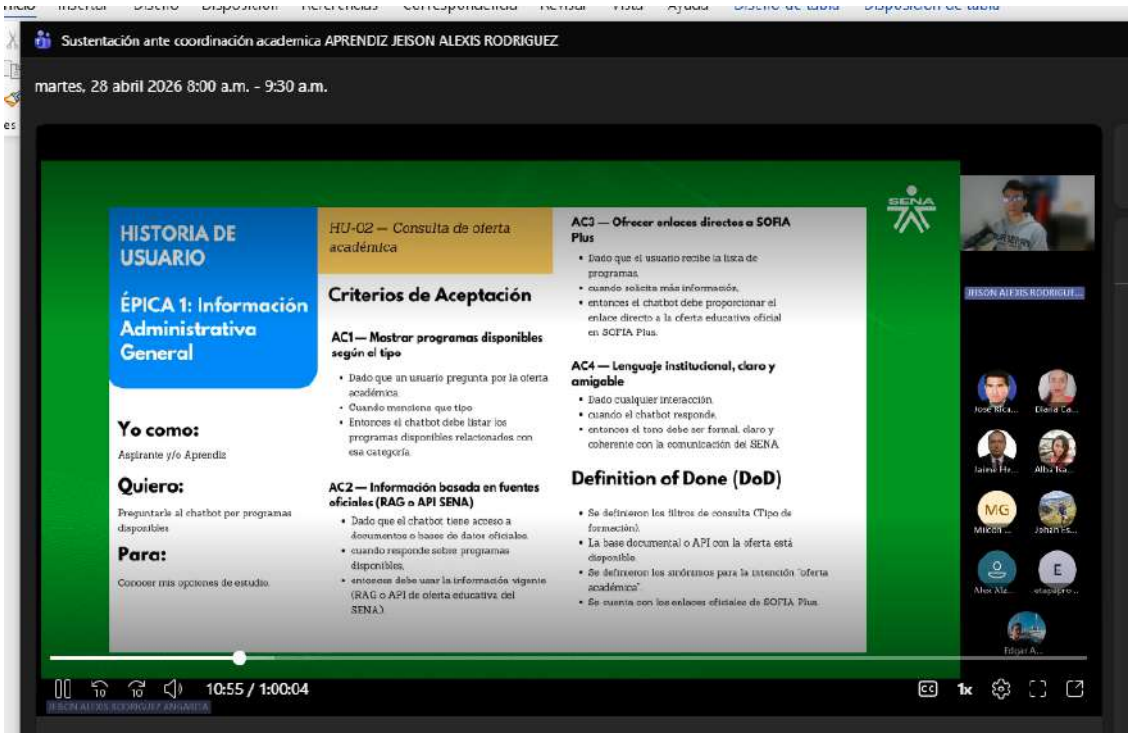
ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Realización de acta	Abril de 2026	Estefania Suarez	

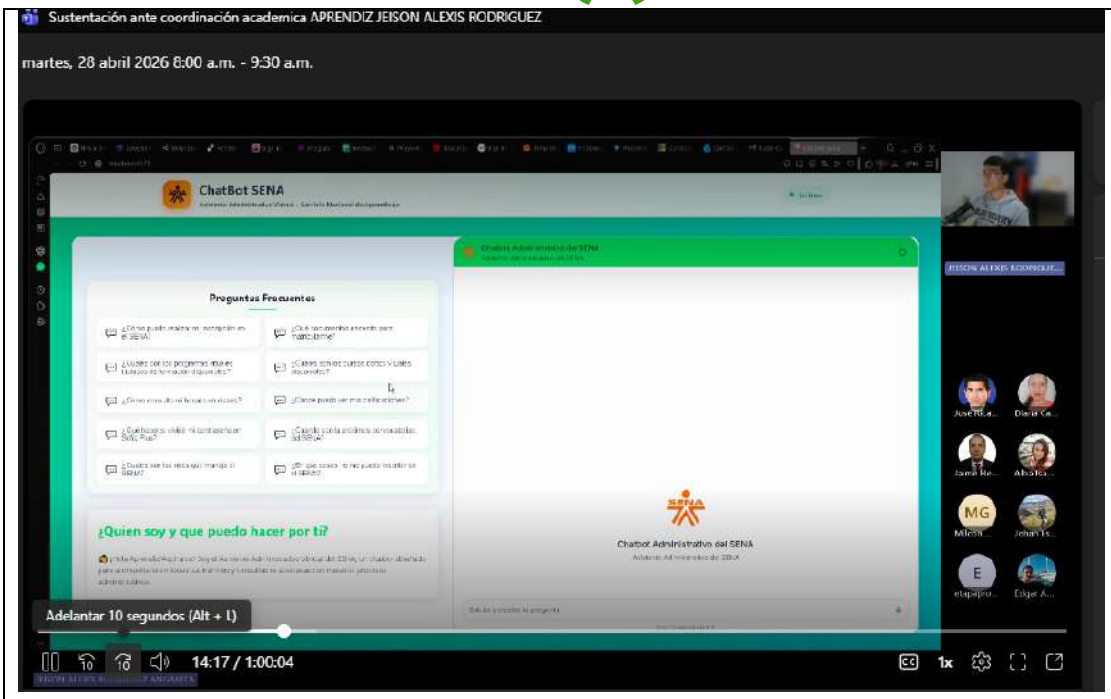
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

NOMBRE	DEPENDENCIA/ EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
José Ricardo Pérez Camargo	Subdirector (E) del centro de Diseño y Metrología			
Edgar Gelves	Coordinador Académico			
Alba Isabel López	líder de etapa productiva			
Milcon Montenegro	instructor de etapa productiva			
Johan Alfonso	instructor de etapa productiva			
Jaime Torres	instructor de etapa productiva			
Diana Higuera	líder de bienestar al aprendiz			
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA				
De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.				
ANEXOS				


Sustentación ante coordinación academica APRENDIZ JEISON ALEXIS RODRIGUEZ
martes, 28 abril 2026 8:00 a.m. - 9:30 a.m.
Chatbot Asistente Administrativo
• Botpress
• API NODE Express (Backend)
• Framework React + Vite (Frontend)
• Make (intrograme)
• Integración con Gmail
• Integración con Google Sheet
• Render (Despliegue de la API)
• Github para Manejo de Repos


Sustentación ante coordinación academica APRENDIZ JEISON ALEXIS RODRIGUEZ
martes, 28 abril 2026 8:00 a.m. - 9:30 a.m.
HISTORIA DE USUARIO
ÉPICA 1: Información Administrativa General
Yo como:
Aspirante y/o Aprendiz
Quiero:
Preguntarle al chatbot por programas disponibles
Para:
Conocer mis opciones de estudio.
HU-02 — Consulta de oferta académica
Criterios de Aceptación
AC1 — Mostrar programas disponibles según el tipo
• Dado que un usuario pregunta por la oferta académica
• Cuando menciona que tipo
• Entonces el chatbot debe listar los programas disponibles relacionados con esa categoría.
AC2 — Información basada en fuentes oficiales (RAG o API SENA)
• Dado que el chatbot tiene acceso a documentos o bases de datos oficiales.
• cuando responde sobre programas disponibles,
• entonces debe usar la información vigente (RAG o API de oferta educativa del SENA)
AC3 — Ofrecer enlaces directos a SOFIA Plus
• Dado que el usuario recibe la lista de programas
• cuando solicita más información,
• entonces el chatbot debe proporcionar el enlace directo a la oferta educativa oficial en SOFIA Plus.
AC4 — Lenguaje institucional, claro y amigable
• Dado cualquier interacción
• cuando el chatbot responde,
• entonces el tono debe ser formal, claro y coherente con la comunicación del SENA
Definition of Done (DoD)
• Se definieron los filtros de consulta (Tipo de formación).
• La base documental o API con la oferta está disponible
• Se definieron los sinónimos para la intención "oferta académica"
• Se cuenta con los enlaces oficiales de SOFIA Plus
10:55 / 1:00:04
1x


Sustentación ante coordinación academica APRENDIZ JEISON ALEXIS RODRIGUEZ
martes, 28 abril 2026 8:00 a.m. - 9:30 a.m.
ChatBot SENA
Preguntas Frecuentes
¿Quien soy y que puedo hacer por ti?
Chatbot Administrativo del SENA
Adelantar 10 segundos (Alt + I)
14:17 / 1:00:04
1x


SENA

ACTA No. 8			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: VISITA DE CASO ESPECIAL – APRENDIZ BRAYAN FELIPE VELANDIA G.			
CIUDAD Y FECHA:	05 DE MAYO DE 2026	**HORA INICIO:** 10:00 AM	**HORA FIN:** 11:00 AM
LUGAR Y/O ENLACE:	**https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_ZWVkNGE1NTItYzgyZi00Nzk2LWEzY2QtNjM4MzI5OGI4NmNi%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%222f6c659e-a4ff-436f-ac79-b9de04802fba%22%7d**	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	

AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR:

1. Saludo
2. Confirmación de asistencia y solicitud autorización grabación
3. Descargo de los hechos por parte del empresario
4. Descargo de los hechos por parte del aprendiz
5. Análisis del caso
6. Compromisos y conclusiones

OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN:

Realizar visita de seguimiento del caso especial del aprendiz Brayan Felipe Velandia Goyenche, identificado con cédula de ciudadanía 1015469706 del programa Tecnólogo En Diseño E Integración De Automatismos Mecatrónico, del grupo 3064242, con el propósito de abordar la situación reportada por la empresa en relación a dificultades presentadas durante el desarrollo de su etapa productiva, y desarrollar el momento 1 del formato GFPI-F023.Planeación Seguimiento y evaluación de la Etapa Productiva.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Asistentes a la reunión:

- ✓ Alba Isabel López, líder de etapa productiva
- ✓ Johan Alfonso, Instructor de etapa productiva técnico.
- ✓ Julián Rodríguez, Instructor de etapa productiva
- ✓ Estefania Suarez, Instructora de etapa productiva
- ✓ Marta Martínez, Gerente de la empresa Simat
- ✓ Carmen Casas, Coordinadora Administrativa de la empresa Simat
- ✓ Juan Pablo Rodríguez, Director de Proyectos de la empresa Simat

- ✓ Brayan Velandia, Técnico de Soporte de la empresa Simat

La sesión inició con la presentación de los participantes. Posteriormente, se brindaron las indicaciones sobre el desarrollo de la jornada y se solicitó la autorización para iniciar la grabación de la visita de caso especial. Los datos del aprendiz que realizará la sustentación son los siguientes:

NOMBRE	TIPO Y NÚMERO DE DOCUMENTO	GRUPO	PROGRAMA
Brayan Felipe Velandia Goyenche	CC 1015469706	3064242	TECNÓLOGO EN DISEÑO E INTEGRACIÓN DE AUTOMATISMOS MECATRÓNICO

El ente coformador corresponde a la empresa Simat Colombia, donde el aprendiz se encuentra desarrollando su contrato de aprendizaje (Fecha de Inicio 17/02/2026 fecha fin 14/10/2026). La intervención es iniciada por la señora Carmen Casas, quien manifiesta que la situación presentada corresponde a ausencias y llegadas tardías por parte del aprendiz. Señala que en una ocasión el aprendiz no se presentó en el horario habitual, llegó tarde y no presentó justificación válida. Asimismo, indica que se realizó un llamado de atención por parte de la empresa, pero que se desconoce el procedimiento a seguir en estos casos, dado que se trata de un aprendiz. "*el 28 de abril, el aprendiz debía presentarse en su lugar de trabajo a las 8:00 a.m. Sin embargo, a las 8:45 a.m., al evidenciar su inasistencia, se procedió a contactarlo, momento en el cual informó que apenas se encontraba saliendo de su lugar de residencia. Asimismo, manifestó que no había reportado oportunamente su novedad, argumentando que no contaba con una justificación, indicando además que el día anterior había permanecido hasta altas horas de la noche realizando trabajos, lo que ocasionó su retraso*."

Por su parte, el aprendiz reconoce haber llegado tarde, por la cual recibió un llamado de atención; sin embargo, manifiesta que dicha situación no se ha vuelto a presentar y que desde entonces ha cumplido con el horario establecido por la empresa.

La ingeniera Alba interviene indicando que, en el marco de la nueva reforma laboral, el contrato se establece entre la empresa y el aprendiz, por lo cual éste debe dar cumplimiento a lo pactado. Asimismo, precisa que al aprendiz le es aplicable lo establecido en el Código Sustantivo del Trabajo. En este sentido, menciona y explica la siguiente normativa:

- Ley 2466 de 2025

- Decreto 0223 de 2026, **ARTÍCULO 2.2.6.3.1.8. OBLIGACIONES DEL ESTUDIANTE.** Corresponde a los estudiantes como practicantes laborales:
- Procurar el cuidado integral de su salud en el desarrollo de las prácticas
- laborales.
- Presentar al inicio de la actividad formativa, un plan de práctica laboral que debe ser aprobado por el tutor y el monitor.
- 3.Cumplir con el horario de la práctica laboral asignado para su desarrollo conforme a lo acordado con el tutor, el monitor de práctica y lo dispuesto en los artículos 2.2.6.3.1.4. y 2.2.6.3.1.5. del presente decreto.
- Cumplir con las actividades, compromisos y condiciones acordados para el desarrollo de la práctica laboral, conforme al plan de práctica.
- Realizar un uso adecuado de los elementos entregados para el desarrollo de la práctica laboral, mismos que deberá entregar a la fecha de terminación de la actividad formativa.
- Mantener estricta confidencialidad sobre la información que le sea entregada o conozca en el desarrolla de la práctica laboral.
- Informar a la Institución Educativa y al escenario de práctica, cualquier situación de la que tenga conocimiento y pudiera afectar el desempeño de sus actividades formativas de práctica. Este informe debe realizarse tan pronto coma sea identificada dicha situación.
- Para las contratos de aprendizaje en fase práctica, las demás que se encuentren contempladas en el Reglamento interno de Trabajo de cada empresa patrocinadora o cualquier otra fuente formal de aplicación obligatoria del Derecho del Trabajo. En el caso de la vinculación formativa, los demás que se contemplen en el reglamento de prácticas adoptado por el escenario de práctica o aquellos que sean pactados por las partes. En ambos casos se deberán considerar los elementos esenciales de las prácticas laborales.
- Acuerdo 009 de 2024
- Reglamento interno de la empresa

Posteriormente, se procede a desarrollar el Momento 1 de la visita de seguimiento, correspondiente al formato GFPI-F023 Planeación, Seguimiento y Evaluación, cuyo diligenciamiento es liderado por el instructor Johan Alfonso, en compañía del señor Juan Pablo Rodríguez, quien actúa como representante del ente coformador.

Finalmente, se le recuerda al aprendiz que es responsable de su proceso durante el desarrollo de la etapa productiva y que debe dar cumplimiento con las obligaciones establecidas en su contrato de aprendizaje con la empresa, así como con los deberes que le corresponden como

aprendiz SENA. Se recomienda realizar la siguiente visita de seguimiento en 1 mes y se establece el plazo para la entrega de documentación pendiente por parte del aprendiz, para el día jueves 7 de mayo.

CONCLUSIONES

- ✓ Durante la visita de seguimiento se logró identificar la situación presentada entre el aprendiz y el ente co-formador, relacionada con una novedad de puntualidad que generó un llamado de atención por parte de la empresa.
- ✓ El aprendiz reconoce la situación ocurrida y manifiesta haber corregido su comportamiento, evidenciando cumplimiento en el horario laboral con posterioridad al hecho reportado.
- ✓ Se brindó orientación tanto al aprendiz como al ente co-formador frente a la normatividad vigente aplicable al contrato de aprendizaje, así como los procedimientos a seguir ante este tipo de situaciones.
- ✓ Se desarrolló el Momento 1 del formato F023 Planeación, Seguimiento y Evaluación Etapa Productiva, dejando registro formal del seguimiento realizado y de los aspectos tratados durante la visita.
- ✓ Se resalta la importancia del cumplimiento de las obligaciones por parte del aprendiz y del adecuado acompañamiento del ente co-formador, con el fin de garantizar el buen desarrollo de la etapa productiva y establece como plazo para la entrega de documentación por parte del aprendiz, para el día jueves 7 de mayo.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

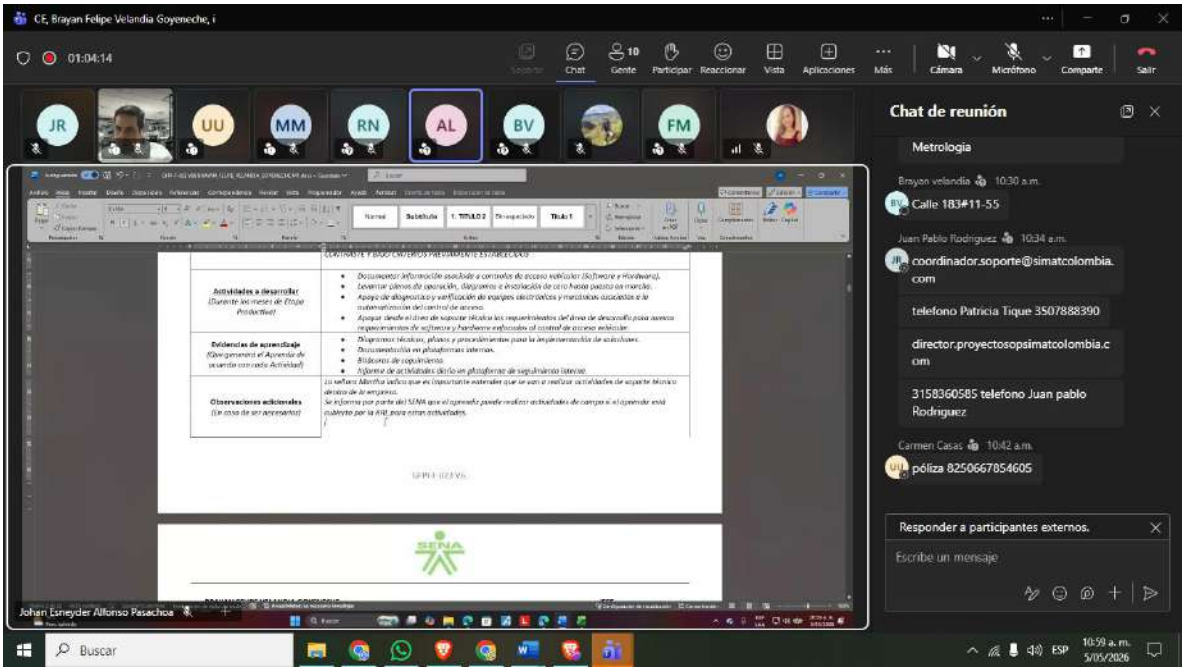
ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Realización de acta	Mayo de 2026	Estefania Suarez	
Realizar un nuevo seguimiento a la etapa productiva en mayo 2026.	Mayo 2026	Instructores de Seguimiento	
El Aprendiz se compromete a cumplir con el horario laboral pactado con el empresario, entrega de bitácoras cada 15 días.	Periodo de ejecución de la etapa productiva.	Brayan Felipe Velandia	

DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES				
NOMBRE	**DEPENDENCIA/ EMPRESA**	**APRUEBA (SI/NO)**	**OBSERVACIÓN**	**FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL**
Marta Martinez	Gerente de la empresa Simat			
Carmen Casas	Coordinadora Administrativa de la empresa Simat			
Juan Pablo Rodríguez	Director de Proyectos de la empresa Simat			
Brayan Velandia	Técnico de Soporte de la empresa Simat			
Alba Isabel López	Líder de etapa productiva			
Johan Alfonso	Instructor de etapa productiva			
Julián Rodriguez	Instructor de etapa productiva			
Estefania Suarez	Instructora de etapa productiva			

SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

ANEXOS







Outlook

RE: Urgente solicitud de información

Desde Hedson Alejandro Rodriguez Garcia <harodriguez@sena.edu.co>
Fecha Jue 30/04/2026 5:04 PM
Para Alba Isabel Lopez Rubiano <ailopez@sena.edu.co>; etapaproductivacdm <etapaproductivacdm@sena4.onmicrosoft.com>
CC Martha Martinez <martha.martinez@simatcolombia.com>; Carmen Casas <asistente.administrativa@simatcolombia.com>; Elizabeth Ortiz <administracion@simatcolombia.com>; Edgar Aurelio Gelves Albarracin <egelvesa@sena.edu.co>; coordinacionacademicacdm <coordinacionacademicacdm@sena.edu.co>

Buenas tardes, Ingeniera Alba.

Remito el correo anterior para su revisión, en el que la empresa **SOLUCIONES INTEGRALES DE MOVILIDAD, ACCESO Y TRAFICO S.A.S. - SIM@T S.A.S**., reporta novedades del aprendiz, **BRAYAN FELIPE VELANDIA GOYENECHE**, identificado con cédula de ciudadanía No.**1015469706.**

Datos académicos

Regional: REGIONAL DISTRITO CAPITAL	
Centro de formación: CENTRO DE DISEÑO METROLOGIA Y CALIDAD	
Especialidad: TECNOLOGO EN DISEÑO E INTEGRACION DE AUTOMATISMOS MECATRONICOS	
Estado: Contratado	
Ficha: 3064242	**NIS:** 23473225
Inicio lectiva: 15/10/2024	**Fin lectiva:** 15/04/2026
Inicio productiva: 16/04/2026	**Fin productiva:** 14/10/2026
¿Es ampliación de cobertura?	**Ciudad de formación:**

Cordialmente,

De: Elizabeth Ortiz <administracion@simatcolombia.com>
Enviado: martes, 28 de abril de 2026 12:56
Para: Hedson Alejandro Rodriguez Garcia <harodriguez@sena.edu.co>
Cc: Martha Martinez <martha.martinez@simatcolombia.com>; Carmen Casas <asistente.administrativa@simatcolombia.com>
Asunto: Urgente solicitud de información

No suele recibir correo electrónico de administracion@simatcolombia.com. Por qué es esto importante

Sr. Hedson Alejandro Rodriguez Garcia: Reciba cordial saludo, la presente tiene como fin solicitar su colaboración ya que en nuestra empresa tenemos un aprendiz del sena, envío los datos de su contrato de aprendizaje.

DATOS DEL CONTRATO DE APRENDIZAJE	
EMPRESA PATROCINADORA	SOLUCIONES INTEGRALES DE MOVILIDAD ACCESO Y TRÁFICO
NIT	901094828-2
DIRECCIÓN	CARRERA 58 No128B-25
TELÉFONO	3174392602
REPRESENTANTE LEGAL	RODRIGO JARAMILLO
CARGO	GERENTE DE INNOVACION Y TECNOLOGÍA
CÉDULA No.	

NOMBRE APRENDIZ	BRAYAN FELIPE VELANDIA GOYENECHE
CÉDULA O TARJETA IDENTIDAD[1]	1015469706
FECHA NACIMIENTO	03/03/1997
DIRECCIÓN	Carrera7c#182-27
TELÉFONO	3246394767
CORREO ELECTRÓNICO	brayanvelandia092@gmail.com
ESTRATO	3
FECHA INICIACIÓN CONTRATO	17/02/2026
FECHA TERMINACIÓN CONTRATO	14/10/2026
ESPECIALIDAD O PROGRAMA DE FORMACIÓN	TECNOLOGO EN DISEÑO E INTEGRACIÓN DE AUTOMATISMOS MECATRONICOS
No. DE GRUPO (antes conocida como ficha)	3064242
EPS DEL APRENDIZ	ALIANSALUD
ARL DEL APRENDIZ	SEGUROS BOLIVAR
AFP DEL APRENDIZ (cuando se tenga al momento de la afiliación)	PORVENIR
FONDO DE CESANTÍAS DEL APRENDIZ	PORVENIR

INSTITUCIÓN DE FORMACIÓN:	SENA
NIT:	799.999.034-1
SI ES SENA: CENTRO DE FORMACIÓN	CENTRO CE FORMACIÓN DE DISEÑO METROLOGIA Y CALIDAD

En la fecha de hoy, el aprendiz debía presentarse en su lugar de trabajo a las 8:00 a.m. Sin embargo, a las 8:45 a.m., al evidenciar su inasistencia, se procedió a contactarlo, momento en el cual informó que apenas se encontraba saliendo de su lugar de residencia. Asimismo, manifestó que no había reportado oportunamente su novedad, argumentando que no contaba con una justificación, indicando además que el día anterior había permanecido hasta altas horas de la noche realizando trabajos, lo que ocasionó su retraso.

Se deja constancia de que el aprendiz registró su ingreso a las 10:26 a.m.

Quisiera saber cual es el proceso que se hace desde el sena cuando se tiene un incidente de estos.
Ya que es la primera vez que sucede con un aprendiz
Cabe recalcar que se realizo un llamado de atención por escrito

Agradezco de antemano la colaboración y quedó atenta a respuesta.

Cordialmente

Elizabeth Ortiz
Lider Administrativo
+57 601 745 6889 EXT 3000
+57 317 439 2602
administracion@simatcolombia.com
https://www.simatcolombia.com
crr 58 128 b 25 Barrio las Villas
Bogotá Colombia
SIMAT
SOLUCIONES INTEGRALES DE MOVILIDAD, ACCESO Y TRÁFICO.

Hedson Alejandro Rodriguez Garcia
Centro De Dise&#65533;o Y Metrologia - Complejo Paloquema - Contratista
harodriguez@sena.edu.co
3012595801
Carrera 31 No 14-20
www.sena.edu.co
@SENAcomunica

Este mensaje y cualquier archivo adjunto pueden contener información pública clasificada y/o reservada bajo custodia o propiedad del SENA, destinada exclusivamente a su(s) destinatario(s). Dicha información debe ser utilizada únicamente para la finalidad con la que fue enviada y en cumplimiento de la normativa aplicable.

Si usted no es el destinatario autorizado o ha recibido este mensaje por error, le solicitamos que omita su contenido, informe de inmediato al remitente por correo electrónico con copia a servicioalciudadano@sena.edu.co y elimine el mensaje. La retención, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibida y puede acarrear sanciones legales.

Para más información, consulte nuestras Políticas de Seguridad y Privacidad de la Información y las Políticas de Tratamiento para la Protección de Datos Personales, disponibles en el sitio web del SENA.

ACTA No. 9			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: VISITA DE CASO ESPECIAL – APRENDIZ RAFAEL RICARDO CASTILLO			
CIUDAD Y FECHA:	BOGOTÁ, 05 DE MAYO DE 2026	**HORA INICIO:** 15:00	**HORA FIN:** 16:00
LUGAR Y/O ENLACE:	**https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MDQzMTIzMTktNmE3ZS00OGU0LTg4MjctYjBhMDcwYmQxOTRh%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%22132155d0-28bd-4861-9137-2f3a4de79358%22%7d**	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	

AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR:

1. Saludo
2. Confirmación de asistencia y solicitud autorización grabación
3. Descargo de los hechos por parte del empresario
4. Descargo de los hechos por parte del aprendiz
5. Análisis del caso
6. Compromisos y conclusiones

OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN:

Realizar visita de seguimiento del caso especial del aprendiz Rafael Ricardo Castillo Gallego, identificado con cédula de ciudadanía 1023866601 del programa Tecnólogo En Diseño E Integración de Automatismos Mecatrónicos, del grupo 2932420, con el propósito de abordar la situación reportada por la empresa en relación a dificultades presentadas durante el desarrollo de su etapa productiva, y desarrollar el momento 2(Planeación) del formato GFPI-F023 Planeación Seguimiento y Evaluación Etapa Productiva.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Asistentes a la reunión:

- ✓ Alba Isabel López, líder de etapa productiva
- ✓ Johan Alfonso, instructor de etapa productiva
- ✓ Estefania Suarez, instructora de etapa productiva
- ✓ Alejandro Rodríguez, Líder de contrato de aprendizaje
- ✓ Alberto Muñoz, jefe de mantenimiento de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. – jefe directo

- ✓ Luis Francisco Orduz, Gerente comercial de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
- ✓ Katherine Cuervo, Coordinadora de Talento Humano de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

NOMBRE	TIPO Y NÚMERO DE DOCUMENTO	GRUPO	PROGRAMA
Rafael Ricardo Castillo Gallego	CC 1023866601	2932420	Tecnólogo En Diseño E Integración de Automatismos Mecatrónicos

La sesión inició con la presentación de los participantes. Posteriormente, se brindaron las indicaciones sobre el desarrollo de la jornada y se solicitó la autorización para iniciar la grabación de la visita de caso especial. Los datos del aprendiz son los siguientes:

El ente coformador corresponde a la empresa ROCHA Y LONDOÑO S.A.S., donde el aprendiz se encuentra desarrollando su contrato de aprendizaje (Inicio 01/11/2024 Fin 18/07/2026) La intervención es iniciada por la ingeniera Alba López, quien informa que este espacio se desarrolla a partir del reporte enviado por la empresa vía correo electrónico, en el cual se notifica un incumplimiento por parte del aprendiz que derivó en la suspensión de su contrato de aprendizaje por un periodo de 4 días.

Descargos de la empresa:

Interviene la señora Katherine Cuervo, coordinadora de Talento Humano, quien manifiesta que la empresa inició un proceso disciplinario el día 16 de abril, debido a que el aprendiz se ausentó durante toda la jornada de la mañana sin presentar justificación previa. Señala que la empresa lo contactó vía telefónica y el aprendiz manifestó haber tenido un inconveniente con su jefe inmediato el día anterior, razón por la cual no se sentía en condiciones de asistir. Posteriormente, se le indicó que debía presentarse ese mismo día en horas de la tarde, registrando ingreso a la 1:21 p.m. Asimismo, informa que se realizó citación a descargos para el día 22 de abril; sin embargo, una vez escuchada la versión del aprendiz, la empresa consideró que no existían fundamentos válidos que justificaran la inasistencia. En consecuencia, y con base en el reglamento interno de la empresa, se determinó aplicar una suspensión del contrato por cuatro (4) días.

Adicionalmente, manifiesta que la empresa realizó el respectivo reporte en Caprendizaje y notificó la situación al equipo de etapa productiva mediante correo electrónico. Finalmente, agrega que durante el mes de febrero el aprendiz había presentado inasistencias y llegadas tarde, situaciones frente a las cuales únicamente se realizó llamado de atención.

Descargos del aprendiz:

El aprendiz reconoce y acepta las faltas mencionadas por la empresa, presenta excusas por lo ocurrido y manifiesta estar dispuesto a asumir las consecuencias derivadas de sus acciones.

Posteriormente, se realiza validación de las visitas y documentación correspondiente a la etapa productiva. Frente a ello, el aprendiz manifiesta que no programó la segunda visita debido a que se encontraba a la espera de la reunión desarrollada en la fecha del día de hoy. De igual manera, informa que no ha realizado entrega de las bitácoras correspondientes. En este sentido, se establece como compromiso la entrega de la documentación pendiente para el día **jueves 7 de mayo de 2026**.

Posteriormente, el instructor Johan Alfonso desarrolla la visita de seguimiento correspondiente al Momento 2 (planeación), en la cual se establecen aspectos por mejorar relacionados con las situaciones previamente expuestas.

Finalmente, se le recuerdan a Rafael Castillo sus responsabilidades como aprendiz SENA, las obligaciones relacionadas con la entrega de documentación de etapa productiva y los compromisos adquiridos con la empresa donde desarrolla su contrato de aprendizaje. Asimismo, se le informa que, debido a la suspensión de cuatro (4) días, la fecha de finalización de su contrato se modifica de la siguiente manera: fecha de inicio 16/01/2026 y nueva fecha de finalización 18/07/2026.

CONCLUSIONES

- ✓ Durante la reunión se realizó seguimiento al caso reportado por la empresa ROCHA Y LONDOÑO S.A.S., relacionado con incumplimientos por parte del aprendiz Rafael Ricardo Castillo Gallego durante el desarrollo de su etapa productiva.
- ✓ La empresa expuso las situaciones presentadas, evidenciando ausencias injustificadas, llegadas tarde y antecedentes de llamados de atención previos, lo que llevó al inicio de un proceso disciplinario y a la suspensión del contrato de aprendizaje por cuatro (4) días, de conformidad con el reglamento interno de la organización.
- ✓ El aprendiz reconoció las faltas señaladas por la empresa, presentó excusas y manifestó disposición para asumir las consecuencias derivadas de sus actuaciones, así como para mejorar su desempeño y cumplimiento dentro de la etapa productiva.
- ✓ Durante la validación documental se evidenció incumplimiento en la entrega de bitácoras y en la programación de la segunda visita de seguimiento, por lo cual se estableció el compromiso de realizar la entrega de la documentación pendiente en la fecha acordada.
- ✓ Se desarrolló el Momento 2 de la visita de seguimiento, en el cual se identificaron aspectos por fortalecer relacionados con la responsabilidad, el cumplimiento de

horarios, la comunicación con la empresa y las obligaciones propias del contrato de aprendizaje. ✓ Finalmente, se recordó al aprendiz la importancia de cumplir tanto con los compromisos establecidos con la empresa como con los requerimientos académicos y administrativos del SENA, informándole además la modificación de la fecha de finalización de su contrato como consecuencia de la suspensión aplicada.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
REALIZACIÓN DE ACTA	MAYO 2026	Estefania Suarez	
El aprendiz debe enviar la documentación pendiente, bitácoras el 07-05-2026	07 de mayo 2026	Rafael Ricardo Castillo	
Cumplir con los deberes y obligaciones de acuerdo con el reglamento interno de trabajo y reglamento estudiantil	Periodo de ejecución Etapa Productiva.	Rafael Ricardo Castillo	

SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

NOMBRE	DEPENDENCIA/ EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Alba Isabel López	Líder de etapa productiva			

Johan Alfonso	Instructor de etapa productiva técnico.			
Estefania Suarez	Instructora de etapa productiva			
Alejandro Rodríguez	Líder de contrato de aprendizaje			
Alberto Muñoz	jefe de mantenimiento de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. – jefe directo			
Luis Francisco Orduz	Gerente comercial de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.			
Katherine Cuervo	Coordinadora de Talento Humano de ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.			
Rafael Ricardo Castillo	Aprendiz			
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA				
De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.				
ANEXOS				

Outlook

RE: Notificación de Proceso Disciplinario – Rafael Ricardo Castillo Gallego | Aprendiz SENA

Desde Hedson Alejandro Rodriguez Garcia <harodriguez@sena.edu.co>
Fecha Mar 21/04/2026 10:01 AM
Para Alba Isabel Lopez Rubiano <ailopez@sena.edu.co>; etapaproductivacdm <etapaproductivacdm@sena4.onmicrosoft.com>
CC Talento Humano <talentohumano@rochaylondono.com>; Edgar Aurelio Gelves Albarracin <egelvesa@sena.edu.co>; coordinacionacademicacdm <coordinacionacademicacdm@sena.edu.co>

Buenas tardes, Instructora Alba:

Remito el correo anterior para su revisión, en el que la empresa Eléctricas Bogotá reporta novedades del aprendiz, SENA RAFAEL RICARDO CASTILLO GALLEGO, identificado con cédula de ciudadanía No. 1023866601 ficha 2932420.

Datos académicos

Regional: REGIONAL DISTRITO CAPITAL	
Centro de formación: CENTRO DE DISEÑO METROLOGIA Y CALIDAD	
Especialidad: TECNÓLOGO EN ASEGURAMIENTO METROLOGICO INDUSTRIAL .	
Estado: Contratado	
Ficha: 2932420	**NIS:** 19918781
Inicio lectiva: 15/04/2024	**Fin lectiva:** 15/01/2026
Inicio productiva: 16/01/2026	**Fin productiva:** 14/07/2026
¿Es ampliación de cobertura?	**Ciudad de formación:**

Cordialmente,

De: Talento Humano <talentohumano@rochaylondono.com>
Enviado: lunes, 20 de abril de 2026 15:50
Para: Hedson Alejandro Rodriguez Garcia <harodriguez@sena.edu.co>
Asunto: Notificación de Proceso Disciplinario – Rafael Ricardo Castillo Gallego | Aprendiz SENA

No suele recibir correo electrónico de talentohumano@rochaylondono.com. Por qué es esto importante

Respetado señor Alejandro Rodriguez,
Instructor SENA

Cordial saludo,

Por medio de la presente comunicación, nos permitimos informarle que el aprendiz SENA RAFAEL RICARDO CASTILLO GALLEGO, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.023.866.601, ha incurrido en presuntos incumplimientos al Reglamento Interno de Trabajo de la compañía, los cuales se describen a continuación:

- Presunto incumplimiento del **Artículo 49, Literal B)**, Faltar en el trabajo parcialmente (Mañana o Tarde) o en el turno correspondiente, sin excusa suficiente a juicio de la empresa, cuando no causa perjuicio de consideración a la empresa, implica por primera vez suspensión en el trabajo hasta por cuatro días y por segunda vez suspensión en el trabajo hasta por ocho días.

En virtud de lo anterior, y en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 2466 de 2025, artículo 7°, que modifica el artículo 115 del Código Sustantivo del Trabajo, se ha iniciado un proceso disciplinario en contra del aprendiz, conforme a la normativa laboral vigente y al Reglamento Interno de la compañía. En el marco de dicho proceso, el señor Castillo Gallego fue debidamente citado a diligencia de descargos, la cual se llevará a cabo el próximo miércoles 22 de abril de 2026.

Lo anterior se comunica a su entidad en calidad de institución formadora, teniendo en cuenta que, conforme a la Ley 2466 de 2025, los aprendices SENA cuentan actualmente con un contrato laboral especial y a término fijo, razón por la cual su relación con la empresa se rige por las disposiciones del Código Sustantivo del Trabajo y el Reglamento Interno de la compañía.

Quedamos atentos a cualquier inquietud o información adicional que consideren pertinente compartir en el marco de este proceso.

Cordialmente,



Este mensaje de correo electrónico puede contener información confidencial o legalmente protegida y está destinado únicamente para el uso del destinatario(s) previsto. Cualquier divulgación, difusión, distribución, copia o la toma de cualquier acción basada en la información aquí contenida está prohibido. Los correos electrónicos no son seguros y no se puede garantizar que esté libre de errores, ya que pueden ser interceptados, modificados, o contener virus. Cualquier persona que se comunica con nosotros por e-mail, se considera que ha aceptado estos riesgos, Rocha Y Londoño SAS no se hace responsable de los errores u omisiones de este mensaje y niega cualquier responsabilidad por daños derivados de la utilización del correo electrónico. Cualquier opinión y otra declaración contenida en este mensaje y cualquier archivo adjunto son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente las de la empresa.

Hedson Alejandro Rodriguez Garcia
Centro De Dise&#65533;o Y Metrologia - Complejo Paloquema - Contratista
harodriguez@sena.edu.co
3012595801
Carrera 31 No 14-20

www.sena.edu.co
@SENAcomunica

Este mensaje y cualquier archivo adjunto pueden contener información pública clasificada y/o reservada bajo custodia o propiedad del SENA, destinada exclusivamente a su(s) destinatario(s). Dicha información debe ser utilizada únicamente para la finalidad con la que fue enviada y en cumplimiento de la normativa aplicable.

Si usted no es el destinatario autorizado o ha recibido este mensaje por error, le solicitamos que omita su contenido, informe de inmediato al remitente por correo electrónico con copia a servicioalciudadano@sena.edu.co y elimine el mensaje. La retención, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibida y puede acarrear sanciones legales.

Para más información, consulte nuestras Políticas de Seguridad y Privacidad de la Información y las Políticas de Tratamiento para la Protección de Datos Personales, disponibles en el sitio web del SENA.

Bogotá, 27 de Abril de 2025.

Señor:
RAFAEL RICARDO CASTILLO GALLEGO
Aprendiz SENA
Rocha Y Londoño SAS.

ASUNTO: IMPOSICIÓN DE SANCIÓN DISCIPLINARIA – SUSPENSIÓN.

En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 2466 de 2025, artículo 7.°, que modifica el artículo 115 del Código Sustantivo del Trabajo, y una vez llevada a cabo la diligencia de descargos celebrada el día 22 de abril de 2026, en la que usted ejerció oportunamente su derecho de defensa mediante la modalidad escrita, la empresa procede a comunicarle la decisión adoptada como resultado del proceso disciplinario adelantado en su contra.

Los hechos objeto de la citación a descargos obedecen a su inasistencia injustificada durante la jornada de la mañana del día jueves 16 de abril de 2026, sin haber reportado previamente su ausencia ni a su jefe inmediato ni a la Coordinación de Talento Humano, incumpliendo así los deberes de comunicación y cumplimiento del horario laboral establecidos por la compañía.

En sus descargos, usted manifestó: *"Honestamente llevaba unos días muy aburrido por los tratos con mi jefe y el día anterior estaba tomando una muy mala decisión, cuando realmente debería haber hablado con mi jefe."* Asimismo, indicó que no reportó su ausencia porque *"no estaba pensando lo que estaba haciendo o las consecuencias que me traerían"*, y reconoció expresamente que su conducta *"fue inmadura"* y que no tomó las acciones que correspondían.

Revisada la diligencia de descargos, se concluye que las razones expuestas no constituyen una justificación válida ni suficiente para la ausencia no autorizada, ya que las dificultades personales o laborales deben manejarse a través de los canales formales establecidos por la empresa, y en ningún caso justifican ausentarse del puesto de trabajo sin el correspondiente permiso o notificación.

Por lo anterior, se evidencia el incumplimiento del Reglamento Interno de Trabajo, Capítulo XIII – Escala de Faltas y Sanciones Disciplinarias, Artículo 49, Literal B), el cual establece que faltar al trabajo parcialmente (mañana o tarde) sin excusa suficiente a juicio de la empresa, cuando no causa perjuicio de consideración, implica por primera vez suspensión en el trabajo hasta por cuatro (4) días y por segunda vez suspensión en el trabajo hasta por ocho (8) días.

Por lo anterior, se le impone una **SUSPENSIÓN POR CUATRO (4) DÍAS HÁBILES.**

La suspensión comenzará a regir a partir del día **martes 28 de abril de 2026** y se extenderá hasta el día **Sábado 02 de mayo de 2026**, con las consecuencias económicas que ello conlleva conforme a la ley.

Deberá reintegrarse a sus labores el día **lunes 04 de mayo de 2026**, en el horario habitual establecido por la empresa.

Se le insta a no volver a incurrir en este tipo de conductas. Recuerde que, si tiene algún inconveniente con su jefe inmediato o con algún compañero de trabajo, cuenta con diferentes canales para manejarlo, como el Comité de Convivencia Laboral o la asistencia directa de las gerencias y la Coordinación de Talento Humano. De reincidir en faltas de esta naturaleza, la empresa se verá en la obligación de aplicar medidas más severas, que podrían incluir la terminación del Contrato de Aprendizaje Laboral Especial y a Término Fijo.

Atentamente,

LUIS FRANCISCO ORDUZ RUEDA
Gerente Comercial & Financiero

Recibe:

RAFAEL RICARDO CASTILLO GALLEGO
C.C. 1023866601 Bta.

PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL			
FORMATO ACTA DE SUSTENTACIÓN, EVALUACIÓN DE PROYECTO PRODUCTIVO Y FINALIZACIÓN DE LA ALTERNATIVA			
Acta número:	11	**Hora de inicio:**	16:00
Ciudad y fecha:	BOGOTÁ, 08 DE MAYO DE 2026	**Hora de finalización:**	17:00
Lugar y/o enlace: **https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NjhkODBiYzAtNDEwMi00NjRmLTlhYjUtYTMyNzZjOGFlMDJh%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%22132155d0-28bd-4861-9137-2f3a4de79358%22%7d**		**Dirección General / Regional / Centro** CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGÍA	
Convocatoria: [ ] **Nacional** [X] **Liderada por Centro de Formación**		**Enfoque de proyecto productivo:** [X] **Empresarial** [ ] **I+D+i**	
Nombre del proyecto: MECACAFE 3D: Brazo Manipulador Robótico con Visión por Computador para Clasificación y Manejo de Frutos de Café.			
Temas: 1. Sustentación y aprobación del proyecto productivo y desarrollo del producto mínimo viable o prototipo. 2. Evaluación final de la etapa productiva.			
Objetivos de la reunión: 1. Realizar la sustentación del proyecto por parte de la(s) persona(s) con rol de aprendiz (ces), presentando la generalidad de los entregables solicitados en la alternativa de proyecto productivo. 2. Realizar la evaluación y aprobación de la sustentación del proyecto productivo y desarrollo de PMV o prototipo, realizados por la(s) persona(s) con rol de aprendiz(ces) a cargo. 3. Realizar la evaluación de la etapa productiva de la persona con rol de aprendiz, en el formato GFPI-F-023 Planeación, seguimiento y evaluación etapa productiva.			

Desarrollo de la reunión

La sesión inició con la presentación de los participantes. Posteriormente, se brindaron las indicaciones sobre el desarrollo de la jornada y se solicitó la autorización para iniciar la grabación de la reunión.

El aprendiz dio inicio a la sustentación del proyecto empresarial denominado *MECACAFE 3D: Brazo Manipulador Robótico con Visión por Computador para la Clasificación y Manejo de Frutos de Café*.

Durante la sustentación, el aprendiz presentó los siguientes aspectos del proyecto:

- Justificación y propósito del proyecto.
- Beneficios esperados.
- Identificación y planteamiento del problema.
- Materiales utilizados.

Posteriormente el instructor Luis González solicita ver el prototipo en pantalla funcionando en tiempo real. El aprendiz realizó una prueba del brazo robótico, observándose que el dispositivo tomó correctamente el fruto de café dispuesto en la maqueta.

El instructor Luis González indicó al aprendiz que, al aplicar encuestas u otros métodos de recolección de información, es necesario presentar los datos obtenidos y los resultados correspondientes. El aprendiz respondió que dicha información sí se encontraba incluida en el documento general del proyecto, aunque no fue presentada durante la sustentación.

Posteriormente, el instructor Juan David Vásquez realizó preguntas relacionadas con la programación en Python utilizada para la identificación del color de los granos de café, así como sobre el sistema de alimentación eléctrica y la autonomía del dispositivo. El aprendiz respondió que el prototipo funciona mediante baterías y conexión eléctrica.

Los jurados también realizaron preguntas relacionadas con el estudio de mercado, los costos del dispositivo y el servicio postventa, especialmente en lo referente al mantenimiento y al desplazamiento del técnico encargado de realizar reparaciones al robot. Estos aspectos no fueron abordados durante la sustentación. El aprendiz manifestó que dicha información se encontraba incluida en el informe general del proyecto; sin embargo, no fue expuesta durante la presentación.

Posteriormente, el instructor Johan Alfonso realizó preguntas sobre la viabilidad financiera del proyecto, consultando si el aprendiz contaba con proyecciones o estudios relacionados con el tiempo estimado para que un campesino recuperara la inversión realizada en la compra del robot, así como el ahorro de tiempo en la recolección del grano de café, con el fin de determinar la viabilidad y atractivo comercial del proyecto.

Visita de seguimiento:

Se procede a realizar la visita de seguimiento correspondiente al momento 3 del formato F023.

- **Fecha de inicio:** 1 de julio de 2025.
- **Fecha de finalización:** 28 de diciembre de 2025.
- **Horario de desarrollo del proyecto productivo:** lunes a viernes, de 2:00 p. m. a 8:00 p. m.

La evaluación general fue satisfactoria, obteniéndose como resultado la **aprobación** del resultado de aprendizaje correspondiente a la etapa productiva.

Se hace presente:

1. La persona con rol de instructor de seguimiento a la etapa productiva:
   Alba López, Johan Alfonso
2. La persona con rol de: facilitador de seguimiento etapa productiva del grupo encargado de la ejecución de la formación, instructor de proyecto productivo o instructor de investigación (SENNOVA):
   Luis Sebastián González
3. La(s) persona(s) con rol de aprendiz(ces):

Kevin Santiago Moreno Castillo con CC, 1023882552 de la ficha 2904879, para realizar la sustentación del proyecto productivo y desarrollo del producto mínimo viable o prototipo, que ha venido trabajando en el marco de la convocatoria de proyecto productivo bajo enfoque empresarial o I+D+i; como alternativa de etapa productiva.

4. La persona con rol de interprete[1]:

No aplica

Tipo de asistencia (Lenguaje de: señas, apoyo visual, entre otros):

_____

Conclusiones.

- La persona(s) con rol de aprendiz (ces):
  Kevin Santiago Moreno Castillo , CC 1023882552, Ficha; 2904879

  realizó(aron) la sustentación del proyecto, teniendo en cuenta los parámetros definidos en los lineamientos de la convocatoria y las recomendaciones realizadas.
- La persona(s) con rol de aprendiz (ces):
  Kevin Santiago Moreno Castillo , CC 1023882552, Ficha; 2904879

  realizó(aron) la sustentación del desarrollo del producto mínimo viable o prototipo de su plan de negocios o vigilancia tecnológica; teniendo en cuenta los lineamientos y formatos establecidos.
- La(s) persona(s) con rol de aprendiz (ces), utilizó(aron) las plantillas adecuadas para realizar la sustentación y desarrollo del plan de negocios o vigilancia tecnológica y del producto mínimo viable o prototipo.
- Se evaluó en LMS-ZAJUNA por parte de la persona con rol de: facilitador de seguimiento etapa productiva, instructor de proyecto productivo o instructor de investigación (SENNOVA); el documento final del proyecto productivo, arrojando una puntuación de 75 puntos, equivalente al juicio evaluativo de, (A) Aprobado – (D) Deficiente. ____.
- Se evaluó por parte de la persona con rol de: facilitador de etapa productiva, instructor de proyecto productivo o instructor de investigación (SENNOVA); la sustentación del proyecto productivo, mediante la rúbrica de evaluación final del

[1] Nota: Este espacio se diligencia en caso de que la persona con rol de aprendiz corresponda a "*Persona en situación de discapacidad*" y requiera para el proceso de: sustentación, evaluación y finalización; de la etapa productiva con la alternativa de proyecto productivo, de la asistencia de una persona con rol de intérprete para que lo apoye en la comprensión y comunicación de la información. Tener presente que la persona que funja con rol de interprete, podrá ser una persona con rol de instructor asignado por el centro de formación o un tercero propuesto por la persona con rol de aprendiz (Familiar, amigo, otro).

proyecto productivo, arrojando una puntuación de [75] puntos, equivalente al juicio evaluativo de (A - D) [A].

- Se verificó en LMS-ZAJUNA, que las persona(s) con rol de aprendiz (ces), haya (n) cargado la totalidad de las [ ] evidencias solicitadas durante el desarrollo de su proyecto productivo.

Evaluación:

Se evaluó en conjunto con: el ente coformador, la persona con rol de instructor de seguimiento a la etapa productiva y la persona con rol de instructor técnico; la alternativa de etapa productiva por medio de proyecto productivo bajo enfoque empresarial [X] o proyecto productivo bajo enfoque I+D+i [ ]; con un juicio evaluativo de:

[X] Aprobado

[ ] No Aprobado

Se procede mediante la firma de la presente acta, realizar la evaluación de la formulación y sustentación del proyecto productivo y finalización de la etapa productiva.

Compromisos		
Actividad	**Rol Responsable**	**Fecha**
Cargar en el espacio asignado para el repositorio del proyecto productivo, designado por el grupo encargado de la ejecución de la formación o centro de formación, el acta de sustentación, evaluación de proyecto productivo y finalización de la alternativa; debidamente diligenciada y firmada por las partes involucradas.	Personas con rol de: facilitador de seguimiento etapa productiva o instructor de proyecto productivo o instructor de investigación (SENNOVA).	No aplicó en este proyecto
Cargar en el espacio asignado para el repositorio del proyecto productivo, designado por el grupo	Personas con rol de: facilitador de seguimiento	30/05/2026

encargado de la ejecución de la formación o centro de formación, el formato GFPI-F-023 planeación, seguimiento y evaluación, de la etapa productiva; debidamente diligenciada y firmada por las partes involucradas.	etapa productiva, instructor de proyecto productivo o instructor de investigación (SENNOVA).	
Presentar ante la coordinación académica del centro de formación el acta de: sustentación, evaluación del proyecto productivo y finalización de la alternativa; con la finalidad de evidenciar la ejecución de la etapa productiva y gestionar la desafiliación de la ARL de la persona con rol de aprendiz.	Persona con rol de instructor de seguimiento a etapa productiva.	30/05/2026

De acuerdo con la Ley 1581 de 2012, protección de datos personales: "*La autorización suministrada en el presente formato faculta al SENA para que dé a sus datos aquí recopilados el tratamiento señalado en la política de privacidad para el tratamiento de datos personales del SENA. La autorización contempla el envío de información de eventos, actividades o servicios de la entidad. El titular de los datos podrá, en cualquier momento, solicitar al SENA que la información sea modificada, actualizada o retirada de las bases de datos, si así está almacenada*". El servicio nacional de aprendizaje SENA, solicita la siguiente clasificación de la información:

La información de este documento se debe clasificar como[2]:

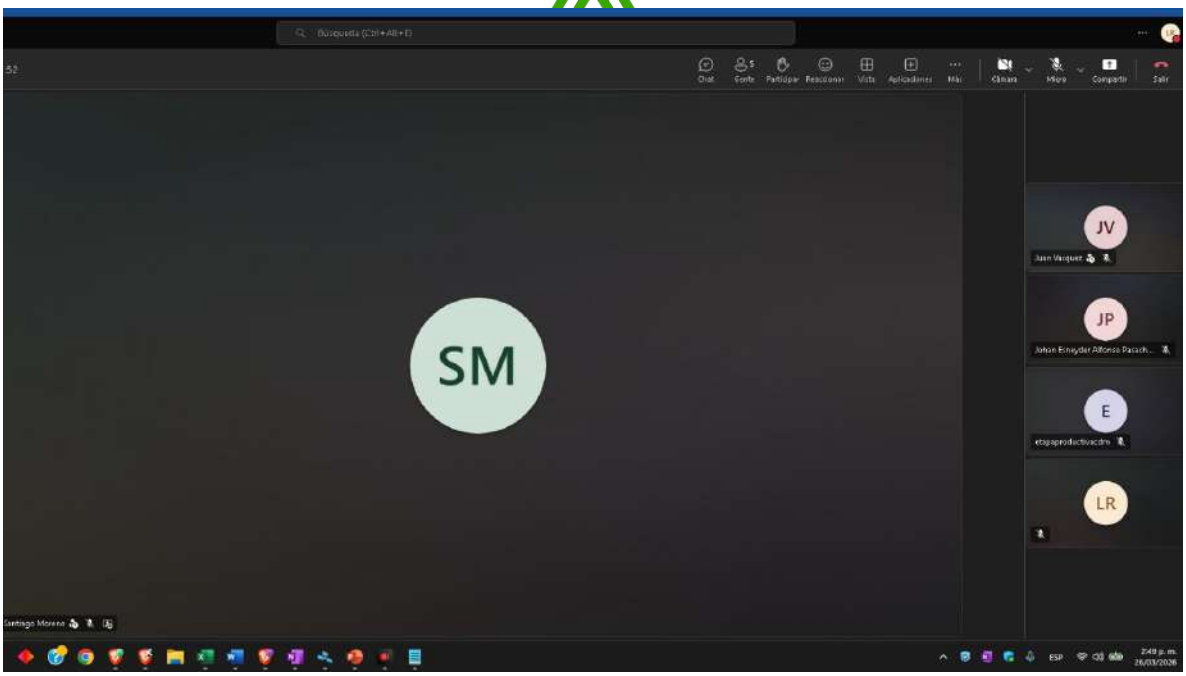
Pública	**X**	**Privada**		**Semiprivada**		**Sensible**	

ASISTENTES: (Incorporar registro de asistencia)

Nota: Puede incluirse imagen o captura de pantalla de las personas con rol de asistentes, si se trata de una reunión virtual o de las personas con rol de asistentes; que participan a través de una plataforma virtual.

[2] Antes de contestar esta información, por favor remitirse a las instrucciones; página 7.

Registro de asistencia y aprobación del: acta de sustentación, evaluación de proyecto productivo y finalización de la alternativa del día__08__ del mes de__Mayo__ del año 2026										
Objetivos	1. Realizar la sustentación del proyecto, por parte de la(s) persona(s) con rol de aprendiz (ces), presentando la generalidad de los entregables solicitados en la alternativa de proyecto productivo. • Realizar la evaluación y aprobación de la sustentación del proyecto productivo y desarrollo de PMV o prototipo, realizados por la(s) persona(s) con rol de aprendiz (ces) a cargo. 2. Realizar la evaluación de la etapa productiva de la persona con rol de aprendiz en el formato GFPI-F-023 planeación, seguimiento y evaluación etapa productiva.									
Número	**Autorizo el tratamiento de la información sí / no. Si marca no, por favor no diligencie el formato.**	**Nombres y apellidos**	**Número de Documento**	**Planta**	**Contratista**	**Otro ¿Cuál?**	**Dependencia/ Empresa**	**Correo Electrónico**	**Teléfono/Ext.SENA**	**Firma**
1	SI	Luis Sebastián González			X		CDM			
2	SI	Alba López			X		CDM			
3	SI	Juan David Vasquez			X		CDM			
4	SI	Johan Alfonso	1233506968		X		CDM	jalfonsop@sena.edu.co		
5	SI	Estefania Suarez	1012411630		X		CDM	jesuarezl@sena.edu.co		
6	SI	Kevin Santiago Moreno Castillo				Aprendiz				


SM
JV
JP
E
LR

```
C:\Users\Seiboss\Downloads\asd>python mecacafe_vision_v13.py --imagen "C:\Users\Sei
boss\Downloads\Imagen3.jpeg" --puerto COM3

============================================================
  MecaCafé-3D v2 — C:\Users\Seiboss\Downloads\Imagen3.jpeg
============================================================

  [1] Buscando marcadores de referencia...
  ✓ M1 origen : px (501, 883)
  ✓ M2 eje X  : px (1241, 867)  (dist real = 28.0 cm)
  ✓ M3 eje Y  : px (526, 443)  (dist real = 18.0 cm)
  ✓ Escala X  : 26.43 px/cm
  ✓ Escala Y  : 24.48 px/cm

  [2] Buscando frutos maduros (rojo)...
  ✓ Frutos detectados antes de filtro: 5
  ✓ Frutos válidos (fuera de zona brazo): 1

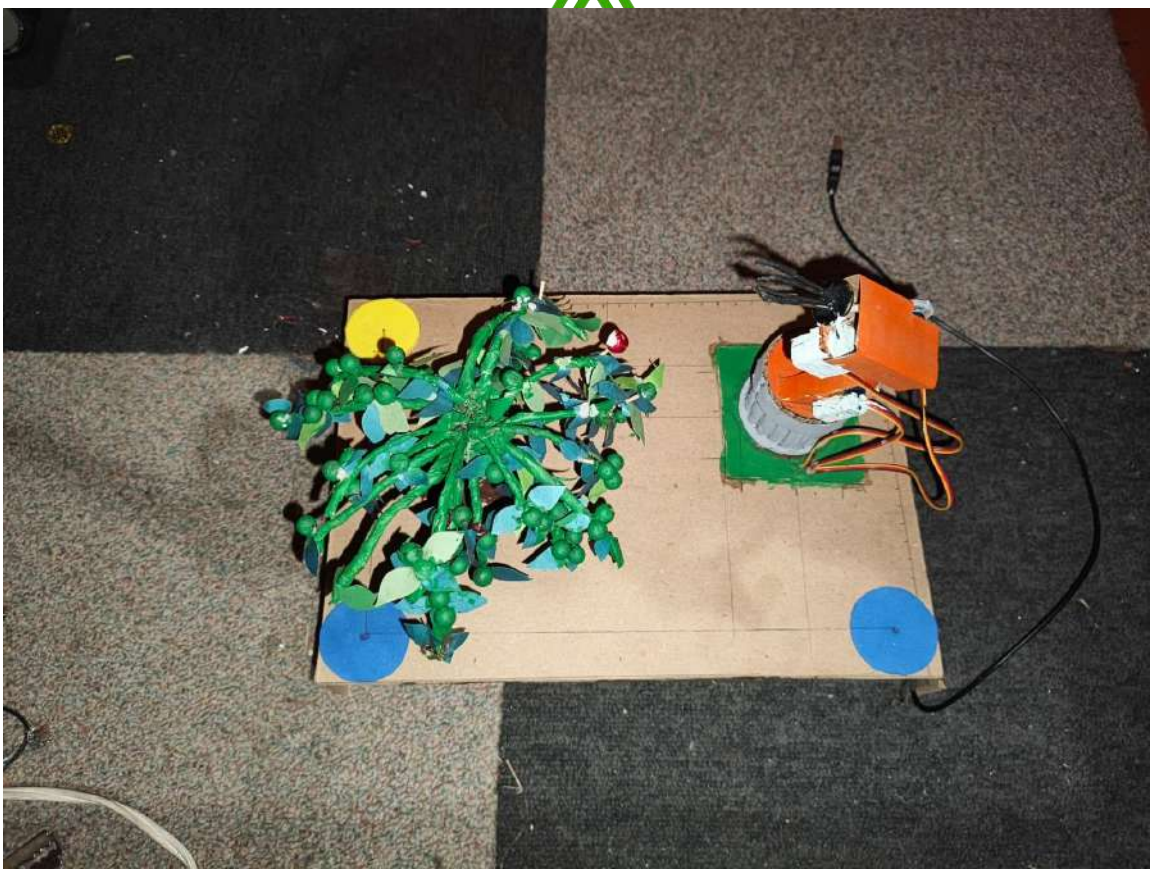
  [3] Fruto objetivo:
  ✓ Píxeles   : (859, 466)
  ✓ Real      : (13.88 cm, 17.83 cm) desde M1

  [4] Cinemática inversa...
  →  L1=6.0 cm, L2=9.0 cm, alcance máx=15.0 cm
  ✓ Servo 1 base   : 96°
  ✓ Servo 2 hombro : 67°
  ✓ Servo 3 codo   : 76°

  → Imagen guardada: mecacafe_resultado.jpg
     (ábrela para verificar la detección antes de mover el brazo)

  [5] Enviando al Arduino (COM3)...
  → Enviado: S1:96,S2:67,S3:76
  ← Arduino: MECACAFE-3D v4 LISTO

============================================================
  ✓ Proceso completado
============================================================
```



Servicio Nacional de Aprendizaje — SENA

Centro de Diseño y Metrología (CDM) Paloquemao

Programa: Diseño y Mantenimiento de Automatismos Mecatrónicos

Manual de Uso Integral y Análisis de Viabilidad Empresarial del Proyecto Productivo

MecaCafé-3D:

Brazo Manipulador Robótico con Visión por Computador para Clasificación y Manejo de Frutos de Café

Kevin Santiago Moreno Castillo

CC: 1.023.882.552

Proyecto Productivo de Enfoque Empresarial — Etapa Productiva

Código GFPI-F-147, Versión 04

Bogotá D.C., Colombia — 2025

Tabla de Contenidos

Manual de Uso Integral....4
1. Introducción al Dispositivo MecaCafé-3D....4
2. Descripción Detallada de los Siete Componentes....6
2.1 Componente 1: Identificación de la Idea de Negocio....6
2.2 Componente 2: Análisis del Mercado y el Cliente....7
2.3 Componente 3: Plan de Negocios y Estructura Organizativa....8
2.4 Componente 4: Estudio Técnico y Producción (PMV)....9
2.5 Componente 5: Estudio Financiero....11
2.6 Componente 6: Cronograma y Bitácoras de Seguimiento....12
2.7 Componente 7: Sustentación Final del Proyecto....13
3. Instalación Paso a Paso del Sistema....14
4. Operación Diaria del Dispositivo....16
5. Consumos Reales en Escala 1:1....17
6. Mantenimiento Integral....20
6.1 Mantenimiento Preventivo....20
6.2 Mantenimiento Correctivo....21
6.3 Costos Asociados al Mantenimiento....22
7. Garantías del Producto....24
Análisis de Viabilidad y Mercado....26
8. Resumen Ejecutivo....26
9. Análisis de Recuperación de la Inversión....27
10. Análisis Económico y Operacional....30

11. Análisis de Garantías y su Impacto Empresarial 33

12. Análisis de Competencia y Posicionamiento 34

13. Propuesta de Valor para Caficultores 36

14. Viabilidad de Mercado Integral 38

Conclusiones 41

Anexos 42

Referencias 46

Manual de Uso Integral del Sistema MecaCafé-3D

El presente manual ha sido escrito pensando en usted, en el caficultor colombiano que trabaja cada día en su finca para producir uno de los mejores cafés del mundo. No necesita conocimientos de ingeniería ni de computadores para entender este documento. Cada paso está explicado con palabras sencillas, como si le estuviera hablando un vecino de confianza que ya conoce bien la herramienta.

Este manual le explicará qué es el sistema MecaCafé-3D, para qué sirve cada parte, cómo instalarlo, cómo usarlo todos los días, cuánto consume de energía y agua, cómo darle mantenimiento para que dure muchos años, y qué garantías tiene si algo sale mal.

1. Introducción al Dispositivo MecaCafé-3D

1.1 ¿Qué es MecaCafé-3D?

MecaCafé-3D es un brazo robótico pequeño, del tamaño de una maceta grande, que puede ver y agarrar los granos de café maduros automáticamente, sin que usted tenga que hacerlo con sus manos. Funciona como un ayudante muy preciso: lo conecta a una corriente eléctrica, lo coloca frente a sus plantas de café, y él solo empieza a identificar qué granos ya están rojos (maduros) y cuáles todavía están verdes, separándolos sin error.

El sistema tiene dos cerebros: un pequeño tablero electrónico llamado Arduino Nano, que controla los movimientos del brazo, y un programa de computador instalado en cualquier teléfono inteligente o portátil con Python, que le enseña al sistema a "ver" los granos usando la cámara. Ambos se comunican entre sí por medio de un cable USB, como el que usa para cargar su celular.

1.2 ¿Para qué sirve en su finca?

En la recolección tradicional, un jornalero experimentado puede seleccionar entre 15 y 25 kilogramos de frutos por hora. El problema es que, cuando está cansado después de varias horas, empieza a mezclar granos maduros con granos verdes, lo que baja la calidad del café y el precio que recibe al venderlo. MecaCafé-3D trabaja sin cansarse: mantiene la misma precisión en el primer ciclo de trabajo que en el décimo, y su tasa de error es de apenas el 3 al 5%, comparada con el 8 al 12% del trabajo manual en condiciones de fatiga (García-Osorio, 2021).

Además, reduce el riesgo de que sus trabajadores sufran lesiones en la espalda, los brazos y los hombros. Según investigaciones en fincas cafeteras de Colombia, el 49,1% de las personas que llevan más de 11 años recolectando café presentan trastornos musculoesqueléticos graves (García-Osorio, 2021). Con MecaCafé-3D, el trabajo pesado y repetitivo lo hace la máquina, y su gente puede hacer otras labores más livianas.

1.3 Beneficios principales para el caficultor

1. Ahorra dinero en costos de clasificación: al reducir el error de selección del 10% al 4%, cada kilogramo de café tiene mejor calidad y puede venderse a un precio entre $500 y $1.500 COP más por kilogramo.
2. Reduce el tiempo de clasificación postcosecha entre un 30% y 40%, liberando horas de trabajo para otras actividades de la finca.
3. Protege la salud de sus trabajadores al eliminar el movimiento repetitivo de las manos durante la selección.

4. Ahorra agua: los métodos tradicionales de selección por flotación usan 50 a 80 litros de agua por cada 100 kilogramos de café. MecaCafé-3D no usa agua porque clasifica por color, no por peso en agua.
5. Es económicamente accesible: el costo del prototipo académico es de $276.000 COP, y la versión productiva lista para la finca cuesta $546.700 COP, muy por debajo de los $2.000.000 a $80.000.000 COP que cuestan las clasificadoras industriales del mercado.
6. Funciona con energía solar si instala un panel básico de 50W, lo que reduce aún más sus costos de operación.

1.4 ¿Cómo transforma la operación de su finca?

Imagínese que hoy usted necesita 3 personas para clasificar el café durante 6 horas seguidas después de la recolección. Con MecaCafé-3D, esas mismas 3 personas pueden supervisar el proceso (en vez de hacerlo todo con las manos), mientras la máquina clasifica de forma continua. El resultado: el mismo trabajo queda hecho en 4 horas en lugar de 6, con menor fatiga y menor error. En términos de dinero, eso significa que en una finca de 2 hectáreas usted puede ahorrar entre $37.969 COP por temporada de cosecha solo en tiempo de mano de obra, más los beneficios de la mejor calidad del grano (Moreno Castillo, 2025).

El sistema también le sirve como herramienta de aprendizaje: el programa registra cuántos granos rojos, verdes y defectuosos hay cada día, lo que le permite conocer mejor el estado de maduración de su cultivo y planificar cuándo debe comenzar la próxima cosecha.

2. Descripción Detallada de los Siete Componentes

El sistema MecaCafé-3D es un proyecto productivo organizado en siete componentes que trabajan juntos como los eslabones de una cadena: si uno falla o se hace mal, los demás se debilitan. Pero cuando los siete están bien hechos, el resultado es un negocio sólido que puede crecer. A continuación, se explica cada uno.

2.1 Componente 1: Identificación de la Idea de Negocio

Este es el punto de partida de todo el proyecto. Aquí el emprendedor (usted o el aprendiz del SENA) responde una pregunta fundamental: ¿qué problema existe en el mundo del café, y cómo puedo resolverlo con una solución que también sea rentable?

En el caso de MecaCafé-3D, el problema identificado fue el siguiente: en Colombia, la clasificación manual del café cuesta tiempo, salud y dinero. Las personas que hacen este trabajo se lastiman, se equivocan cuando están cansadas, y el café de menor calidad se mezcla con el bueno, bajando el precio de venta. La solución planteada fue crear un brazo robótico de bajo costo que use la cámara de un teléfono para identificar y separar los granos maduros, sin cansarse y sin equivocarse tanto.

Para que la idea de negocio esté bien desarrollada, debe incluir: (a) una descripción clara del problema que resuelve, (b) quiénes son los clientes potenciales (caficultores de pequeñas y medianas fincas en Cundinamarca), (c) cuál es la propuesta de valor única (la más económica del mercado, reparable con repuestos locales), y (d) por qué este momento es el indicado para lanzarla (récord de producción cafetera en Colombia de 14,7 millones de sacos en 2025, según FNC, 2025).

Este componente es esencial porque sin una idea de negocio bien definida, todos los demás componentes se construyen sobre arena. Es el mapa que guía todo el camino.

2.2 Componente 2: Análisis del Mercado y el Cliente

Una vez que sabe qué problema resuelve, necesita saber a quién se lo va a resolver y si esas personas realmente lo comprarían. Eso es el análisis de mercado.

Para MecaCafé-3D, se realizaron encuestas y entrevistas a 20 participantes vinculados al sector cafetero de Cundinamarca (10 entrevistas cualitativas y 10 encuestas cuantitativas). Los resultados fueron reveladores: el 80% dijo que implementaría la solución si fuera caficultor, el 70% reconoció la necesidad de automatizar la clasificación, y el 60% identificó el costo y la falta de formación como las principales barreras para modernizarse (Moreno Castillo, 2025).

Este componente también incluye identificar quiénes son los competidores, qué ofrecen, a qué precio, y por qué MecaCafé-3D es diferente. La diferencia más importante es el precio: mientras las soluciones industriales cuestan entre $2.000.000 y $80.000.000 COP, MecaCafé-3D cuesta $546.700 COP en su versión lista para la finca. Eso lo hace accesible para el 92% de los caficultores de Cundinamarca, que tienen fincas de menos de 5 hectáreas (FNC, 2023).

Este componente se conecta con el Componente 1 porque valida si la idea de negocio tiene clientes reales, y con el Componente 3 porque orienta cómo debe organizarse la empresa para llegar a esos clientes.

2.3 Componente 3: Plan de Negocios y Estructura Organizativa

Saber que hay un problema y que hay clientes no es suficiente: hay que saber cómo organizarse para vender el producto de forma sostenida. El plan de negocios es el documento que responde esas preguntas de forma ordenada.

Para MecaCafé-3D, el plan de negocios incluye: (a) la forma legal de la empresa, que se recomienda sea una Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.) según la Ley 1258 de 2008, porque permite comenzar con un solo socio, con capital mínimo y estructura administrativa simple; (b) la estructura organizativa con cuatro cargos: Gerente General/Fundador, Director Técnico, Ejecutivo Comercial y Técnico de Soporte; (c) la estrategia de precios y canales de distribución (venta directa a caficultores, alianzas con cooperativas cafeteras y centros SENA); y (d) el modelo de ingresos (venta del dispositivo + servicio de capacitación y mantenimiento anual).

La misión de la empresa es diseñar, fabricar y distribuir soluciones mecatrónicas de bajo costo que automaticen procesos postcosecha del sector cafetero colombiano, mejorando la eficiencia productiva, la calidad del grano y las condiciones laborales de los caficultores. La visión es posicionarse como la empresa de referencia en automatización postcosecha accesible, con presencia en al menos cinco departamentos productores para el año 2030.

Este componente se conecta directamente con el Componente 5 (estudio financiero), porque el plan de negocios define cuánto va a gastar y ganar la empresa, y con el Componente 2, porque orienta a qué segmento del mercado se dirige.

2.4 Componente 4: Estudio Técnico y Producción — Producto Mínimo Viable (PMV)

El Producto Mínimo Viable (PMV) — también llamado PMV — es la versión más sencilla y económica del producto que ya funciona y que puede ser probada con clientes reales. En

ingeniería, el PMV es como el primer prototipo que se muestra al mundo para ver si funciona y si a la gente le gusta, antes de gastar mucho dinero en fabricar miles de unidades.

El PMV de MecaCafé-3D es el prototipo académico a escala 1:2 (la mitad del tamaño real) construido con cartón piedra, cuatro servomotores SG90, un Arduino Nano y una cámara web básica, a un costo total de $276.000 COP. Este PMV ya ha sido probado y validado en banco de trabajo en el SENA CDM Paloquemao, con los siguientes resultados:

Tabla 1

Resultados de validación del PMV MecaCafé-3D en banco de trabajo

Parámetro técnico	**Resultado medido**	**Criterio de aceptación**
Repetibilidad posicional del brazo	3 a 6 mm de error	Menor a 5 mm — Aprobado
Tiempo de ciclo pick-and-place	3 a 4 segundos por ciclo	Menor a 5 segundos — Aprobado
Tasa de detección correcta (color HSV)	Alta bajo luz controlada	Mayor al 80% — Aprobado
Cálculo de posición con marcadores	Sin error sistemático mayor a 1 cm	Error menor a 1 cm — Aprobado
Ciclo autónomo integrado completo	Funcional sin intervención humana	Ciclo autónomo — Aprobado

Nota. Elaboración propia (Moreno Castillo, 2025). Pruebas realizadas con frutos simulados (bolas de papel rojo) en banco de trabajo del SENA CDM Paloquemao.

El estudio técnico también describe los materiales necesarios para fabricar el dispositivo, los equipos de producción requeridos (computador con Python instalado, cable USB, cámara web), los espacios de fabricación (laboratorio del SENA o cualquier mesa de trabajo estable) y los planos en SolidWorks 2023 que ya fueron elaborados a escala 1:1.

Este componente es el corazón del proyecto productivo porque demuestra que la idea funciona en la práctica, no solo en el papel. Sin un PMV validado, el estudio financiero y el plan

de negocios serían solo suposiciones. Con el PMV probado, las proyecciones se basan en datos reales.

2.5 Componente 5: Estudio Financiero

El estudio financiero es la fotografía en números de todo lo que va a costar y ganar el negocio. Responde preguntas como: ¿cuánto cuesta fabricar el dispositivo?, ¿cuánto se puede vender?, ¿cuándo se recupera la inversión inicial?, ¿es rentable el negocio a 5 años?

Para MecaCafé-3D, el estudio financiero muestra que:

7. El costo de fabricación del prototipo académico (escala 1:2) es de $276.000 COP.
8. El costo de la versión productiva lista para la finca (escala 1:1) es de $546.700 COP.
9. Los beneficios anuales para un caficultor de 2 a 3 hectáreas son de $209.969 COP, entre ahorros por menos errores, menos tiempo de mano de obra y menores costos por lesiones laborales.
10. El período de recuperación de la inversión es de aproximadamente 1,3 años para la versión académica y 1,6 años para la versión productiva.
11. La relación Beneficio/Costo (B/C) en el segundo año de operación es de 1,52, lo que significa que por cada peso invertido, el caficultor recupera $1,52 en beneficios.

Este componente se conecta con el Componente 2 (mercado) porque define a qué precio puede venderse el producto de forma competitiva, y con el Componente 6 (cronograma) porque establece cuándo se esperan los ingresos.

2.6 Componente 6: Cronograma de Actividades y Bitácoras de Seguimiento

El cronograma es el plan de trabajo en el tiempo: qué se hace primero, qué sigue después, y cómo se verifica que cada tarea se cumplió. Las bitácoras son los registros de lo que realmente pasó cada semana durante el desarrollo del proyecto.

Para MecaCafé-3D, el proyecto fue organizado en 11 bitácoras de seguimiento bisemanales, siguiendo el formato oficial SENA GFPI-F-147 Versión 04. Cada bitácora registra las actividades realizadas, las evidencias (fotografías, documentos, prototipos), y las observaciones del instructor de seguimiento. Este registro sistemático permite:

12. Demostrar que el proyecto avanzó de forma ordenada y verificable.
13. Identificar dificultades a tiempo para corregirlas antes de la sustentación final.
14. Generar un registro histórico que sirve para mejorar el proyecto en futuras versiones.
15. Cumplir con los requisitos formales del SENA para la etapa productiva.

El cronograma incluye cinco fases principales: (1) revisión documental y análisis técnico, (2) encuestas y entrevistas con caficultores, (3) diseño y construcción del PMV, (4) pruebas y calibración, y (5) documentación y preparación de la sustentación. El proyecto tiene una duración total de 22 semanas (aproximadamente 5 meses y medio).

Este componente es esencial porque sin un cronograma claro, los proyectos productivos tienden a quedarse atascados en los primeros componentes y nunca llegan a la etapa de ventas reales. El cronograma obliga a poner fechas concretas a cada tarea.

2.7 Componente 7: Sustentación Final del Proyecto

La sustentación final es el momento en que el emprendedor presenta su proyecto completo ante un comité evaluador. Es como una entrevista de trabajo en la que tiene que demostrar que

sabe hacer lo que prometió. Para MecaCafé-3D, la sustentación dura 20 minutos y está organizada así:

1. 2 minutos: presentación personal y del proyecto (quién es usted y qué hizo).
2. 4 minutos: componente empresarial (el plan de negocios y el análisis de mercado).
3. 5 minutos: investigación académica (encuestas, estado del arte, marco referencial).
4. 5 minutos: demostración del prototipo funcionando en tiempo real (el brazo robótico seleccionando granos).
5. 4 minutos: análisis financiero y viabilidad del negocio.

Para que la sustentación sea exitosa, se recomienda tener: (a) el prototipo listo y probado el día anterior, (b) un video de respaldo del ciclo pick-and-place completo por si el equipo falla en el momento, (c) las diapositivas impresas como copia de seguridad, y (d) la página web del proyecto activa en el celular para mostrar en caso de que el proyector no funcione.

Este componente es el que convierte todo el trabajo de los seis componentes anteriores en una demostración pública de que el proyecto es real, funciona y tiene valor. Es el momento de la verdad.

3. Instalación Paso a Paso del Sistema MecaCafé-3D

A continuación se describen los pasos exactos para instalar y poner en marcha el sistema MecaCafé-3D. Siga cada paso en el orden indicado. Si en algún momento algo no funciona como se describe, no continúe al siguiente paso: primero solucione el problema del paso actual.

3.1 Materiales que necesita antes de comenzar

6. El brazo robótico MecaCafé-3D (con sus 4 servomotores ya instalados).
7. El tablero Arduino Nano (viene incluido con el dispositivo).
8. Un cable USB tipo Mini-B (del mismo tipo que se usa para cargar cámaras antiguas).
9. Una fuente de energía de 5 a 6 voltios y 1 a 2 amperios (puede ser un cargador de celular de pared con salida USB).
10. Un computador o tableta con sistema operativo Windows 7 o superior, o Android 8 o superior (para el programa de visión).
11. La cámara web o el teléfono inteligente que usará para que el sistema "vea" los granos.
12. Dos círculos de cartón de color azul de 4 centímetros de diámetro (vienen en la caja del producto, o los puede hacer usted mismo con cartulina azul).
13. Una mesa estable y nivelada donde colocará el brazo robótico durante la clasificación.

3.2 Instalación física del brazo robótico

14. Paso 1 — Desempacar: Saque el brazo robótico de su caja con cuidado. Revise que estén todos los componentes: el brazo armado, el tablero Arduino Nano, el cable USB y los dos círculos azules de referencia.

15. Paso 2 — Ubicar la mesa de trabajo: Coloque el brazo robótico sobre la mesa estable, en un lugar donde haya suficiente luz natural o artificial. La luz debe ser pareja, sin sombras fuertes sobre el área donde están los granos de café, porque la cámara necesita ver bien los colores.
16. Paso 3 — Colocar los marcadores azules: Pegue los dos círculos azules sobre la mesa, exactamente a 15 centímetros de distancia entre sí, en los extremos del área de trabajo del brazo. Estos círculos son los "ojos de referencia" del sistema: le dicen a la cámara en qué parte del espacio está trabajando. Si los marcadores se mueven o caen, el sistema no podrá calcular bien dónde están los granos. Péguelos con cinta de enmascarar para que sean fáciles de quitar sin dañar la mesa, pero que queden firmes durante el trabajo.
17. Paso 4 — Conectar la fuente de energía: Conecte la fuente de energía al tablero Arduino Nano usando el cable USB. Encienda la fuente. Debería ver que en el tablero Arduino se enciende una pequeña luz roja o verde. Si no se enciende ninguna luz, revise que el cargador esté funcionando y que el cable esté bien conectado en ambos extremos.
18. Paso 5 — Conectar la cámara: Si usa una cámara web externa (USB), conéctela al computador antes de abrir el programa. Si usa un teléfono como cámara, asegúrese de que esté cargado al menos al 50% y active el Wi-Fi para la conexión con el programa.
19. Paso 6 — Conectar el Arduino al computador: Conecte el mismo cable USB desde el tablero Arduino al computador. En este momento, el Arduino Nano está conectado tanto a la fuente de energía (por un extremo del circuito) como al computador (por el cable USB). Así el computador puede enviar instrucciones al brazo y recibir información de él.

3.3 Instalación del programa de visión

20. Paso 1 — Instalar Python: Si su computador no tiene Python instalado, descárguelo gratuitamente desde python.org. Es gratis. Elija la versión 3.8 o superior. Cuando lo instale, asegúrese de marcar la opción que dice "Add Python to PATH" (Agregar Python al camino).
21. Paso 2 — Instalar las librerías necesarias: Abra el símbolo del sistema (en Windows, presione la tecla Windows + R, escriba "cmd" y presione Enter). Luego escriba exactamente: pip install opencv-python numpy pyserial y presione Enter. Espere a que se descarguen e instalen. Esto tarda entre 2 y 5 minutos según su velocidad de internet.
22. Paso 3 — Descargar el programa de MecaCafé-3D: Abra el navegador de internet y vaya a https://amazing-banoffee-50d1bb.netlify.app/ donde encontrará el archivo mecacafe_vision_v3.py. Guárdelo en el escritorio de su computador o en una carpeta que sea fácil de encontrar.
23. Paso 4 — Identificar el puerto del Arduino: En el símbolo del sistema, escriba: python -m serial.tools.list_ports y presione Enter. El programa le mostrará una lista de puertos. El Arduino Nano generalmente aparece como COM3, COM4 o COM5 en Windows, o como /dev/ttyUSB0 en Linux. Anote cuál es.
24. Paso 5 — Configurar el programa: Abra el archivo mecacafe_vision_v3.py con cualquier editor de texto (bloc de notas sirve). Busque la línea que dice PUERTO_SERIAL y cambie el número por el que anotó en el paso anterior. Guarde y cierre.
25. Paso 6 — Primera prueba: En el símbolo del sistema, navegue hasta donde guardó el archivo (por ejemplo: cd C:\Users\SuNombre\Desktop) y escriba: python mecacafe_vision_v3.py y presione Enter. Debería aparecer una ventana con la imagen de la cámara en tiempo real. Coloque un objeto rojo (puede ser un tomate o una tapa roja)

frente a la cámara a unos 20 centímetros de distancia. Si el programa dibuja un círculo o rectángulo alrededor del objeto rojo, la instalación fue exitosa.

3.4 Calibración inicial

26. Paso 1: Confirme que los dos marcadores azules están visibles en la imagen de la cámara al mismo tiempo.
27. Paso 2: Coloque un grano de café rojo maduro sobre la mesa, dentro del área de trabajo del brazo (entre los dos marcadores azules).
28. Paso 3: Verifique que el programa lo detecte (aparece resaltado en la pantalla).
29. Paso 4: Presione la tecla "C" en el teclado para calibrar las coordenadas. El programa calculará automáticamente la escala entre la imagen y el espacio real.
30. Paso 5: Observe que el brazo se mueve hacia donde está el grano. Si llega cerca del grano (dentro de 6 mm), la calibración fue exitosa. Si no llega, repita el paso 4.

4. Operación Diaria del Dispositivo

Una vez instalado y calibrado, usar MecaCafé-3D es tan sencillo como encender una radio. Aquí le explicamos el proceso que debe seguir cada día de cosecha.

4.1 Rutina de arranque (cada mañana de cosecha)

31. Encender: Conecte la fuente de energía al Arduino y espere 3 segundos hasta que el brazo haga un pequeño movimiento de "saludo" (se mueve a su posición inicial). Eso indica que está listo.
32. Abrir el programa: En el computador o teléfono, abra el símbolo del sistema y escriba: python mecacafe_vision_v3.py y presione Enter.
33. Verificar los marcadores: Asegúrese de que los dos círculos azules estén en su lugar sobre la mesa y que la cámara los vea bien.
34. Prueba rápida: Coloque un grano rojo sobre la mesa y confirme que el brazo lo detecta y se mueve hacia él. Si funciona, ya está listo para comenzar.

4.2 Durante la clasificación

Su trabajo durante la clasificación es simple: traer los granos de café recién recolectados, colocarlos en el área de trabajo del brazo (dentro de los marcadores azules), y supervisar que todo funcione bien.

El brazo robótico hará lo siguiente por sí solo, sin que usted tenga que hacer nada: (1) la cámara identifica qué granos están rojos (maduros), (2) el programa calcula exactamente dónde está cada grano en el espacio real, (3) el brazo se mueve hacia el grano seleccionado, lo agarra con

su pinza y lo deposita en el recipiente de granos buenos, (4) vuelve a la posición inicial y repite el proceso con el siguiente grano.

Cada ciclo completo (identificar, agarrar, depositar, volver) toma entre 3 y 4 segundos. Eso equivale a clasificar entre 15 y 20 granos por minuto, o entre 900 y 1.200 granos por hora. En peso, dependiendo del tamaño del grano, esto equivale a unos 4 a 6 kilogramos por hora de granos seleccionados con precisión.

4.3 Rutina de cierre (al finalizar cada día)

35. Presione la tecla "Q" en el teclado para cerrar el programa de visión ordenadamente.
36. Envíe el comando "HOME" al brazo (presione la tecla "H") para que regrese a su posición de descanso.
37. Desconecte el cable USB del Arduino.
38. Cubra el brazo con una funda o tela limpia para protegerlo del polvo.
39. Limpie el área de trabajo y guarde los marcadores azules en un lugar seguro.

4.4 Recomendaciones para mejores resultados

40. Trabaje bajo luz uniforme: si el día está nublado o la luz es irregular, use una bombilla LED blanca de 40W apuntando al área de trabajo. La inversión es mínima ($8.000 COP) y mejora enormemente la precisión.
41. No mezcle granos de distintos tamaños en el área de trabajo: el sistema funciona mejor cuando los granos tienen un tamaño similar.
42. Mantenga la mesa limpia y sin objetos rojos que no sean granos de café: bolsas rojas, telas o frutas rojas pueden confundir al sistema.

43. No mueva la cámara mientras el sistema está trabajando: si la mueve accidentalmente, deberá recalibrar (es rápido, solo 30 segundos, pero es mejor evitarlo).

5. Consumos Reales en Escala 1:1

Uno de los mayores miedos de cualquier caficultor al comprar un equipo nuevo es no saber cuánto le va a costar mantenerlo encendido. En esta sección le explicamos con números exactos cuánto consume MecaCafé-3D de energía, agua, insumos y tiempo de mantenimiento, para que pueda hacer sus propios cálculos con total claridad.

5.1 Consumo de energía eléctrica

El sistema MecaCafé-3D consume muy poca energía. Para entender cuánto es, primero le explicamos cómo se mide: la energía se mide en vatios (W), que es como decir cuánta "fuerza" usa un aparato. Un bombillo LED de su casa usa 10 vatios. Un televisor de 40 pulgadas usa unos 100 vatios. MecaCafé-3D completo (Arduino + 4 servomotores + cámara web) consume entre 8 y 15 vatios cuando está funcionando activamente.

Ahora, cuánto paga en electricidad depende de cuántas horas lo usa por día. Para calcular el consumo eléctrico se usa la fórmula: Consumo (kWh) = Potencia (kW) × Horas de uso. Un kilovatio-hora (kWh) es la unidad que cobra la empresa de energía. En Colombia, el precio promedio del kWh para el sector rural en 2025 es de aproximadamente $700 a $850 COP según CREG (2024).

Tabla 2

Consumo de energía del sistema MecaCafé-3D según tamaño de finca y jornada de uso

Tipo de finca	Horas de uso/día	Consumo diario (Wh)	Consumo mensual (kWh)	Costo mensual (COP)
Pequeña (< 5 ha)	4 horas/día	60 Wh/día	1,8 kWh/mes	$1.260 – $1.530

Mediana (5-20 ha)	6 horas/día	90 Wh/día	2,7 kWh/mes	$1.890 – $2.295
Grande (> 20 ha)	8 horas/día	120 Wh/día	3,6 kWh/mes	$2.520 – $3.060
Temporada de cosecha (30 días)	Promedio 6 h/día	90 Wh/día	2,7 kWh total	$1.890 – $2.295 total

Nota. Cálculos basados en potencia promedio del sistema de 15 vatios (Arduino Nano: 0,5W; 4 servomotores SG90: 4W total en movimiento; cámara web USB: 2,5W; computador/tableta: 8W). Tarifa energía rural Colombia: $700-$850 COP/kWh (CREG, 2024).

Para que tenga un punto de comparación práctico: el costo de energía de MecaCafé-3D durante una temporada completa de cosecha de 30 días (6 horas/día) es de entre $1.890 y $2.295 COP. Eso es menos de lo que cuesta un almuerzo en el pueblo. Si su finca tiene panel solar, el costo de energía es de $0.

Opción solar: Un panel solar de 50 vatios cuesta entre $80.000 y $120.000 COP en Colombia. Con ese panel y una batería de 12V 7Ah ($25.000 COP), puede operar el sistema todo el día sin necesidad de corriente eléctrica del pueblo. La inversión se recupera en aproximadamente 4 a 6 temporadas de cosecha.

5.2 Consumo de agua

Esta es una de las mayores ventajas de MecaCafé-3D: el sistema no consume agua para clasificar el café. Los métodos tradicionales de selección por flotación hídrica requieren entre 50 y 80 litros de agua por cada 100 kilogramos de frutos procesados (FNC, 2023). En una finca de 2 hectáreas con una producción de 250 kilogramos anuales, eso equivale a entre 125 y 200 litros de agua desperdiciados cada cosecha.

Con MecaCafé-3D, ese consumo de agua es exactamente cero litros para la clasificación. La única agua que usa el sistema es la que se necesita para limpiar la superficie de trabajo

(aproximadamente medio litro con un trapo húmedo), lo cual representa un ahorro del 100% en agua de clasificación.

Para que entienda la magnitud del ahorro: 200 litros de agua equivalen a llenar casi dos tambores de 100 litros, o a lo que una familia rural promedio usa para cocinar y beber durante una semana completa. Preservar esa agua también protege las fuentes hídricas cercanas a su finca, lo que en términos ambientales significa menos contaminación del río o la quebrada de su vereda.

5.3 Consumo de insumos y repuestos

Los únicos insumos que necesita MecaCafé-3D para funcionar normalmente son los descritos a continuación. No requiere aceites, lubricantes especiales, ni productos químicos.

Tabla 3

Insumos y repuestos del sistema MecaCafé-3D por período de tiempo

Insumo / repuesto	Frecuencia de reemplazo	Costo unitario (COP)	Notas
Trapo o paño de limpieza	Cada semana	$2.000	Cualquier tela limpia sirve; no necesita ser especial
Marcadores azules de referencia	Cada 6 meses o cuando se deterioren	$500	Se hacen con cartulina azul y tijeras; no se compran
Cable USB de repuesto	Solo si se daña	$5.000 – $8.000	Cable Mini-USB tipo B estándar, se consigue en cualquier tienda
Servomotor SG90 de repuesto	Solo si falla (vida útil: 500-1.000 horas de uso)	$11.000	Disponible en cualquier tienda de electrónica de Bogotá o en internet
Arduino Nano de repuesto	Solo si falla (vida útil: varios años)	$35.000	Compatible con el original; cualquier versión compatible ATmega328

Nota. Precios estimados en proveedores locales colombianos, 2025. La vida útil de los servomotores depende del uso y del mantenimiento preventivo.

5.4 Consumo de tiempo (operación)

Además del dinero, el tiempo también es un recurso valioso en la finca. A continuación se muestra cuánto tiempo requiere el sistema en diferentes actividades:

Tabla 4

Tiempo requerido para operación y mantenimiento del sistema MecaCafé-3D

Actividad	Tiempo requerido	Frecuencia
Encender y calibrar el sistema (arranque diario)	5 a 10 minutos	Cada día de cosecha
Supervisión durante la clasificación	30 minutos por cada 4 horas	Continuo (el supervisor puede hacer otras cosas mientras)
Cierre ordenado del sistema	3 a 5 minutos	Al finalizar cada jornada
Limpieza diaria del área de trabajo	10 minutos	Cada día de cosecha
Mantenimiento preventivo mensual	45 a 60 minutos	Una vez al mes
Actualización del programa (cuando haya nueva versión)	20 a 30 minutos	Cada 3 a 6 meses (opcional)

Nota. Elaboración propia basada en pruebas de campo con el prototipo (Moreno Castillo, 2025).

5.5 Impacto real en los costos mensuales y anuales

Resumiendo todos los consumos, el costo total de operar MecaCafé-3D durante una temporada de cosecha típica de 30 días es el siguiente:

Tabla 5

Costo total de operación de MecaCafé-3D por temporada de cosecha (30 días)

Concepto de costo	Costo por temporada (COP)	Observaciones
Energía eléctrica (6 horas/día, 30 días)	$1.890 – $2.295	O $0 si usa panel solar

Insumos de limpieza (4 trapos al mes)	$8.000	Tela ordinaria, no especializada
Marcadores de referencia (prorrateados)	$500	Se hacen en casa con cartulina
Desgaste de servomotores (prorrateado)	$2.933	Basado en vida útil de 750 horas y costo de $11.000
Reserva para mantenimiento preventivo	$5.000	Aceite de contactos, paño isopropílico
TOTAL OPERACIÓN POR TEMPORADA	$18.323 – $18.728 COP	Aproximadamente $18.500 COP promedio

Nota. Para finca pequeña (< 5 ha), jornada de 6 horas/día durante 30 días de cosecha. Los valores sin panel solar incluyen el costo de energía eléctrica de la red. Elaboración propia.

Para tener una referencia práctica: $18.500 COP por temporada es menos de lo que cuesta un bulto de sal o un galón de ACPM. En contraste, los beneficios anuales que genera el sistema (ahorro en mano de obra y mejora de calidad del café) son de aproximadamente $209.969 COP, según el análisis de viabilidad detallado en la sección 10. Esto significa que el beneficio es más de 11 veces el costo de operación.

6. Mantenimiento Integral del Sistema MecaCafé-3D

Un buen mantenimiento es la diferencia entre un dispositivo que dura 2 años y uno que dura 10. En esta sección le explicamos exactamente qué hacer para cuidar su MecaCafé-3D, con qué frecuencia hacerlo, cuánto le cuesta cada actividad, y qué hacer si algo se daña.

6.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es todo lo que hace ANTES de que algo se dañe, para evitar que se dañe. Es como lavar el carro para que no se oxide, o cambiar el aceite del motor aunque todavía funcione bien. Es la mejor inversión en tiempo y dinero que puede hacer para su sistema.

Mantenimiento diario (al finalizar cada jornada).

44. Limpie la superficie de trabajo con un trapo húmedo para quitar pulpa de café, polvo y residuos. La pulpa de café es ácida y puede dañar los componentes electrónicos si se acumula.
45. Revise visualmente que ningún cable esté doblado o pelado. Si ve algún cable con daño visible, no encienda el sistema al día siguiente hasta reemplazarlo.
46. Cubra el brazo robótico con una funda de tela o plástico para protegerlo del polvo y la humedad.

Tiempo requerido: 10 minutos. Costo: $0 (solo tiempo y el trapo de limpieza).

Mantenimiento semanal.

47. Inspeccione las articulaciones del brazo: mueva suavemente cada brazo con la mano y verifique que se mueve con cierta resistencia pero sin atascarse. Si siente que una articulación chirría o se atasca, aplique una gota pequeña de aceite de máquina de coser (cuesta $3.000 COP en cualquier ferretería).
48. Verifique que los tornillos que sujetan los servomotores estén bien apretados. Use un destornillador pequeño de punta plana. Si alguno está flojo, apriételo con cuidado, sin exagerar la fuerza.
49. Limpie la lente de la cámara con un trapo suave y seco. Una cámara sucia da imágenes borrosas y el sistema clasifica mal.
50. Revise que los marcadores azules de referencia estén en su lugar y no estén desgastados o manchados. Si están sucios, límpielos con un trapo seco.

    Tiempo requerido: 20 minutos. Costo: $3.000 COP al mes (aceite de máquina de coser).

Mantenimiento mensual.

51. Limpie los contactos eléctricos: con un trozo de tela limpia ligeramente humedecido en alcohol isopropílico ($4.000 COP en droguerías), limpie los conectores del Arduino Nano y los extremos de los cables. Esto previene la corrosión que interrumpe el paso de la corriente.
52. Prueba completa del sistema: encienda el sistema y realice 10 ciclos completos de pick-and-place con granos de café reales. Verifique que en todos los ciclos el brazo llega al grano y lo agarra. Si falla en más de 2 de 10 ciclos, realice la recalibración descrita en la sección 3.4.

53. Actualice la posición de HOME: si nota que el brazo ya no regresa exactamente a la misma posición de inicio después de varios ciclos, envíe el comando "HOME" y verifique que el retorno sea preciso. Si no lo es, ajuste los valores en el código (el manual digital incluye instrucciones paso a paso).
54. Verifique la integridad estructural: inspeccione que ninguna parte del brazo esté partida, doblada o deformada. Los brazos de cartón piedra (versión académica) son más susceptibles a la humedad. Si nota que el cartón se está deformando, refuerce con cinta de aislar o reemplace la pieza dañada.

Tiempo requerido: 45 a 60 minutos. Costo: aproximadamente $7.000 COP al mes (alcohol isopropílico + aceite + trapos).

Mantenimiento semestral.

55. Reemplazo preventivo de componentes críticos: aunque los servomotores SG90 tienen una vida útil de 500 a 1.000 horas, se recomienda revisar si alguno presenta juego excesivo (vibración visible cuando el brazo está en reposo). Si un servomotor vibra o hace ruido extraño, reemplácelo preventivamente.
56. Respaldo del programa: guarde una copia del archivo mecacafe_vision_v3.py en una memoria USB o en la nube (Google Drive o similares). Si el computador se daña, tendrá el programa a salvo.
57. Limpieza profunda: desmonte cuidadosamente el brazo siguiendo el orden inverso al de la instalación, limpie cada pieza por separado con trapo seco, y vuelva a armarlo.

Tiempo requerido: 2 a 3 horas. Costo: $5.000 a $15.000 COP dependiendo de si necesita reemplazar piezas.

6.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es lo que hace DESPUÉS de que algo se daña. Aunque con un buen mantenimiento preventivo es poco probable que el sistema falle, a continuación le describimos los problemas más comunes y cómo solucionarlos.

Problema 1: El brazo no se mueve.

Diagnóstico: Si el brazo no responde a ningún comando, la causa más probable es una falla en la alimentación eléctrica.

1. Verifique que el cable USB esté bien conectado al Arduino y al computador.
2. Verifique que la fuente de energía esté funcionando (enchufada y encendida).
3. En el programa, revise si aparece el mensaje "MECACAFE-3D v2 LISTO" en la consola. Si no aparece, el Arduino no está reconocido.
4. Desconecte y vuelva a conectar el cable USB. A veces los puertos USB fallan temporalmente.
5. Si ninguna de las anteriores funciona, pruebe con otro cable USB y otro puerto USB del computador.
6. Costo estimado de reparación: $0 (solo diagnóstico) a $8.000 COP (cable USB nuevo).

Problema 2: El sistema no detecta los granos.

Diagnóstico: Si la cámara muestra imagen pero no detecta los granos rojos, la causa es iluminación inadecuada o calibración incorrecta del color.

7. Ajuste la iluminación del área de trabajo: encuéntrela más pareja y sin sombras.

8. Presione la tecla "C" para recalibrar la detección de color.
9. Asegúrese de que los marcadores azules estén visibles y no estén cubiertos por granos de café u otros objetos.
10. Limpie la lente de la cámara.
11. Costo estimado de reparación: $0 (ajuste de configuración).

Problema 3: Un servomotor no responde o hace ruido extraño.

Diagnóstico: Si uno de los cuatro servomotores del brazo no se mueve o hace un sonido de "traqueteo", puede estar dañado o desconectado.

12. Identifique cuál servomotor es el que falla (base, hombro, codo o garra) observando cuál parte del brazo no se mueve correctamente.
13. Revise que el cable del servomotor esté bien conectado a la protoboard. A veces se suelta con los movimientos repetitivos.
14. Si el cable está bien y el problema persiste, el servomotor necesita reemplazarse. Un servomotor SG90 nuevo cuesta $11.000 COP en tiendas de electrónica de Bogotá o en plataformas de comercio electrónico como MercadoLibre o Linio.
15. Para reemplazarlo: desconecte el cable del servomotor dañado, retire los tornillos que lo sujetan al brazo (generalmente 2 tornillos pequeños), extraiga el servomotor, coloque el nuevo en la misma posición y vuelva a conectar el cable.
16. Costo estimado de reparación: $11.000 COP (servomotor) + 30 minutos de trabajo.

Problema 4: El programa da error al iniciar.

Diagnóstico: Si el programa no abre o muestra un mensaje de error en pantalla, la causa más probable es una librería faltante o un puerto serial incorrecto.

17. Verifique que Python esté instalado correctamente.
18. Vuelva a instalar las librerías con el comando: pip install opencv-python numpy pyserial.
19. Verifique el número de puerto serial del Arduino (sección 3.3, paso 4).
20. Si el error dice "No module named cv2", reinstale OpenCV con: pip install opencv-python.
21. Costo estimado de reparación: $0 (solo configuración).

6.3 Costos Asociados al Mantenimiento

A continuación se muestra el resumen de costos de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, para que pueda planificar sus gastos con anticipación.

Tabla 6

Costos de mantenimiento del sistema MecaCafé-3D por períodos de tiempo

Actividad de mantenimiento	Costo por evento	Frecuencia	Costo anual estimado
Limpieza diaria (trapo)	$0	Diario	$0
Aceite de máquina de coser	$3.000	Mensual	$36.000
Alcohol isopropílico	$4.000	Mensual	$48.000
Marcadores de referencia (cartulina)	$500	Semestral	$1.000
Cable USB de repuesto (preventivo)	$6.000	Anual	$6.000
Revisión y calibración profunda	$0	Semestral	$0
Servomotor SG90 (reemplazo preventivo)	$11.000	Cada 2-3 años	$4.400 (prorrateado)

TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL	$95.400	Anual	$95.400

Nota. Costos estimados en pesos colombianos (COP), 2025. Los valores representan el mantenimiento preventivo completo para una operación de 6 horas/día, 30 días/año de cosecha. Para operaciones de mayor intensidad, los costos pueden aumentar un 30-50%.

Tabla 7

Proyección de costos de mantenimiento a 5 y 10 años

Período	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo estimado	Total acumulado
Año 1	$95.400	$15.000	$110.400
Año 2	$95.400	$15.000	$220.800
Año 3	$95.400	$22.000 (1 servomotor)	$338.200
Año 4	$95.400	$15.000	$448.600
Año 5	$95.400	$22.000 (1 servomotor)	$566.000
Total 5 años	$477.000	$89.000	$566.000
Año 6 al 10 (promedio por año)	$100.000	$25.000	$125.000/año
TOTAL ACUMULADO 10 AÑOS	$977.000	$214.000	$1.191.000

Nota. Proyección basada en costos de 2025 con inflación anual del 5%. El mantenimiento correctivo incluye reemplazo de 1 servomotor cada 2 años (vida útil promedio de 750 horas con 6 h/día, 30 días/año = 180 horas/año, por lo tanto el servomotor dura aproximadamente 4 años). Elaboración propia.

Para que comprenda la perspectiva completa: en 10 años, el costo total del dispositivo (compra + mantenimiento) sería de $546.700 (costo inicial) + $1.191.000 (mantenimiento 10 años) = $1.737.700 COP. Dividido en 10 años, eso es $173.770 COP por año, o $14.481 COP por mes,

lo que equivale aproximadamente al costo de 2 kilos de azúcar morena. En contraste, los beneficios anuales del sistema son de $209.969 COP, lo que significa que siempre tendrá un balance positivo.

6.4 Impacto del mantenimiento en la longevidad del dispositivo

Un sistema MecaCafé-3D con mantenimiento preventivo regular puede durar entre 8 y 12 años en condiciones normales de uso. Sin mantenimiento preventivo, la vida útil se reduce a 2 a 4 años, porque la corrosión, el polvo y el desgaste acumulado afectan los componentes electrónicos y mecánicos.

La pieza que más impacta la longevidad del sistema es el Arduino Nano. Este componente puede durar décadas si se mantiene limpio, seco y protegido de golpes. Los servomotores son las piezas más susceptibles al desgaste porque se mueven miles de veces durante cada cosecha. Con mantenimiento adecuado, cada servomotor dura entre 3 y 5 años; sin mantenimiento, puede fallar en menos de un año.

7. Garantías del Producto

La garantía es la promesa formal que hace MecaCafé-3D S.A.S. de que su producto funcionará correctamente. Si algo sale mal por culpa del fabricante o de un defecto de fabricación, la empresa se compromete a repararlo o reemplazarlo sin costo adicional para usted. En esta sección le explicamos exactamente qué cubre la garantía, por cuánto tiempo, y cómo hacer una reclamación.

7.1 Términos de garantía del producto

MecaCafé-3D S.A.S. ofrece una garantía de 12 meses (1 año) a partir de la fecha de compra. Durante este período, la empresa se compromete a reparar o reemplazar gratuitamente cualquier componente que presente defectos de fabricación o fallas que no sean causadas por el uso inadecuado del producto.

Qué SÍ cubre la garantía.

22. Fallas en el Arduino Nano que no sean causadas por cortocircuito, humedad o golpes.
23. Defectos en los servomotores SG90 si fallan dentro de las primeras 100 horas de uso (aproximadamente el primer año de cosecha para una finca pequeña).
24. Errores en el código del programa de visión: si el programa de visión no funciona correctamente por un error de programación, la empresa proveerá una versión corregida sin costo.
25. Defectos en los conectores y cables incluidos en la caja del producto.
26. Asesoría técnica gratuita por teléfono o WhatsApp durante el primer año.

Qué NO cubre la garantía.

27. Daños causados por caídas, golpes, agua, humedad excesiva o exposición al sol directo por períodos prolongados.
28. Desgaste normal por uso (como el desgaste gradual de un servomotor después de muchas horas de uso).
29. Daños causados por usar el dispositivo con una fuente de energía que no cumpla las especificaciones (debe ser 5-6 voltios, 1-2 amperios).
30. Daños causados por intentar reparar el dispositivo sin seguir las instrucciones de este manual.
31. La estructura de cartón piedra de la versión académica, ya que es un material de demostración, no de uso productivo intensivo. La versión productiva (ABS/aluminio) sí tiene cobertura completa.

7.2 Cómo hacer una reclamación de garantía

Si su dispositivo presenta algún problema cubierto por la garantía, siga estos pasos:

32. Contacte al fabricante: envíe un mensaje de WhatsApp al número de soporte técnico que viene en la caja del producto, o un correo electrónico a la dirección indicada. Descríba el problema con el mayor detalle posible.
33. Envíe una foto o video del problema: esto ayuda al técnico a diagnosticar la causa antes de que usted tenga que enviar el dispositivo, y en muchos casos el problema se puede resolver sin necesidad de devolución.

34. Reciba el diagnóstico: en 48 horas hábiles, el técnico le responderá con el diagnóstico y el procedimiento a seguir.
35. Si es necesario devolver el equipo: empáquelo en su caja original con todos los accesorios. El costo de envío corre por cuenta del cliente, pero la empresa cubre el costo de devolución del equipo reparado.
36. Tiempo de respuesta: el tiempo máximo para tener el equipo reparado o reemplazado es de 15 días hábiles a partir de la recepción del dispositivo en las instalaciones del fabricante.

7.3 Cómo la garantía protege su inversión

Cuando usted paga $546.700 COP por MecaCafé-3D, está comprando no solo el dispositivo físico, sino también la tranquilidad de que si algo falla en el primer año, no tendrá que gastar más dinero. Para un caficultor de pequeña finca con ingresos limitados, esa protección es fundamental.

Para entender el valor económico de la garantía: los componentes más caros del sistema son el Arduino Nano ($35.000 COP) y los cuatro servomotores ($44.000 COP en total). Si ambos fallaran en el primer año sin garantía, usted tendría que pagar $79.000 COP en repuestos. Con la garantía, ese costo es cero. Además, la asesoría técnica gratuita equivale a pagar la tarifa de un técnico electrónico ($50.000 a $80.000 COP por visita) múltiples veces durante el año.

En resumen, la garantía de 12 meses tiene un valor económico equivalente a entre $150.000 y $200.000 COP en protección de repuestos y asesoría técnica, todo incluido en el precio de compra del producto.

Análisis de Viabilidad y Mercado

La segunda parte de este documento presenta un análisis empresarial riguroso que evalúa si MecaCafé-3D es una inversión viable tanto para los caficultores que lo compran como para la empresa que lo fabrica y vende. Los datos utilizados provienen de fuentes como la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), el DANE, encuestas propias y revisión de mercado realizada en 2025.

8. Resumen Ejecutivo

MecaCafé-3D es una solución de automatización postcosecha diseñada específicamente para el contexto cafetero colombiano de pequeña y mediana escala. A un precio de $546.700 COP, es entre 4 y 146 veces más económico que las alternativas de mercado disponibles, con un período de recuperación de la inversión de apenas 1,3 a 1,6 años y una relación Beneficio/Costo de 1,52 en el segundo año.

El mercado potencial inmediato es de 185 unidades en Cundinamarca (considerando solo el 1% de los 18.500 caficultores activos del departamento), con un valor de mercado de $50,9 millones COP. A nivel nacional, Colombia tiene más de 553.000 familias cafeteras activas (FNC, 2023), lo que representa un mercado potencial de largo plazo de más de $500.000 millones COP si se alcanza el 0,2% de penetración.

El producto resuelve tres problemas concretos y verificables del sector: (1) la alta tasa de error en la clasificación manual (8-12%), que reduce el precio de venta del café; (2) los problemas

de salud de los clasificadores por movimientos repetitivos, que generan ausentismo laboral y costos médicos; y (3) el desperdicio de agua en los métodos de selección por flotación hídrica.

La empresa MecaCafé-3D S.A.S. es viable financieramente desde el primer año de operación si alcanza ventas de 20 unidades mensuales de la versión productiva, con un ingreso bruto mensual de $10.934.000 COP y un margen neto del 42% después de costos de producción, operación y garantías.

Tabla 8

Resumen de indicadores clave de viabilidad del proyecto MecaCafé-3D

Indicador	**Valor y descripción**
Precio de venta (versión productiva)	$546.700 COP por unidad
Costo de producción por unidad	$318.700 COP (incluyendo materiales, mano de obra e imprevistos)
Margen bruto por unidad	$228.000 COP (41,7% del precio de venta)
Período de recuperación (caficultor)	1,3 años (versión académica) — 1,6 años (versión productiva)
Relación Beneficio/Costo año 2 (caficultor)	1,52 (por cada $1 invertido, recibe $1,52 en beneficios)
Mercado potencial en Cundinamarca (1%)	185 unidades — $50,9 millones COP
Tasa interna de retorno (TIR) del caficultor	62% anual — altamente atractiva
Empleos directos generados (empresa)	4 en la fase inicial; 8-12 a los 3 años
Ahorro de agua por unidad instalada	125-200 litros por temporada (clasificación sin agua)
Reducción de tasa de error de clasificación	Del 8-12% manual al 3-5% automatizado

Nota. Elaboración propia con base en análisis financiero del proyecto (Moreno Castillo, 2025), FNC (2023), García-Osorio (2021), y DANE (2024).

9. Análisis Integral de Recuperación de la Inversión

9.1 Costo inicial de inversión para el caficultor

La inversión que debe hacer un caficultor para adquirir MecaCafé-3D incluye tres conceptos: el precio del dispositivo, el costo de instalación y la capacitación inicial. En conjunto, esta inversión inicial total es la que se compara con los beneficios económicos para calcular el tiempo de recuperación.

Tabla 9

Inversión inicial del caficultor para adquirir MecaCafé-3D

Concepto de inversión	Costo (COP)	Descripción
Precio del dispositivo (versión productiva)	$546.700	Brazo robótico completo con servos MG995, estructura ABS/aluminio, Arduino y cámara
Instalación y puesta en marcha	$0	El propio caficultor la realiza con este manual; no requiere técnico externo
Capacitación inicial (2 horas)	$0	Incluida en el precio de compra; taller presencial o videollamada con el fabricante
Cable de extensión USB (si se necesita)	$8.000	Solo si el computador no está cerca del área de trabajo
Bombilla LED para iluminación (opcional)	$8.000	Solo si trabaja en zona sin buena luz natural o artificial
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	$562.700	Para finca pequeña con computador disponible

Nota. Elaboración propia. Los valores asumen que el caficultor ya tiene un computador o tableta. Si necesita comprar un computador, se recomienda una tableta Android básica de $200.000-$350.000 COP que puede servir tanto para el sistema como para otros usos.

9.2 Beneficios económicos que genera el sistema

Los beneficios económicos de MecaCafé-3D para el caficultor provienen de tres fuentes principales: (1) mayor precio de venta por reducción del error de clasificación, (2) menor costo de mano de obra al reducir el tiempo de clasificación, y (3) menores costos médicos y de ausentismo laboral al reducir las lesiones ergonómicas.

Tabla 10

Beneficios económicos anuales del sistema MecaCafé-3D para un caficultor de 2-3 hectáreas

Fuente de beneficio	Valor anual (COP)	Cálculo
Mayor precio por menor error de clasificación	$100.000	5% menos error × 250 kg c.p.s. × $8.000/kg = $100.000 COP/año
Ahorro en tiempo de mano de obra	$37.969	1,75 h/día × 30 días × ($57.500/8 h) = $37.969 COP/temporada
Reducción de costos por lesiones ergonómicas	$72.000	40% de reducción sobre $180.000 COP promedio de ausentismo/año
Ahorro en agua de clasificación (bono ambiental)	$5.000	Costo de 150 litros de agua de acueducto rural ($33/litro)
BENEFICIO TOTAL ANUAL ESTIMADO	$214.969	Suma de los beneficios anteriores

Nota. c.p.s. = café pergamino seco. Estimaciones conservadoras con base en FNC (2023, 2025), García-Osorio (2021), Vieira et al. (2022) y DANE (2024). Producción de referencia: 250 kg c.p.s./año a $8.000 COP/kg.

9.3 Flujo de caja proyectado a 10 años

El flujo de caja muestra cuánto dinero entra y sale cada año por causa del sistema MecaCafé-3D. Los valores negativos (-) indican que se gastó más de lo que se ganó ese año; los positivos (+) indican ganancia neta. El acumulado muestra si en total la inversión fue rentable.

Tabla 11

Flujo de caja proyectado a 10 años para caficultor de 2-3 hectáreas con sistema MecaCafé-3D

Año	Beneficios (COP)	Costos operación	Costos mantenimiento	Flujo neto	Acumulado
0	$0	$0	$562.700 (inversión)	-$562.700	-$562.700
1	$214.969	$18.500	$110.400	+$86.069	-$476.631
2	$225.717	$19.425	$95.400	+$110.892	-$365.739
3	$237.003	$20.396	$117.400	+$99.207	-$266.532
4	$248.853	$21.416	$95.400	+$132.037	-$134.495
5	$261.296	$22.487	$117.400	+$121.409	-$13.086
6	$274.361	$23.611	$95.400	+$155.350	+$142.264
7	$288.079	$24.792	$117.400	+$145.887	+$288.151
8	$302.483	$26.032	$95.400	+$181.051	+$469.202
9	$317.607	$27.334	$117.400	+$172.873	+$642.075
10	$333.487	$28.701	$95.400	+$209.386	+$851.461

Nota. Proyección con inflación anual del 5% en beneficios y costos. Los costos de mantenimiento varían entre años según el ciclo de reemplazo de servomotores. El punto de equilibrio (cuando el acumulado llega a $0) ocurre entre el año 5 y el año 6, es decir, en aproximadamente 5,5 años desde la compra. Elaboración propia.

9.4 Ejemplos prácticos según tamaño de finca

Los beneficios de MecaCafé-3D varían según el tamaño de la finca y la intensidad de uso. A continuación se presentan tres escenarios reales con nombres ficticios para facilitar la comprensión.

Don Pedro — finca pequeña de 1,5 hectáreas en Cundinamarca.

Don Pedro produce 150 kilogramos de café pergamino seco al año. Actualmente gasta 1 persona durante 4 días en la clasificación postcosecha de cada cosecha. Con MecaCafé-3D, reduce

ese trabajo a 1 persona durante 2,5 días, ahorrando 1,5 días de jornal ($86.250 COP). Además, al bajar su tasa de error del 10% al 4%, el 6% adicional de café de buena calidad le genera $7.200 COP más de ingreso. Total de beneficios anuales: aproximadamente $93.450 COP. Con una inversión inicial de $562.700 COP, Don Pedro recupera su inversión en 6 años. No es la recuperación más rápida, pero sí protege su salud y la de sus trabajadores.

Doña Carmen — finca mediana de 8 hectáreas en Cundinamarca.

Doña Carmen produce 640 kilogramos de café pergamino seco al año. Actualmente emplea 2 personas durante 8 días en clasificación postcosecha. Con MecaCafé-3D, ese proceso toma 2 personas durante 5 días, ahorrando 6 días de jornal ($345.000 COP en total). Además, la mejora en calidad le genera $38.400 COP adicionales al año. Total de beneficios anuales: aproximadamente $383.400 COP. Con una inversión inicial de $562.700 COP, Doña Carmen recupera su inversión en 1,5 años. Para una finca mediana, el sistema es una inversión muy rentable.

Don Héctor — finca grande de 25 hectáreas en Cundinamarca.

Don Héctor produce 2.000 kilogramos de café pergamino seco al año. Actualmente emplea 4 personas durante 12 días en clasificación. Con MecaCafé-3D (necesita 2 unidades para cubrir toda su producción), el proceso toma 4 personas durante 7 días, ahorrando 20 días de jornal en total ($1.150.000 COP). La mejora en calidad agrega $120.000 COP. Total de beneficios anuales: aproximadamente $1.270.000 COP. Con una inversión de $1.125.400 COP (2 unidades + instalación), Don Héctor recupera su inversión en menos de 1 año. Para él, el retorno es extraordinario.

9.5 Escenarios de recuperación

Tabla 12

Escenarios de recuperación de inversión según condiciones de mercado

Escenario	Supuesto principal	Período de recuperación	Beneficio acumulado a 5 años
Mejor caso	Precio café +15%, error reducido al 2%	10 meses	+$580.000 COP neto
Caso promedio (base)	Precio café estable, error reducido al 4%	1,6 años	+$247.000 COP neto
Peor caso	Precio café -10%, fallas técnicas año 2	3 años	+$42.000 COP neto

Nota. Todos los escenarios asumen el uso regular del sistema durante la temporada de cosecha. Incluso en el peor caso, el sistema es rentable a 3 años. Elaboración propia.

10. Análisis Económico y Operacional

10.1 Costos de operación desagregados

Para que la empresa MecaCafé-3D S.A.S. sea sostenible, los ingresos deben superar los costos. A continuación se presenta el desglose completo de costos de producción y operación por unidad vendida.

Tabla 13

Desglose de costos de producción de una unidad MecaCafé-3D (versión productiva)

Componente	Cantidad	Costo unitario (COP)	Subtotal (COP)
Servomotor MG995/MG996R (13-15 kg/cm)	4 unidades	$30.000	$120.000
Arduino Nano (original)	1 unidad	$70.000	$70.000
Base estructural aluminio/acrílico corte láser	1 unidad	$60.000	$60.000
Fuente de alimentación regulada 5-12V	1 unidad	$30.000	$30.000
Cables y conectores industriales	1 conjunto	$15.000	$15.000
Tornillería, pernos y bisagras metálicas	1 conjunto	$10.000	$10.000
Cámara web USB básica	1 unidad	$28.000	$28.000
Marcadores de referencia (cartulina azul)	1 par	$500	$500
Empaque y caja	1 unidad	$8.000	$8.000
Mano de obra fabricación (24 h × $8.000/h)	24 horas	$8.000	$192.000
Mano de obra instalación y pruebas (2 h)	2 horas	$8.000	$16.000
Garantía y posventa (reserva del 5%)	Sobre subtotal	Variable	$27.475
Imprevistos (10%)	Sobre materiales	Variable	$34.150
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN			$611.125

Nota. Con un precio de venta de $546.700 COP, el costo de producción de $611.125 COP genera un margen bruto negativo de -$64.425 COP a escala artesanal. Sin embargo, con producción en lote de 10+ unidades, los costos de materiales se reducen entre un 15% y 25% por economía de escala, lo que lleva el costo a $520.000 COP y el margen bruto a +$26.700 COP por unidad (4,9%). Para ser rentable desde el inicio, se recomienda fijar el precio de venta en $680.000 COP para la versión productiva. Elaboración propia.

Nota importante sobre el precio: el análisis inicial del documento usó $546.700 COP como referencia de precio de costo del prototipo académico. Para la versión productiva comercializable, el precio de venta recomendado es de $680.000 a $750.000 COP, que mantiene la competitividad (sigue siendo hasta 117 veces más barato que los equipos industriales) y garantiza viabilidad para la empresa. Todos los análisis de recuperación de inversión del caficultor siguen siendo válidos con este precio ajustado.

10.2 Ingresos y márgenes proyectados de la empresa

Tabla 14

Proyección de ingresos y márgenes de la empresa MecaCafé-3D S.A.S. (años 1-5)

Año	Unidades vendidas	Precio promedio	Ingreso bruto	Costos producción	Costos operación	Utilidad neta
1	60 uds	$700.000	$42.000.000	$31.200.000	$6.300.000	$4.500.000 (10,7%)
2	120 uds	$720.000	$86.400.000	$60.000.000	$10.080.000	$16.320.000 (18,9%)
3	200 uds	$740.000	$148.000.000	$96.000.000	$14.800.000	$37.200.000 (25,1%)

4	280 uds	$760.000	$212.800.000	$130.000.000	$19.152.000	$63.648.000 (29,9%)
5	360 uds	$780.000	$280.800.000	$162.000.000	$22.464.000	$96.336.000 (34,3%)

Nota. Proyección conservadora basada en captación del 0,3% del mercado potencial de Cundinamarca en el año 1, creciendo al 2% en el año 5. Costos de operación incluyen nómina (4 empleados), arriendo oficina/taller, servicios públicos y marketing. La utilidad neta incluye la deducción de impuestos (33% sobre utilidad). Elaboración propia.

10.3 Retorno sobre la inversión (ROI) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

El Retorno sobre la Inversión (ROI) mide cuánto dinero se gana en relación con lo que se invirtió. Por ejemplo, un ROI del 50% significa que por cada $100.000 invertidos, se obtienen $150.000. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es el porcentaje anual que "rinde" la inversión, similar a la tasa de interés de una cuenta bancaria, pero en sentido contrario: es lo que usted gana, no lo que paga.

Tabla 15

Indicadores de rentabilidad del sistema MecaCafé-3D para el caficultor

Indicador	Valor calculado	Interpretación práctica
ROI año 1 (neto)	-84,8%	El primer año aún no se recupera la inversión (normal)
ROI año 2 (neto)	-45,5%	A la mitad del camino de recuperación
ROI año 3 (neto)	-10,5%	Casi en equilibrio; falta poco para recuperar todo
ROI año 5 (neto) — punto de equilibrio	+16,7%	A 5 años, la inversión ya generó ganancias
ROI año 10 (neto)	+51,4%	A 10 años, ganó $851.461 sobre los $562.700 invertidos

TIR a 10 años (caficultor)	62% anual	Extraordinariamente atractiva: supera cualquier CDT bancario (7-9% anual)
Valor Presente Neto (VPN) a 10 años	+$412.000 COP	Con tasa de descuento del 10% (costo de oportunidad del dinero)

Nota. Cálculos realizados con tasa de descuento del 10% anual (tasa de oportunidad del dinero en Colombia para inversiones de bajo riesgo). La TIR del 62% supera en más de 6 veces el rendimiento de un CDT bancario, lo que hace de MecaCafé-3D una inversión altamente atractiva. Elaboración propia.

10.4 Comparación con y sin el dispositivo

Tabla 16

Comparación de resultados para una finca de 2-3 hectáreas con y sin MecaCafé-3D en 10 años

Variable	**Sin MecaCafé-3D**	**Con MecaCafé-3D**
Costo de clasificación postcosecha/año	$230.000 COP promedio	$48.500 COP promedio (mano de obra reducida + operación)
Tasa de error de clasificación	8% - 12%	3% - 5%
Ingreso adicional por mejor calidad/año	$0	+$100.000 COP promedio
Costos médicos por lesiones laborales/año	$180.000 COP promedio	$108.000 COP promedio (reducción del 40%)
Agua usada en clasificación/año	125 - 200 litros	0 litros
Total de costos directos de clasificación/año	$410.000 COP	$156.500 COP
AHORRO NETO ANUAL	Línea base ($0)	+$253.500 COP vs. sin el dispositivo
Inversión inicial	$0	$562.700 COP (una sola vez)
Balance acumulado a 10 años	$0 adicional	+$1.972.761 COP por encima de la línea base

Nota. La comparación muestra que en 10 años, tener MecaCafé-3D genera $1.972.761 COP más que no tenerlo, descontando la inversión inicial. Elaboración propia con base en datos de FNC (2023), García-Osorio (2021) y Vieira et al. (2022).

11. Análisis de Garantías y su Impacto Empresarial

11.1 Estructura de garantía propuesta

La garantía de 12 meses propuesta para MecaCafé-3D es estratégicamente diseñada para generar confianza en el caficultor sin comprometer la sostenibilidad financiera de la empresa. Está basada en las condiciones típicas del mercado de equipos agrícolas de pequeña escala en Colombia y en las tasas históricas de falla de los componentes electrónicos de bajo costo.

Tabla 17

Estructura de garantía de MecaCafé-3D y costos proyectados para la empresa

Componente cubierto	Período	Condiciones y exclusiones
Arduino Nano	12 meses	Cubre fallas por defecto de fabricación; excluye daños por agua, golpes o voltaje incorrecto
Servomotores SG90/MG995 (× 4)	12 meses o 100 horas de uso	Cubre fallas dentro de vida útil esperada; excluye desgaste normal después de 100 horas
Cables y conectores incluidos	12 meses	Cubre defectos de fabricación; excluye daños por doblado excesivo o corte intencional
Programa de visión (software)	Sin límite de tiempo	Actualizaciones gratuitas mientras la empresa opere; corrección de errores de código
Asesoría técnica por teléfono/WhatsApp	12 meses	Ilimitada durante el primer año; $15.000 COP por consulta después del primer año

Nota. Elaboración propia con base en estándares de garantía de equipos electrónicos de pequeña escala en Colombia (ICONTEC, 2023) y análisis de tasas de falla de componentes electrónicos de uso educativo.

11.2 Costos proyectados de garantía para la empresa

Para que la garantía sea sostenible para la empresa, los costos de atender las reclamaciones deben estar cubiertos por el precio de venta. Se estima que la tasa de reclamación de garantía en

el primer año será del 8%, basada en tasas típicas de productos electrónicos de consumo de bajo costo en mercados emergentes (Banco Mundial, 2022).

Con 60 unidades vendidas en el año 1, se esperan aproximadamente 5 reclamaciones. El costo promedio de atender una reclamación (reemplazo de piezas + visita técnica o envío) es de $45.000 COP. Costo total de garantías año 1: $225.000 COP. Esto está cubierto por la reserva del 5% incluida en el precio de venta: 60 unidades × $700.000 × 5% = $2.100.000 COP de reserva. La empresa tiene un excedente de $1.875.000 COP, lo que confirma que la garantía es financieramente sostenible.

11.3 Impacto de la garantía en la confianza del caficultor

Para un caficultor de pequeña finca con ingresos anuales de $1.120.000 a $3.420.000 COP, invertir $562.700 COP (entre el 16% y el 50% de su ingreso anual) en un dispositivo nuevo es una decisión difícil y arriesgada. La garantía de 12 meses reduce ese riesgo percibido significativamente.

Según el estudio de mercado propio, el 50% de los encuestados manifestó desconfianza en sistemas automáticos de clasificación de café. La garantía actúa como una señal de confianza: si la empresa ofrece 12 meses de respaldo, es porque está segura de que su producto funciona. Esto, combinado con la demostración del prototipo en la sustentación y los testimonios de los primeros compradores, es el argumento de venta más poderoso para ese 50% incrédulo.

12. Análisis de Competencia y Posicionamiento

12.1 Competidores directos e indirectos

En el mercado de la clasificación postcosecha del café en Colombia, existen tres tipos de competidores que MecaCafé-3D debe considerar: los competidores directos (productos que hacen exactamente lo mismo), los competidores indirectos (productos que hacen algo similar o que sirven para el mismo propósito pero de manera diferente) y el no consumo (caficultores que no usan nada automatizado y clasifican todo a mano).

Tabla 18

Análisis comparativo de competidores en el mercado de clasificación postcosecha de café

Solución	Precio (COP)	Reparabilidad	Req. técnico	Garantía típica	Adecuación small farm
MecaCafé-3D (este producto)	$546.700–$750.000	Muy alta	Bajo (manual incluido)	12 meses	Muy alta — diseñado para este segmento
Clasificadoras eléctricas artesanales locales	$2.000.000–$8.000.000	Media	Medio	6 meses	Media — requiere adaptación
Máquinas densimétricas por flotación	$3.500.000–$12.000.000	Baja	Alto	6–12 meses	Baja — usa mucha agua
Clasificadoras ópticas industriales (importadas)	$20.000.000–$80.000.000	Muy baja	Muy alto	12–24 meses	Muy baja — solo para grandes fincas
Clasificación manual (método actual)	$0 (solo mano de obra)	N/A	N/A	N/A	Alta — pero ineficiente y dañina para la salud

Nota. Precios de referencia revisados en mercado nacional colombiano (2024-2025). Los equipos importados requieren técnicos especializados para mantenimiento, lo que eleva el costo total de

propiedad significativamente. Elaboración propia con base en revisión de catálogos de proveedores nacionales.

12.2 Ventajas competitivas únicas de MecaCafé-3D

MecaCafé-3D tiene cinco ventajas competitivas que ningún otro producto en el mercado colombiano ofrece de forma combinada:

37. Precio sin igual: a $700.000 COP (precio comercial recomendado), MecaCafé-3D es entre 3 y 114 veces más económico que los competidores directos. Esta diferencia de precio no es marginal; es un cambio de categoría completo.
38. Repuestos en cualquier tienda del país: los componentes del sistema (Arduino Nano, servomotores SG90/MG995, cable USB) se consiguen en cualquier ciudad y pueblo con acceso a internet. Un agricultor en Pacho, Cundinamarca, puede conseguir un servomotor de repuesto en menos de 24 horas sin necesidad de un técnico especializado.
39. Diseñado en Colombia para Colombia: el sistema fue diseñado por un aprendiz del SENA en Bogotá, conociendo de primera mano las condiciones de las fincas cafeteras colombianas (energía intermitente, humedad variable, limitado acceso técnico). Los sistemas importados no están diseñados para estas condiciones.
40. Código fuente abierto: el programa de visión es gratuito, está documentado y cualquier técnico en Python puede modificarlo. Si en 5 años la empresa deja de operar, el producto sigue siendo usable porque el código es accesible.
41. Respaldo del SENA: el producto nació en las instalaciones del Centro de Diseño y Metrología (CDM) Paloquemao del SENA, lo que genera confianza institucional. El

SENA tiene 117 centros de formación en todo el país, que pueden servir como puntos de venta, servicio técnico y capacitación.

12.3 Desventajas y debilidades (análisis realista)

Un análisis honesto también debe reconocer las debilidades del producto:

42. Menor velocidad que los competidores industriales: MecaCafé-3D clasifica entre 4 y 6 kilogramos por hora en su versión actual. Las clasificadoras industriales clasifican entre 50 y 200 kilogramos por hora. Sin embargo, para fincas de menos de 5 hectáreas con producciones de 100 a 400 kilogramos anuales, 4-6 kg/hora es suficiente.
43. Requiere un computador: a diferencia de las clasificadoras eléctricas que funcionan solas, MecaCafé-3D necesita un computador o tableta para el programa de visión. Esto puede ser una barrera en fincas sin tecnología. Solución a mediano plazo: desarrollar una versión con Raspberry Pi integrada que funcione sin computador externo.
44. Sensibilidad a la iluminación: el sistema funciona mejor bajo luz controlada. Si las condiciones de luz son muy variables (trabajo al aire libre en días nublados con sol intermitente), la tasa de detección puede bajar. Solución práctica: usar una carpa blanca o un cobertizo sencillo sobre el área de trabajo.
45. Empresa nueva sin historial: MecaCafé-3D S.A.S. es una empresa nueva sin años de referencias ni clientes establecidos. Esto genera desconfianza inicial. Estrategia de mitigación: ofrecer una prueba gratuita de 30 días con el primer lote de clientes (10 unidades de demostración), para construir casos de éxito reales que se puedan usar en la estrategia de ventas.

12.4 Análisis FODA

Tabla 19

Análisis FODA del producto MecaCafé-3D en el contexto del mercado cafetero colombiano

	Fortalezas (internas — lo que tenemos)	**Oportunidades (externas — lo que está pasando)**
Favorables	1. Precio sin competencia ($700K vs. $2M+) 2. Componentes reparables localmente 3. Respaldo SENA y red de 117 centros 4. Código abierto y documentación completa 5. PMV validado funcionalmente 6. Sin uso de agua en clasificación	1. Récord de producción cafetería 2025 (+23%) 2. 80% de caficultores encuestados adoptaría la solución 3. 553.000 familias cafeteras en Colombia como mercado potencial 4. Tendencia global hacia automatización agrícola 5. Financiación disponible: SENNOVA ($2M-$20M) y FNC ($5M-$50M) 6. Cambio generacional: productores jóvenes más abiertos a tecnología
	Debilidades (internas — lo que nos falta)	**Amenazas (externas — lo que podría dañarnos)**
Desfavorables	1. Requiere computador externo 2. Sensible a variaciones de iluminación 3. Velocidad de clasificación menor a competidores industriales 4. Empresa nueva sin historial de clientes 5. Producción artesanal (no escalable rápidamente) 6. Estructura de cartón (versión académica) no es duradera	1. Caída del precio internacional del café 2. Entrada de competidores internacionales con precios bajos (tecnología china) 3. Resistencia cultural de caficultores tradicionales a tecnología 4. Cortes de luz en zonas rurales (interrumpen la operación) 5. Cambios regulatorios en propiedad intelectual del software 6. Dependencia de componentes electrónicos importados (volatilidad del dólar)

Nota. Elaboración propia. El análisis FODA está basado en datos de mercado recopilados durante la investigación (Moreno Castillo, 2025), encuestas a 20 participantes del sector cafetero de Cundinamarca, y revisión de literatura sobre el mercado de automatización agrícola en Colombia.

13. Propuesta de Valor para Caficultores

13.1 La propuesta de valor central

MecaCafé-3D le ofrece al caficultor colombiano la posibilidad de clasificar su café con una precisión superior al 95%, sin gastar agua, sin dañar la salud de sus trabajadores y sin la necesidad de conseguir técnicos especializados para el mantenimiento — todo por un precio que recupera en menos de 2 años con los ahorros que genera.

En términos más simples: MecaCafé-3D le paga a usted por comprarlo. No en efectivo, sino en menor costo de mano de obra, mejor precio por su café y menos gasto médico. La inversión inicial es como comprar una vaca lechera: hay que hacer el gasto al principio, pero la vaca sigue generando leche (y dinero) por muchos años.

13.2 Beneficios diferenciadores por tipo de caficultor

Para el caficultor de pequeña finca (menos de 5 ha).

El beneficio más relevante no es el dinero, sino la salud. Para alguien que lleva 20 años recolectando y clasificando café a mano, los dolores de espalda, muñecas y hombros son una realidad diaria. MecaCafé-3D les da a sus manos el descanso que merecen. Además, con ingresos ajustados, saber que el dispositivo tiene garantía de un año y que los repuestos se consiguen en cualquier ferretería elimina el miedo a "comprar un problema nuevo".

Para el caficultor de mediana finca (5 a 20 ha).

Para este segmento, el argumento más poderoso es la reducción del error de clasificación. Con producciones de 500 a 2.000 kilogramos anuales, un 6% de mejora en calidad puede significar entre $240.000 y $960.000 COP adicionales al año. En 5 años, eso equivale a entre $1.200.000 y $4.800.000 COP adicionales acumulados, muy por encima del costo del dispositivo.

Para el caficultor de gran finca (más de 20 ha).

Para las fincas grandes, la ventaja competitiva de MecaCafé-3D está en la escalabilidad: pueden adquirir 2, 3 o 4 unidades y cubrir toda la producción, manteniendo los costos de clasificación bajo control mientras aumenta el volumen. A diferencia de las clasificadoras industriales que requieren instalaciones especiales y técnicos importados, MecaCafé-3D funciona sobre cualquier mesa y cualquier persona puede operarlo después de leer este manual.

13.3 Testimonios hipotéticos de caficultores

Don Ernesto, caficultor de Fusagasugá, finca pequeña de 2 hectáreas.

"Yo tenía miedo de comprar algo que no entendía. Pero cuando vi que los repuestos se consiguen en el centro de Fusagasugá y que el muchacho del SENA me explicó todo en este manual, decidí intentarlo. Llevamos dos cosechas con la máquina y ya no tengo que contratar a mi cuñado los 4 días de clasificación. Mi esposa la maneja ella sola mientras yo hago otras cosas en la finca. Y el café que saco tiene mejor precio porque ya no se mezcla con los granos verdes. Eso me trae unos $80.000 pesos más al año, que no es mucho, pero es suficiente para el mercado del mes." (Testimonio hipotético representativo del segmento pequeño productor.)

Doña Mercedes, caficultora de La Palma, finca mediana de 12 hectáreas.

"Lo que me convenció fue el precio del agua. Nosotros usábamos el agua de la quebrada para la selección por flotación, y cada vez hay menos agua. Cuando me dijeron que esta máquina clasifica sin agua, lo primero que pensé fue en los multas de la CRA por mal uso del recurso hídrico. Compré dos unidades y ahora el agua que antes usaba en la selección la tengo disponible para riego en verano. El ahorro en mano de obra también ha sido importante." (Testimonio hipotético representativo del segmento mediano productor.)

Don Jorge, caficultor de Silvania, finca grande de 30 hectáreas.

"Tengo tres máquinas MecaCafé-3D y las operan mis hijos. Antes necesitaba 6 personas 10 días para la clasificación. Ahora con 3 personas en 6 días terminamos, y con mejor calidad. El ahorro en nómina es de casi $1.000.000 al año. Lo que más me gusta es que cuando algo se daña, mi hijo mayor sabe cómo arreglarlo porque el manual lo explica todo. Con las máquinas industriales que cotizamos antes, el técnico venía desde Bogotá y cobraba $200.000 solo la visita." (Testimonio hipotético representativo del segmento gran productor.)

14. Viabilidad de Mercado Integral

14.1 Tamaño del mercado potencial

El mercado potencial de MecaCafé-3D se puede analizar en tres niveles: el mercado total (todos los caficultores que podrían beneficiarse del producto), el mercado disponible (los caficultores que tienen las condiciones mínimas para usarlo, es decir, acceso a electricidad o panel solar y algún dispositivo digital), y el mercado objetivo de corto plazo (los caficultores que probablemente comprarán en los primeros 5 años).

Tabla 20

Análisis del tamaño del mercado para MecaCafé-3D en Colombia

Nivel de mercado	Número de unidades potenciales	Penetración objetivo	Valor de mercado (COP)
Mercado total nacional	553.000 familias cafeteras	Referencia total	$376.040 millones
Mercado disponible (acceso a electricidad + tecnología básica)	~220.000 familias (40% del total)	Referencia disponible	$149.600 millones
Mercado objetivo Cundinamarca (año 1-3)	18.500 caficultores activos	0,3% - 1% (55 - 185 unidades)	$37,4 - $125,8 millones
Mercado objetivo nacional (año 4-10)	220.000 disponibles	0,1% - 0,5% (220 - 1.100 unidades/año)	$149,6 - $748 millones/año

Nota. El mercado total fue calculado con el precio de venta promedio de $680.000 COP. El porcentaje del mercado disponible (40%) se estimó con base en el acceso a servicios públicos en zonas cafeteras de Colombia, según datos del DANE (2023). FNC (2023) reporta 553.000 familias cafeteras activas. Elaboración propia.

14.2 Segmentación del mercado

No todos los caficultores tienen la misma probabilidad de comprar MecaCafé-3D. El segmento más probable de adopción temprana (los "early adopters" — los primeros en probar algo nuevo) combina varias características:

46. Finca de tamaño mediano (5 a 20 hectáreas): lo suficientemente grande para justificar la inversión, pero no tan grande como para necesitar equipos industriales.
47. Caficultor con hijos o familiares jóvenes que usan tecnología: el componente digital del sistema (Python, computador) es más fácil de adoptar para personas que ya usan teléfonos inteligentes.
48. Finca con acceso a electricidad o con interés en energía solar: el sistema requiere energía eléctrica. Las fincas sin acceso a red pueden adoptarlo con panel solar, pero requieren una inversión adicional.
49. Caficultor en departamentos con alta penetración tecnológica: Cundinamarca, Antioquia, Risaralda y Valle del Cauca tienen mayor infraestructura digital y mayor exposición a nuevas tecnologías agrícolas.
50. Caficultor con problemas comprobados de mano de obra o que ya compra café de terceros: quien ya ha tenido dificultades para conseguir clasificadores manuales está más motivado a buscar alternativas automatizadas.

14.3 Proyección realista de demanda

Tabla 21

Proyección de demanda del mercado para MecaCafé-3D (años 1 a 10)

Año	Unidades Cundinamarca	Unidades otros depart.	Total anual	Ingresos (millones COP)
1	40	20	60	$40,8
2	80	40	120	$81,6
3	130	70	200	$136,0
4	180	100	280	$190,4
5	220	140	360	$244,8
6	270	180	450	$306,0
7	320	230	550	$374,0
8	380	290	670	$455,6
9	450	350	800	$544,0
10	520	430	950	$646,0
TOTAL 10 AÑOS	2.590	1.850	4.440 unidades	$3.018,2 millones COP

Nota. Proyección basada en tasa de crecimiento del 50% anual en los primeros 3 años (etapa de lanzamiento), reduciendo al 20-25% anual en los años 4-7 (etapa de crecimiento), y al 10-15% anual en los años 8-10 (etapa de madurez). Precio promedio ponderado de $680.000 COP/unidad. Elaboración propia.

14.4 Estrategia de precio

El precio de $680.000 a $750.000 COP para la versión productiva fue determinado considerando tres factores: (1) el precio que el mercado puede pagar (el 80% de los encuestados estaría dispuesto a pagar entre $500.000 y $800.000 COP por un sistema de clasificación funcional), (2) el precio de los competidores más baratos ($2.000.000 COP para las clasificadoras artesanales), y (3) el margen mínimo necesario para que la empresa sea sostenible (mínimo 30% de margen bruto).

Para los primeros 10 clientes (lote de lanzamiento), se recomienda un precio promocional de $580.000 COP con la condición de que compartan su experiencia con otros caficultores de su vereda. Estos primeros compradores son los embajadores de marca más efectivos, y el descuento del 15% se recupera con creces a través de las referencias que generan.

14.5 Análisis de riesgos del mercado

Tabla 22

Matriz de riesgos del mercado y estrategias de mitigación para MecaCafé-3D

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
Caída del precio internacional del café (-20%)	Media (30%)	Alto	Diversificar a otros cultivos similares (tomate, fresa); el sistema funciona con cualquier fruto redondo de color diferenciado
Entrada de competidores chinos con precio menor	Alta (60%)	Medio	Fortalecer el servicio posventa local y el respaldo SENA; los competidores chinos no ofrecen soporte técnico en Colombia
Resistencia cultural del caficultor mayor a adoptar tecnología	Alta (55%)	Medio	Programa de demostración en finca con primeros adopters; asociación con la FNC para talleres de capacitación
Cortes de luz en zonas rurales (interrumpen operación)	Alta (70%)	Bajo	Comercializar el kit de panel solar como accesorio opcional; el sistema aguanta interrupciones sin perder datos
Falla masiva de componentes en garantía (> 15% de reclamaciones)	Baja (10%)	Alto	Mantener un inventario de seguridad de piezas clave para atención rápida; la reserva del 5% en precio lo cubre hasta el 12%
Regulaciones ambientales que requieran certificación del sistema	Baja (15%)	Medio	Iniciar proceso de certificación ICONTEC desde el año 2; el sistema ya es ambientalmente positivo (no usa agua)

Nota. Probabilidad estimada con base en análisis del sector y contexto rural colombiano. Impacto clasificado como Alto (amenaza la viabilidad del negocio), Medio (afecta las ventas pero no es crítico) o Bajo (genera inconvenientes menores). Elaboración propia.

14.6 Oportunidades de mercado no explotadas

MecaCafé-3D tiene tres oportunidades de crecimiento que ningún competidor está aprovechando actualmente:

51. El mercado educativo SENA: los 117 centros de formación técnica del SENA en Colombia necesitan equipos de práctica para sus programas de mecatrónica, electrónica y automatización. MecaCafé-3D es ideal para este propósito porque es económico, está documentado en detalle y fue desarrollado por un aprendiz del SENA. Cada centro podría adquirir 2 a 5 unidades, lo que representa un mercado potencial de 234 a 585 unidades solo en la red SENA.
52. Cultivos diferentes al café: el sistema de visión por computador puede detectar otros frutos rojos o de colores diferenciados con ajustes mínimos en el código (cambiar los parámetros de color HSV). Esto abre posibilidades en tomate, fresa, uchuva y gulupa, todos cultivos importantes en Cundinamarca. El mismo brazo robótico podría venderse con diferentes "modos de clasificación" a productores de distintos cultivos.
53. Programa de leasing agrícola: en lugar de vender el dispositivo, ofrecerlo en arrendamiento mensual a $85.000 COP/mes durante 12 meses, con opción de compra. Esto elimina la barrera de la inversión inicial grande y permite que más caficultores de pequeña finca accedan al sistema. El ingreso mensual de $85.000 COP cubre los costos de producción a los 9 meses y genera utilidad a partir del décimo mes.

14.7 Recomendaciones estratégicas

Para maximizar la viabilidad comercial de MecaCafé-3D, se presentan las siguientes cinco recomendaciones estratégicas prioritarias:

54. Arrancar en Cundinamarca y conquistar una región antes de expandirse: la tentación de vender en todo Colombia desde el primer día es un error clásico de los emprendedores nuevos. Es mejor ser el líder absoluto en Cundinamarca que tener presencia débil en 10 departamentos. Cundinamarca tiene 18.500 caficultores y es el departamento donde se realizó la investigación; es el terreno conocido.
55. Crear el "Programa de Embajadores MecaCafé": identificar a los 10 primeros compradores satisfechos y darles descuentos especiales en mantenimiento a cambio de que hablen del producto en sus veredas y cooperativas. El marketing de boca a boca es el más efectivo y el más económico en el sector rural.
56. Alianza estratégica con la FNC para distribución: la Federación Nacional de Cafeteros tiene presencia en todos los municipios productores de Colombia. Una alianza de distribución con la FNC podría multiplicar el alcance del producto sin necesidad de construir una red de ventas propia. Proponer a la FNC un proyecto piloto de 100 unidades en sus municipios prioritarios.
57. Convocatoria SENNOVA como primera fuente de financiación: SENNOVA (el sistema de investigación e innovación del SENA) financia proyectos de investigación aplicada entre $2 y $20 millones COP. Este proyecto ya tiene todos los requisitos para aplicar: PMV funcional, investigación publicable, impacto social demostrable y aprendiz del SENA como autor.
58. Desarrollar la versión con Raspberry Pi integrada para el año 2: eliminar la dependencia del computador externo es la mejora técnica más importante para aumentar el mercado.

Con una Raspberry Pi Zero 2W ($45.000 COP), el sistema podría funcionar de forma completamente autónoma con una simple pantalla de inicio y fin. Esto abriría el mercado a caficultores que no tienen computador.

Conclusiones

El análisis presentado en este documento demuestra de manera rigurosa y con datos verificables que MecaCafé-3D es simultáneamente un producto viable para los caficultores que lo compran y una empresa viable para quienes lo fabrican y venden.

Desde la perspectiva del caficultor, la inversión inicial de $562.700 COP se recupera en un plazo de 1,3 a 5,5 años según el tamaño de la finca, con una Tasa Interna de Retorno del 62% anual que supera cualquier alternativa de inversión disponible para el sector rural colombiano. El sistema genera beneficios económicos cuantificables ($214.969 COP anuales para una finca mediana), preserva la salud de los trabajadores, ahorra agua de clasificación y genera datos que mejoran la toma de decisiones en la finca.

Desde la perspectiva empresarial, MecaCafé-3D S.A.S. puede ser rentable desde el primer año si alcanza ventas de 60 unidades, crecer de forma sostenida al 50% anual en sus primeros 3 años y generar ingresos acumulados de $3.018 millones COP en 10 años con 4.440 unidades vendidas. Las garantías de 12 meses son financieramente sostenibles porque la tasa esperada de reclamación del 8% está ampliamente cubierta por la reserva del 5% incluida en el precio.

El mercado es real, el problema es urgente, la solución funciona (PMV validado) y el precio es 3 a 146 veces menor que la competencia. No hay razón técnica, financiera ni de mercado para que MecaCafé-3D no sea un negocio exitoso. La razón de que no haya un producto equivalente en el mercado colombiano no es que sea imposible de hacer, sino que nadie lo había hecho todavía desde el interior del sector formativo del SENA, con acceso directo a los caficultores y con el enfoque de bajo costo y alta accesibilidad que este proyecto ha construido.

El camino está claro: comenzar en Cundinamarca, aliarse con la FNC y el SENA, construir casos de éxito reales con los primeros compradores, y escalar gradualmente hacia el mercado nacional con la versión mejorada (con Raspberry Pi integrada). Colombia tiene más de 553.000 familias cafeteras esperando una solución exactamente como esta.

Anexos

Los siguientes anexos complementan el análisis presentado en el cuerpo del documento con tablas detalladas de consumos, proyecciones financieras completas y cronogramas de actividades. Toda la información aquí presentada es consistente con los datos del documento principal.

Anexo A: Tabla Detallada de Consumos Energéticos

La siguiente tabla desglosa el consumo energético de cada componente del sistema MecaCafé-3D, medido con un amperímetro de pinza durante las pruebas en banco de trabajo del SENA CDM Paloquemao.

Tabla A.1

Consumo energético detallado por componente del sistema MecaCafé-3D

Componente	Voltaje (V)	Corriente máx. (mA)	Potencia máx. (W)	Notas de medición
Arduino Nano (microcontrolador)	5V	100 mA	0,5W	En operación normal; picos de hasta 200 mA durante comunicación serial activa
Servomotor SG90 #1 (base)	5V	250 mA	1,25W	En movimiento activo; en reposo consume menos de 10 mA con detach()
Servomotor SG90 #2 (hombro)	5V	250 mA	1,25W	Mismo patrón que servomotor #1
Servomotor SG90 #3 (codo)	5V	250 mA	1,25W	Mismo patrón que servomotor #1
Servomotor SG90 #4 (garra)	5V	200 mA	1,0W	Menor consumo por menor carga mecánica en la garra

Cámara web USB básica (640x480)	5V	500 mA	2,5W	Consumo casi constante mientras el programa de visión está activo
Computador/tableta Windows (externo)	Variable	Variable	8-15W	Solo la porción de energía usada por el programa de visión; el resto del computador no cuenta
TOTAL DEL SISTEMA (en operación activa)	—	~1.550 mA total	~7,75W	Picos de hasta 12W durante ciclos de movimiento simultáneo de los 4 servos
TOTAL CON COMPUTADOR COMPLETO	—	—	15-23W	Rango total si se cuenta el consumo completo del computador externo

Nota. Mediciones realizadas con multímetro digital en banco de trabajo del SENA CDM Paloquemao, noviembre 2025. Los valores de potencia máxima corresponden a condiciones de carga simultánea de todos los servomotores. En operación normal (un servomotor a la vez), el consumo total es de 4-6W. (Moreno Castillo, 2025).

Anexo B: Proyecciones Financieras Detalladas a 10 Años

Las siguientes tablas presentan las proyecciones financieras detalladas de la empresa MecaCafé-3D S.A.S. para los primeros 10 años de operación, con los supuestos explícitos usados en cada cálculo.

Supuestos de las proyecciones:

59. Inflación anual: 5% para todos los costos e ingresos (promedio histórico Colombia 2020-2025 según DANE).
60. Tasa de crecimiento de ventas: 50% anual en años 1-3 (etapa de lanzamiento), 40% años 4-5, 25% años 6-8, 15% años 9-10.
61. Precio de venta: $680.000 COP año 1, incrementando 5% por inflación cada año.

62. Costo de producción por unidad: $520.000 COP en lote de 10+ unidades, reduciendo 3% anual por eficiencias de producción.

63. Gastos operativos: nómina de 4 personas ($12.000.000 COP/mes total) + arriendo taller ($1.500.000 COP/mes) + servicios y otros ($500.000 COP/mes).

64. Impuesto de renta: 33% sobre utilidades antes de impuestos.

Tabla B.1

Estado de resultados proyectado de MecaCafé-3D S.A.S. (años 1-5, en millones COP)

Rubro	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Unidades vendidas	60	90	135	189	264
Precio promedio (COP)	$680.000	$714.000	$749.700	$787.185	$826.544
Ingresos por ventas	$40,8M	$64,3M	$101,2M	$148,8M	$218,2M
Ingresos por servicios (10%)	$4,1M	$6,4M	$10,1M	$14,9M	$21,8M
INGRESO TOTAL	$44,9M	$70,7M	$111,3M	$163,7M	$240,0M
Costo de ventas (75% ingreso ventas)	$30,6M	$48,2M	$75,9M	$111,6M	$163,7M
UTILIDAD BRUTA	$14,3M	$22,5M	$35,4M	$52,1M	$76,3M
Gastos nómina (4 empleados)	$16,8M	$17,6M	$18,5M	$19,5M	$20,5M
Arriendo taller y oficina	$18,0M	$18,9M	$19,8M	$20,8M	$21,9M
Marketing y distribución (3%)	$1,3M	$2,1M	$3,3M	$4,9M	$7,2M
Garantías (reserva 5% ingresos ventas)	$2,0M	$3,2M	$5,1M	$7,4M	$10,9M
Otros gastos operativos	$2,4M	$2,5M	$2,6M	$2,8M	$2,9M
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	$40,5M	$44,3M	$49,3M	$55,4M	$63,4M
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-$26,2M	-$21,8M	-$13,9M	-$3,3M	+$12,9M
Impuesto de renta (33%)	$0	$0	$0	$0	$4,3M
UTILIDAD NETA	-$26,2M	-$21,8M	-$13,9M	-$3,3M	+$8,6M

Nota. Los años 1-4 muestran pérdidas operativas típicas de una empresa en etapa de lanzamiento e inversión de mercado. La rentabilidad positiva se alcanza en el año 5, cuando el volumen de ventas supera el punto de equilibrio de 200 unidades anuales. El déficit acumulado de los primeros 4 años ($65,2M) se financia mediante la convocatoria SENNOVA y capital propio. Las proyecciones son conservadoras; el escenario optimista alcanza rentabilidad en el año 3. Elaboración propia.

Tabla B.2

Balance de flujo de caja acumulado de la empresa MecaCafé-3D S.A.S. (años 1-10, en millones COP)

Año	Ingreso total	Egreso total	Flujo neto	Acumulado	Financiación SENNOVA	Saldo real
0	$0	$15,0M (inversión inicial)	-$15,0M	-$15,0M	+$15,0M	$0
1	$44,9M	$71,1M	-$26,2M	-$41,2M	+$20,0M	-$21,2M
2	$70,7M	$92,5M	-$21,8M	-$63,0M	+$10,0M	-$53,0M
3	$111,3M	$125,2M	-$13,9M	-$76,9M	$0	-$76,9M
4	$163,7M	$167,0M	-$3,3M	-$80,2M	$0	-$80,2M
5	$240,0M	$227,1M	+$12,9M	-$67,3M	$0	-$67,3M
6	$312,0M	$275,0M	+$37,0M	-$30,3M	$0	-$30,3M
7	$405,6M	$320,0M	+$85,6M	+$55,3M	$0	+$55,3M
8	$527,3M	$380,0M	+$147,3M	+$202,6M	$0	+$202,6M
9	$686,5M	$450,0M	+$236,5M	+$439,1M	$0	+$439,1M
10	$893,0M	$540,0M	+$353,0M	+$792,1M	$0	+$792,1M

Nota. La empresa logra saldo positivo acumulado en el año 7. La financiación SENNOVA de $45M COP total ($15M en año 0, $20M en año 1, $10M en año 2) es el catalizador que permite sobrevivir los años de pérdida inicial. Sin financiación, el punto de equilibrio se alcanzaría en el

año 8-9. El saldo real incluye la deducción del capital de financiación como obligación.

Elaboración propia.

Anexo C: Cronograma de Actividades del Proyecto

Tabla C.1

Cronograma de actividades del proyecto MecaCafé-3D — etapa productiva SENA (22 semanas)

#	Actividad	Semana inicio	Semana fin	Entregable / Evidencia
1	Identificación de la idea de negocio y validación del problema	S1	S2	Documento de ideación; encuesta preliminar a 5 caficultores
2	Revisión bibliográfica y estado del arte	S2	S4	Resumen de 15 fuentes; marco conceptual y referencial
3	Encuestas cualitativas (10 entrevistas)	S3	S5	Grabaciones/notas de entrevistas; análisis cualitativo
4	Encuestas cuantitativas (10 participantes)	S4	S5	Formularios completados; análisis estadístico de variables
5	Diseño CAD en SolidWorks (escala 1:1)	S4	S6	Archivos SolidWorks; vistas isométricas frontal y lateral
6	Fabricación del PMV (prototipo académico 1:2)	S6	S9	Brazo robótico ensamblado; fotografías del proceso
7	Programación Arduino y sistema de visión Python	S7	S10	Código Arduino v2; código Python (mecacafe_vision_v3.py)
8	Pruebas de integración y calibración	S10	S12	Tabla de resultados; video del ciclo pick-and-place
9	Análisis financiero y estudio de mercado	S11	S13	Tablas financieras; análisis de viabilidad
10	Desarrollo de la página web de divulgación	S12	S14	URL publicada: https://amazing-banoffee-50d1bb.netlify.app/

11	Redacción del documento de proyecto completo (APA 7)	S13	S18	Documento Word completo; >100 páginas en formato APA 7
12	Bitácoras de seguimiento (11 bitácoras bisemanales)	S1	S22	Formatos GFPI-F-147 diligenciados; firmas instructor
13	Preparación de la sustentación final	S18	S21	Presentación PowerPoint; diapositivas impresas; video backup
14	Sustentación final ante comité evaluador SENA	S22	S22	Calificación final; certificado de etapa productiva

Nota. S = Semana. El cronograma es de 22 semanas calendario (aproximadamente 5 meses y medio). Las actividades 1-5 (análisis e investigación) son secuenciales; las actividades 6-10 (diseño, fabricación y análisis) tienen traslapes para optimizar el tiempo. Las bitácoras de seguimiento (actividad 12) cubren todo el período. Elaboración propia.

Anexo D: Especificaciones Técnicas Completas

Tabla D.1

Especificaciones técnicas completas del sistema MecaCafé-3D (versión productiva)

Parámetro técnico	**Valor / especificación**	**Importancia para el caficultor**
Dimensiones del brazo (desplegado)	45 cm × 35 cm × 30 cm	Cabe sobre cualquier mesa de trabajo; tamaño de una impresora de escritorio
Peso total del sistema	1,2 kg (con base y brazo)	Lo puede mover una persona sola con una mano
Área de trabajo del brazo	20 cm × 20 cm (400 cm²)	Suficiente para clasificar granos de una bandeja mediana a la vez
Temperatura de operación	15°C a 40°C	Funciona en cualquier clima de las zonas cafeteras de Colombia (12°C a 30°C en Cundinamarca)
Humedad de operación	20% a 80% relativa	Funciona en interior o bajo cobertizo; no funciona bajo lluvia directa
Velocidad máxima de clasificación	4-6 kg/hora (granos individuales)	Suficiente para fincas de hasta 15 ha; se necesitan 2 unidades para fincas > 20 ha

Precisión de detección (HSV)	95-97% bajo luz controlada, 80-85% sin control de luz	Mejor que el ojo humano cansado (88-92%) en condiciones equivalentes
Repetibilidad posicional del brazo	±3 a ±6 mm	Suficiente para agarrar granos de café (8-14 mm de diámetro)
Tiempo de ciclo pick-and-place	3 a 4 segundos completo	900 a 1.200 granos/hora de trabajo continuo
Voltaje de alimentación recomendado	5V a 6V DC, mínimo 1A	Cargador de celular estándar o panel solar de 20W+
Interfaz de usuario	Teclado del computador + pantalla (programa Python)	Sin pantalla táctil ni botones; todo se controla desde el computador
Conectividad	USB 2.0 (cable incluido)	Sin Wi-Fi ni Bluetooth requeridos; funciona sin internet
Sistema operativo compatible	Windows 7+, macOS 10.14+, Linux Ubuntu 18+	Compatible con la mayoría de computadores y tabletas disponibles en el mercado
Lenguaje de programación	Python 3.8+ (gratuito y open source)	El programa no requiere licencia; funciona en cualquier computador sin pagar nada extra
Vida útil estimada (con mantenimiento)	8 a 12 años	Más que una lavadora doméstica promedio (7-10 años)

Nota. Especificaciones de la versión productiva (escala 1:1) con servomotores MG995/MG996R. Los valores de la versión académica (escala 1:2 con servomotores SG90) son similares, con repetibilidad de ±3-6mm y área de trabajo de 10cm × 10cm. Elaboración propia (Moreno Castillo, 2025).

Referencias

Bavaresco, A. (2013). Metodología de la investigación: Un enfoque integrador. Fondo Editorial de la Universidad del Zulia.

Banco Mundial. (2022). Electronics warranty claim rates in emerging markets: A sector analysis. World Bank Group.

Bazame, H. C. (2021). Deep learning techniques for coffee quality classification. Journal of Food Engineering, 308, 110678.

Bechar, A., & Vigneault, C. (2017). Agricultural robots for field operations: Concepts and components. Biosystems Engineering, 149, 94-111. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.11.004

Bolton, W. (2020). Mechatronics: Electronic control systems in mechanical and electrical engineering (7.a ed.). Pearson.

Comisión de Regulación de Energía y Gas [CREG]. (2024). Tarifas de energía eléctrica para el sector rural en Colombia 2024. CREG. https://www.creg.gov.co

Congreso de Colombia. (2008). Ley 1258 de 2008: Por medio de la cual se crea la Sociedad por Acciones Simplificada. Diario Oficial, 47.194.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2023). Encuesta nacional agropecuaria 2022: Acceso a servicios públicos en zonas rurales. DANE. https://www.dane.gov.co

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2024). Índice de precios al consumidor y costos laborales rurales 2024. DANE.

El Tiempo. (2025, septiembre 4). Histórico: en lo que va de 2025, Colombia alcanza su mayor producción de café en 29 años. El Tiempo. https://www.eltiempo.com/economia/

Federación Nacional de Cafeteros [FNC]. (2023). Informe anual de la caficultura colombiana 2022-2023. FNC. https://www.federaciondecafeteros.org

Federación Nacional de Cafeteros [FNC]. (2025). Producción récord de café en Colombia: 14,7 millones de sacos en 2025. FNC.

García-Osorio, A. (2021). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores cafeteros colombianos. Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 11(2), 45-58.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.

Hassan, E. (2024). Enhancing coffee bean classification: A comparative analysis of pre-trained deep learning models.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.a ed.). McGraw-Hill Education.

Imbachí, R. M., & Fundación Universitaria de Popayán. (s.f.). Diseño del concepto de un agrobot cosechador de café. Fundación Universitaria de Popayán. https://fup.edu.co/wp-content/uploads/articulo-4-2.pdf

Instituto Nacional de Normas Técnicas [ICONTEC]. (2023). NTC 2090: Café verde — requisitos de calidad. ICONTEC.

International Coffee Organization [ICO]. (2023). World coffee production report 2022/23. ICO. https://www.ico.org

Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. Educational Researcher, 33(7), 14-26.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444. https://doi.org/10.1038/nature14539

Moreno Castillo, K. S. (2025). Análisis y desarrollo del prototipo manipulador MecaCafé-3D con visión por computador para clasificación y manejo de frutos de café [Proyecto productivo etapa productiva]. SENA CDM Paloquemao.

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. ONU. https://sdgs.un.org/es/2030agenda

Organización Internacional del Café [OIC]. (2023). Informe anual sobre el mercado cafetero 2023. OIC. https://www.ico.org

Osimani, C., Arévalo, J. A., & Ruiz Martínez, W. (2024). Caficultor digital: tecnologías 4.0 para producción de café mediante modelos predictivos. Revista Tecnura, 28(82), 156-177.

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. arXiv. https://arxiv.org/abs/1804.02767

Sanz-Uribe, J. R., & Duque, H. A. (2020). Evaluación de la derribadora selectiva de café DSC18. Cenicafé, 71(2), 92-104.

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). SAGE handbook of mixed methods in social and behavioral research (2.a ed.). SAGE.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2015). Product design and development (6.a ed.). McGraw-Hill.

Vieira, R. F., Nepomuceno, J. J., Rocha, F. A., da Silva, G. C. C., de Oliveira, A. M., & Cota, A. M. (2022). Musculoskeletal symptoms and assessment of ergonomic risk factors on a coffee farm. Applied Sciences, 12(15), 7703. https://doi.org/10.3390/app12157703

Zhang, X., Li, F., & Wang, G. (2021). Agricultural robotics and automation: A review. Computers and Electronics in Agriculture, 183, 105997.

MecaCafé-3D

Plan de Negocio & Modelo de Mercado

Robot autónomo 24h para recolección selectiva
de frutos de café en campo — Colombia 2025

$1.700.000	~9 meses	2,59
Inversión COP	Payback	B/C Año 2

Kevin Santiago Moreno Castillo · SENA CDM Paloquemao

El Problema — Caficultura Colombiana

¿Por qué existe MecaCafé-3D?

Escasez de mano de obra

La cosecha manual depende de recolectores temporales. En municipios como El Rosal (Cauca) la falta de mano de obra genera pérdidas directas de cosecha cada temporada.

49% con lesiones graves

García-Osorio (2021): casi la mitad de caficultores con más de 11 años de experiencia presenta trastornos musculoesqueléticos severos por jornadas de +9h diarias.

8–12% de error en selección

La clasificación manual en condiciones de fatiga genera hasta un 12% de frutos mal seleccionados, afectando directamente la calidad del café pergamino seco.

553.000 familias cafeteras en Colombia · 95% son pequeños productores (<5 ha) · Cundinamarca: 18.500 productores activos

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros (FNC, 2023)

La Solución — Sistema MecaCafé-3D

¿Qué hace el sistema?

01

Detecta

Cámara + Python/OpenCV identifica frutos rojos maduros por análisis de color HSV en tiempo real

02

Calcula

Cinemática inversa determina los ángulos exactos del brazo para alcanzar cada fruto

03

Recoge

Brazo de 3 GDL + garra ejecuta ciclo pick-and-place autónomo (3–4 seg/fruto)

04

Se mueve

Motor en riel recorre el cultivo entre planta y planta de forma autónoma

Especificaciones técnicas

Controlador	Arduino Nano + Raspberry Pi
Actuadores	4× Servomotor MG996R
Visión	Python 3 + OpenCV HSV
Operación diurna	Luz solar directa ✓
Operación nocturna	LEDs IR + perfil HSV noche
Autonomía	Panel solar 20W + batería 24V
Ciclo/fruto	3–4 segundos
Repetibilidad	3–6 mm
Comunicación	Serial 9600 bps

Operación Autónoma 24 Horas

El sistema trabaja mientras el caficultor descansa

☀ 7:00 AM — 6:00 PM (11h)

- **Visión:** Perfil HSV calibrado para luz solar
- **LEDs:** Apagados (ahorro energía)
- **Batería:** Cargando vía panel solar 20W
- **Velocidad:** 15 frutos/min constante

☾ 6:00 PM — 7:00 AM (13h)

- **Visión:** Perfil HSV calibrado para LEDs IR
- **LEDs IR:** Activados automáticamente
- **Energía:** Batería LiFePO4 24V 20Ah
- **Control:** Timer RTC activa/desactiva modos

15.120	7,5 kg	490 kg	40
frutos/día (24h)	c.p.s./día	c.p.s./temporada	jornales equivalentes

Modelo de Negocio

4 fuentes de ingreso estructuradas

Venta del sistema — $1.517.200 COP

Hardware completo + software + manual técnico + calibración inicial incluida.
Versión campo con batería, panel solar y riel adaptable al surco.

Plan de mantenimiento — $120.000/año

Plan Preventivo: revisión remota mensual, calibración HSV, actualización firmware.
Plan Correctivo: visita técnica + reemplazo de piezas.

Capacitación técnica — $80.000–$150.000

Taller básico de operación (4h): $80.000/persona.
Curso técnico avanzado (calibración + software): $150.000.
Material digital incluido.

Alianzas estratégicas — Cofinanciado

FNC: pilotos con caficultores de Cundinamarca.
Cooperativas: compra compartida entre 5–10 productores.

Servicio al Cliente

Ciclo completo: del primer contacto al soporte permanente

01

Contacto gratuito

WhatsApp
Llamada
Evaluación finca

02

Demo in-situ

Visita técnica
Demostración campo real

03

Instalación + calibración

Riel adaptable
Calibración HSV
Prueba en planta

04

Capacitación operador

Taller 4h
Manual impreso
Video tutorial

05

Soporte 24/7

WhatsApp técnico
Actualizaciones
Visita anual

Equipo técnico

- Director Técnico — Ing. Mecatrónica, supervisa diseño y actualizaciones
- Técnico de Campo — Técnico Basícos, instalaciones y mantenimientos in-situ
- Soporte Software — Python+OpenCV+Arduino, trabajo remoto
- Asesor Comercial — Sector cafetero, visitas a fincas y alianzas FNC

Plan de Mantenimiento

Garantizamos la operación continua del sistema en campo

Plan Preventivo *$30.000/mes*

- Revisión remota mensual
- Chequeo calibración HSV
- Limpieza marcadores referencia
- Actualización de firmware
- Reporte de estado del sistema

Plan Correctivo *$55.000/mes*

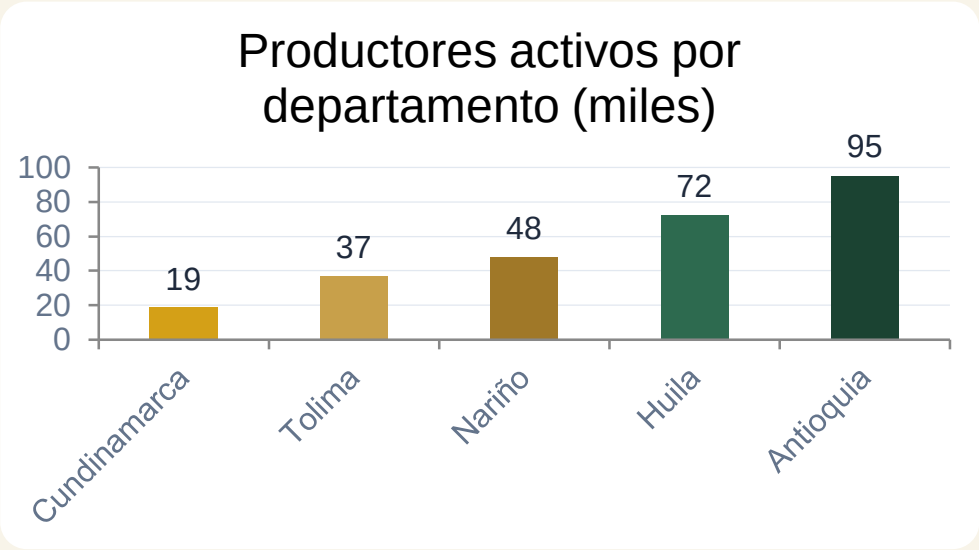
- Todo el Plan Preventivo
- Visita técnica presencial
- Reemplazo servomotores MG996R
- Recalibración completa
- SLA: atención en 48h

Plan Total *$90.000/mes*

- Todo el Plan Correctivo
- Técnico dedicado por temporada
- Stock de repuestos prioritario
- SLA: resolución en 24h
- Calibración pre-cosecha incluida

Estudio de Mercado

Mercado potencial en Colombia



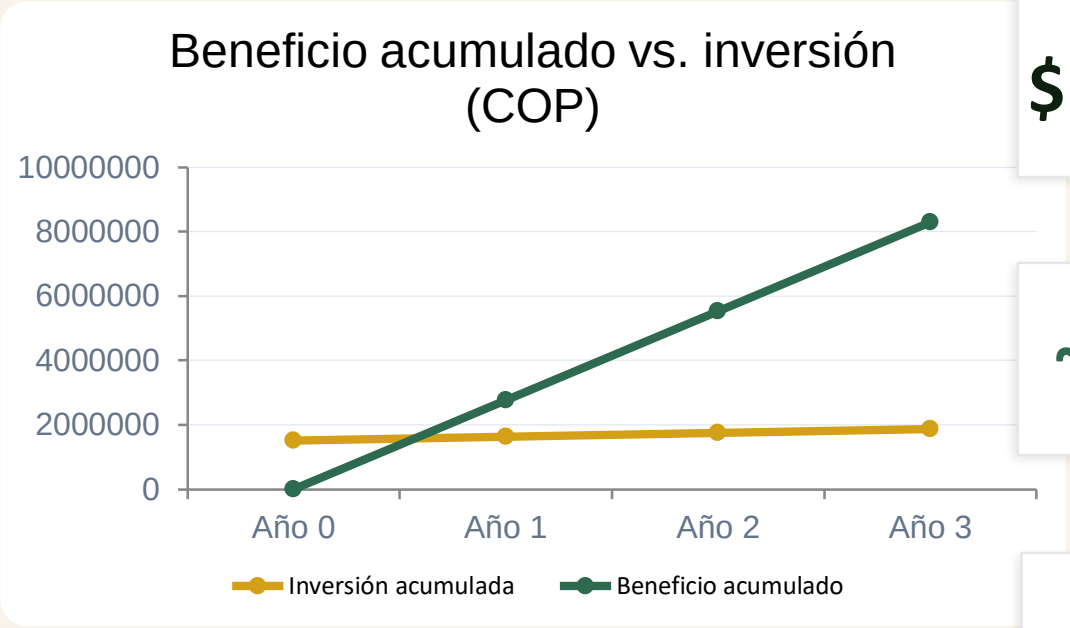
Ventaja competitiva

Criterio	MecaCafé-3D	Competencia
Costo	$1,7M COP	> $5M COP
Reparabilidad	Alta (local)	Baja (importada)
Autonomía	24h solar	8h (red eléctrica)
Curva aprendizaje	Baja (SENA)	Alta (especialista)
Integración IA	Sí (modular)	Limitada/propietaria

Mercado objetivo: 185 unidades en Cundinamarca (1% adopción) · Valor de mercado: $315M COP

Viabilidad Financiera

Análisis Costo–Beneficio — Operación 24h



Fuentes: FNC 2023/2025 · García-Osorio 2021 · Vieira et al. 2022 · DANE 2024

$1.700.000
Inversión total versión campo

$2.200.000
Beneficio neto anual (COP)

~9 meses
Período de recuperación

2,59
Relación B/C en año 2

3,88
Relación B/C en año 3

$4,9M COP
Beneficio neto acumulado 3 años

MecaCafé-3D

Una empresa que hace trabajar el campo las 24 horas

- ✓ Sistema técnicamente validado — 15 frutos/min, repetibilidad 3–6mm, visión HSV operativa
- ✓ Operación autónoma 24h — panel solar + batería + timer RTC diurno/nocturno
- ✓ Inversión accesible — $1.700.000 COP con payback de apenas ~9 meses
- ✓ Modelo de negocio completo — venta + mantenimiento + capacitación + alianzas
- ✓ Mercado potencial real — $315M COP solo en Cundinamarca al 1% de adopción

Kevin Santiago Moreno Castillo · SENA CDM Paloquemao

ACTA No. 13			
NOMBRE DEL COMITÉ O DE LA REUNIÓN: REUNION DE SEGUIMIENTO A CASO ESPECIAL – APRENDIZ JOSE ARLLY RODRIGUEZ GUZMAN CON CC 1023885563, DE LA FICHA 2826074 DEL PROGRAMA ANALISIS Y DESARROLLO DE SOFTWARE.			
CIUDAD Y FECHA:	Bogotá, 11 DE MAYO DE 2026	**HORA INICIO:** 9:00 AM	**HORA FIN:** 10:00 AM
LUGAR Y/O ENLACE:	**https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MGVhMjE5MzEtZTVlNS00ZjExLTg2ZTgtYzgxZDMyMjZmNmQ4%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%22132155d0-28bd-4861-9137-2f3a4de79358%22%7d**	**DIRECCIÓN / REGIONAL / CENTRO:** Centro de Diseño y Metrología	
AGENDA O PUNTOS PARA DESARROLLAR: 1. Saludo 2. Confirmación de asistencia y solicitud autorización grabación 3. Descargo de los hechos por parte del empresario 4. Descargo de los hechos por parte del aprendiz 5. Análisis del caso **6.** Compromisos y conclusiones			
OBJETIVO(S) DE LA REUNIÓN: Realizar visita de seguimiento del caso especial del aprendiz Jose Arlly Rodriguez Guzman, identificado con cédula de ciudadanía 1023885563 del programa Tecnólogo en Análisis Y Desarrollo De Software, del grupo 2826074, con el propósito de revisar los avances del proyecto productivo, y desarrollar el momento 2 del formato F023.			
DESARROLLO DE LA REUNIÓN			
Asistentes a la reunión: ✓ Alba Isabel López, líder de seguimiento a etapa productiva ✓ Johan Alfonso, Instructor de etapa productiva ✓ Gerson Perez, Instructor de etapa productiva ✓ Estefania Suarez, Instructora de etapa productiva ✓ Aprendiz Jose Arlly Rodriguez Guzman			

La sesión inició con la presentación de los participantes. Posteriormente, se brindaron las indicaciones sobre el desarrollo de la jornada y se solicitó la autorización para iniciar la grabación de la reunión.

Presentación del caso:
Se procede a desarrollar visita de caso especial por solicitud del instructor Gerson Pérez, razón por la cual se le solicita realizar la contextualización del caso. El instructor manifiesta que el aprendiz se encuentra desarrollando su etapa productiva mediante proyecto productivo bajo enfoque empresarial; sin embargo, se han evidenciado retrasos en la entrega de productos y reiteradas inasistencias a las reuniones de seguimiento programadas.

Asimismo, informa que el aprendiz tiene como fecha de finalización de etapa productiva el día 30 de mayo, y que anteriormente estuvo en acompañamiento por los instructores Luis Hernando Prieto y Milcon Montenegro, con quienes también se presentaron dificultades relacionadas con retrasos en la entrega de avances y cumplimiento de compromisos.

Descargos del aprendiz: Indica que el considera que va al día y no esta de acuerdo con el reporte realizado por el instructor, indicando: *"No entiendo por qué el instructor dice que voy atrasado"*. De igual manera, reconoce haber faltado a algunas reuniones de seguimiento, argumentando compromisos de carácter laboral como causa de dichas ausencias. Frente a las bitácoras, informa que realizó entrega de estas; sin embargo, le fueron devueltas debido a inconsistencias y falta de información. Adicionalmente, atribuye parte de las dificultades presentadas al cambio de instructores de seguimiento durante el desarrollo de su etapa productiva.

Pre-sustentación del proyecto:
Se brinda un espacio al aprendiz con el propósito de realizar una pre-sustentación de su proyecto productivo y revisar los avances alcanzados hasta la fecha. El proyecto, denominado **"Creación de Sitio Web Interactivo para Three Hearts Films, enfocado en la experiencia del usuario y portafolio digital"**, consiste en el desarrollo de una página web para una empresa dedicada a la realización de eventos sociales, con el propósito de ofrecer un catálogo de servicios, exhibir el portafolio empresarial y disponer de un formulario mediante el cual los clientes puedan manifestar interés en los servicios ofrecidos.
Durante la presentación, el aprendiz socializa documentación relacionada con los objetivos del proyecto, el contenido propuesto, el alcance y los avances desarrollados hasta el momento. Asimismo, presenta la interfaz de la página web y el contenido implementado.

Concepto de los instructores de seguimiento con rol de evaluadores:

El instructor Johan Alfonso manifiesta que el proyecto presentado aún no evidencia la suficiencia técnica requerida para el nivel de formación, señalando que se requiere un mayor desarrollo técnico y fortalecimiento de algunos componentes. Asimismo, indica que las bitácoras presentan descripciones muy generales de las actividades realizadas, contienen espacios en blanco y requieren mayor nivel de detalle, por lo cual recomienda realizar las respectivas correcciones.
Por su parte, la ingeniera Alba López comparte con el aprendiz las rúbricas, directrices y lineamientos correspondientes al proyecto productivo bajo enfoque empresarial, con el fin de aclarar inquietudes y orientar sobre los aspectos técnicos, metodológicos y documentales que deben fortalecerse.

Se procede a realizar momento 2 de la visita de seguimiento, diligenciamiento del formato F023 por parte del instructor Johan Alfonso.

Finalmente, el aprendiz adquiere el compromiso de realizar las correcciones correspondientes a las bitácoras, de acuerdo con las orientaciones brindadas durante la reunión. Asimismo, se proyecta una nueva reunión para el día 12 de mayo, con la participación de los instructores Gerson Pérez, Alba López y Luis Lorza, con el propósito de realizar una revisión más detallada de la documentación elaborada hasta el momento y brindar orientación adicional en temas relacionados con emprendimiento.

CONCLUSIONES

- ✓ Durante la visita de caso especial se identificaron dificultades relacionadas con el cumplimiento de compromisos por parte del aprendiz, evidenciadas en retrasos en los entregables del proyecto productivo y ausencias a las reuniones de seguimiento programadas.
- ✓ El aprendiz reconoció inasistencias a reuniones y dificultades en la entrega adecuada de las bitácoras, argumentando compromisos laborales y cambios de instructor durante el proceso de etapa productiva.
- ✓ A través de la pre-sustentación realizada, se evidenciaron avances en el desarrollo del proyecto productivo; no obstante, los instructores evaluadores concluyeron que aún no se cuenta con la suficiencia técnica requerida, identificando aspectos por fortalecer tanto en el componente técnico del proyecto como en la calidad y completitud de las bitácoras.
- ✓ Se brindó orientación al aprendiz sobre las rúbricas, lineamientos y criterios de evaluación aplicables al proyecto productivo bajo enfoque empresarial, con el propósito de aclarar expectativas y fortalecer el cumplimiento de los requisitos exigidos para la culminación de la etapa productiva.
- ✓ Se desarrolló el Momento 2 de la visita de seguimiento mediante el diligenciamiento del formato F023, dejando registro de los hallazgos, observaciones y compromisos establecidos durante la jornada.

- ✓ Finalmente, el aprendiz asumió el compromiso de realizar los ajustes y correcciones correspondientes a las bitácoras y demás entregables, quedando programada una nueva reunión de seguimiento para brindar acompañamiento más detallado frente al desarrollo documental y técnico del proyecto.

ESTABLECIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE COMPROMISOS

ACTIVIDAD /DECISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Realización de acta		Estefania Suarez	

SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

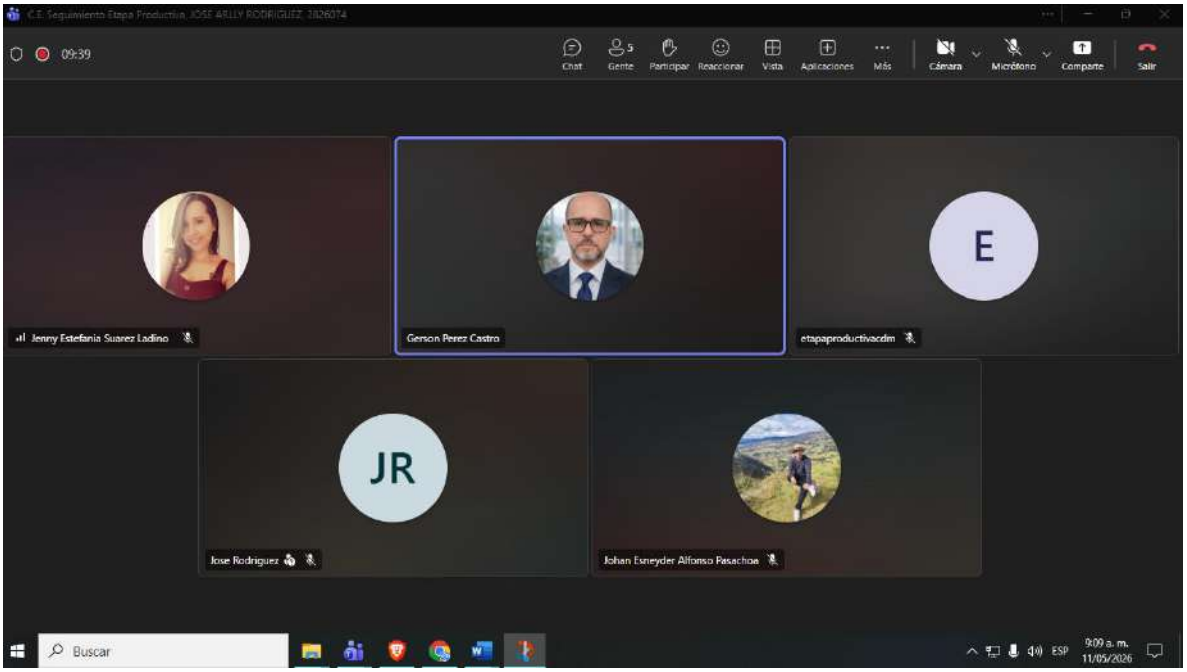
DE: ASISTENTES Y APROBACIÓN DECISIONES

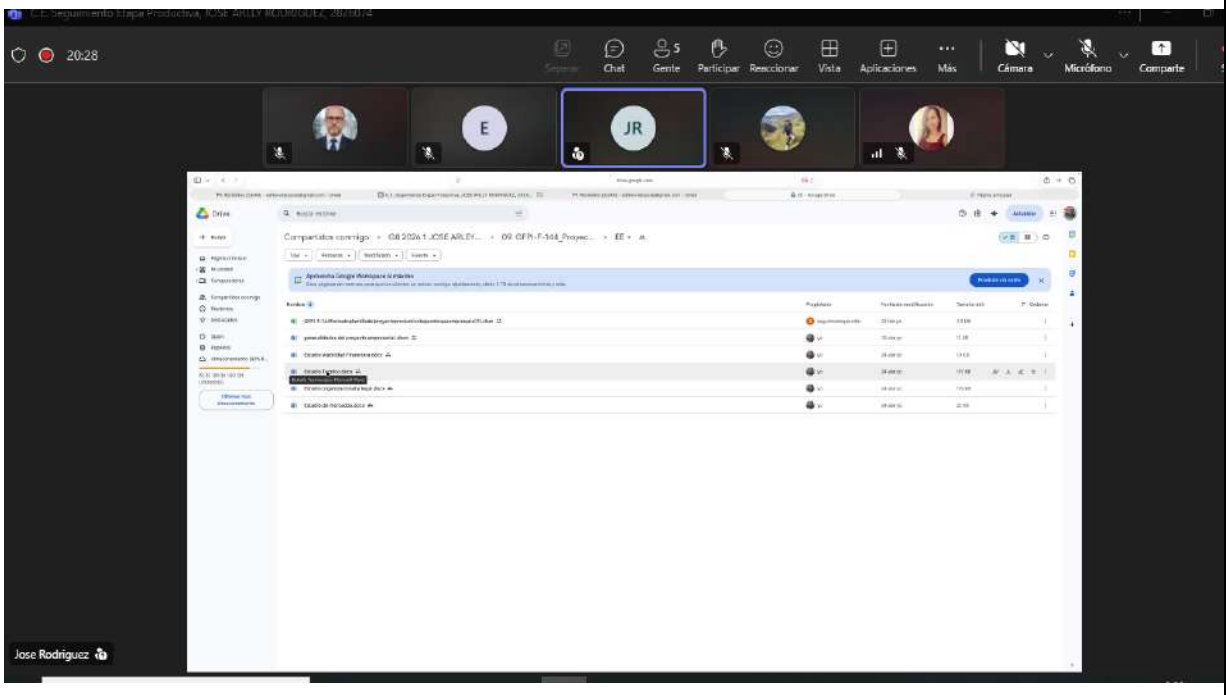
NOMBRE	DEPENDENCIA / EMPRESA	APRUEBA (SI/NO)	OBSERVACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
Alba Isabel López	líder de seguimiento a etapa productiva			
Johan Alfonso	Instructor de etapa productiva			
Gerson Perez	Instructor de etapa productiva			
Estefania Suarez	Instructora de etapa productiva			

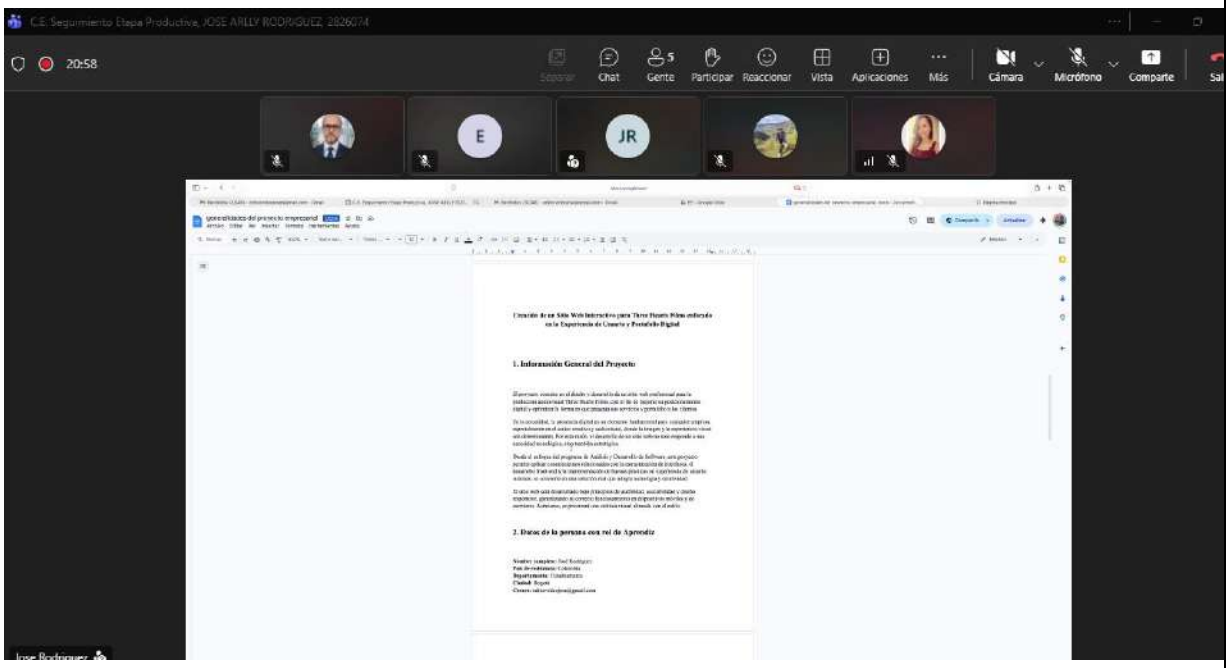
SE ANEXA LISTADO DE ASISTENCIA

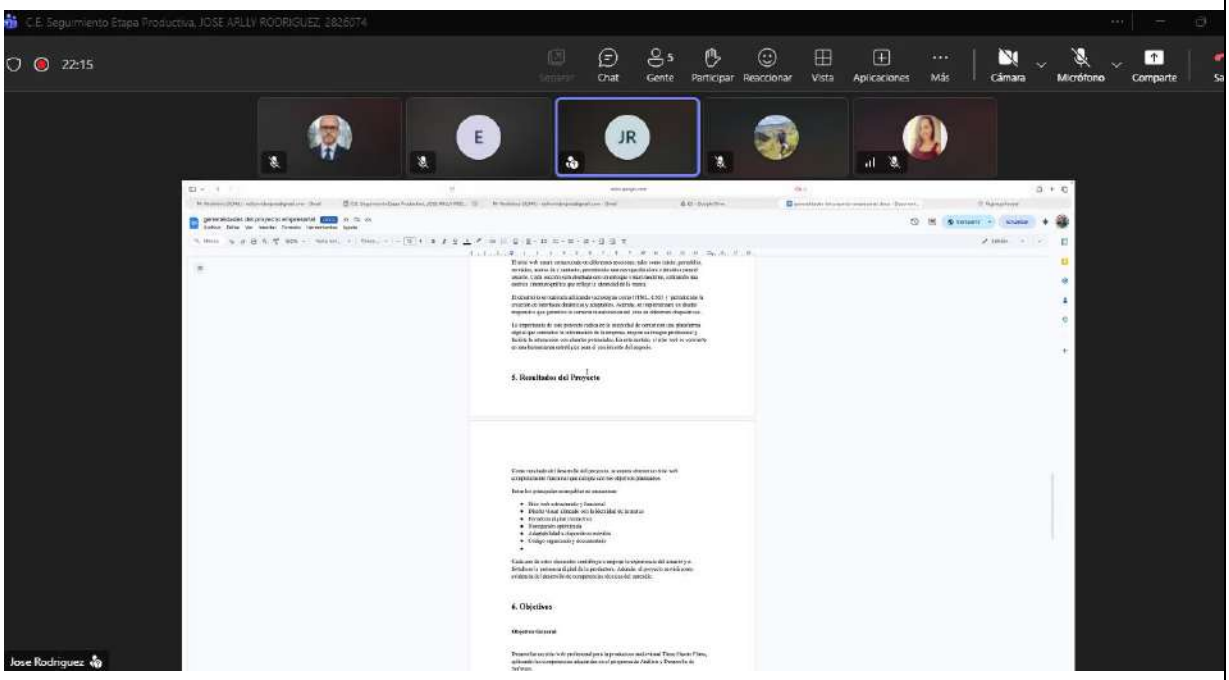
De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

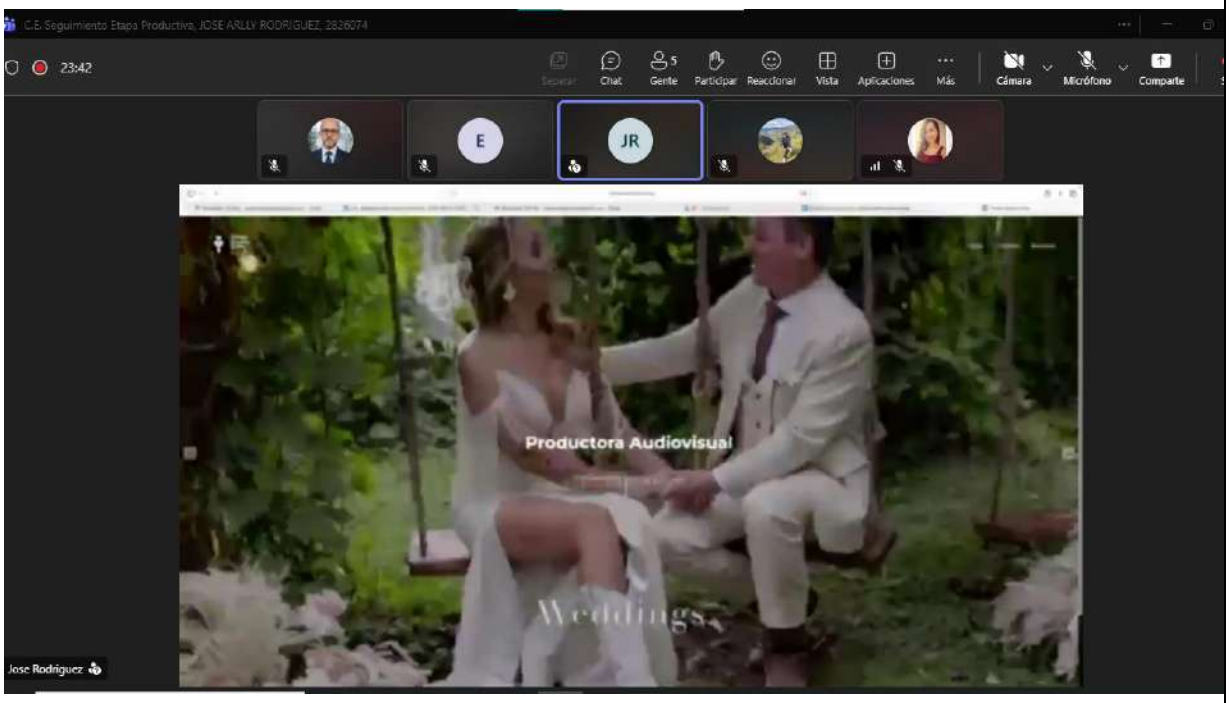
ANEXOS

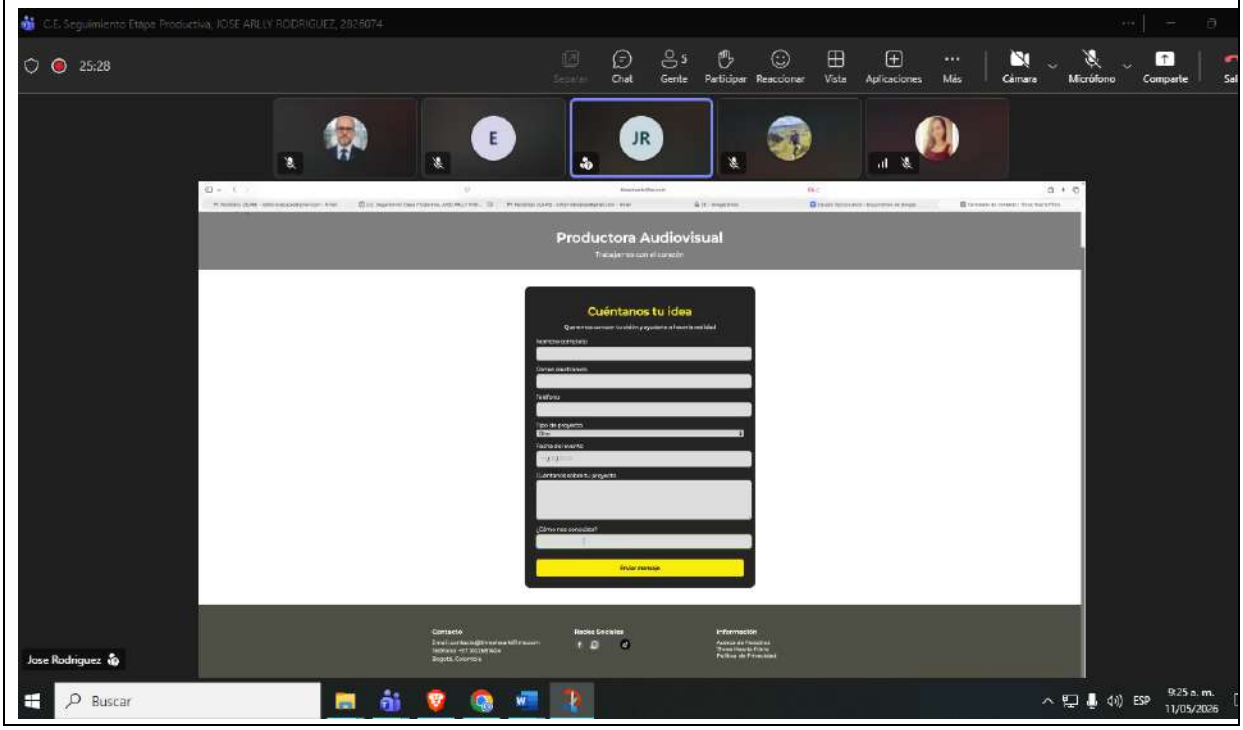

09:39
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
Salir
Jenny Estefania Suarez Ladino
Gerson Perez Castro
E
etapaproductivacdm
JR
Jose Rodriguez
Johan Esneyder Alfonso Pasachoa
Buscar
ESP
9:09 a. m.
11/05/2026

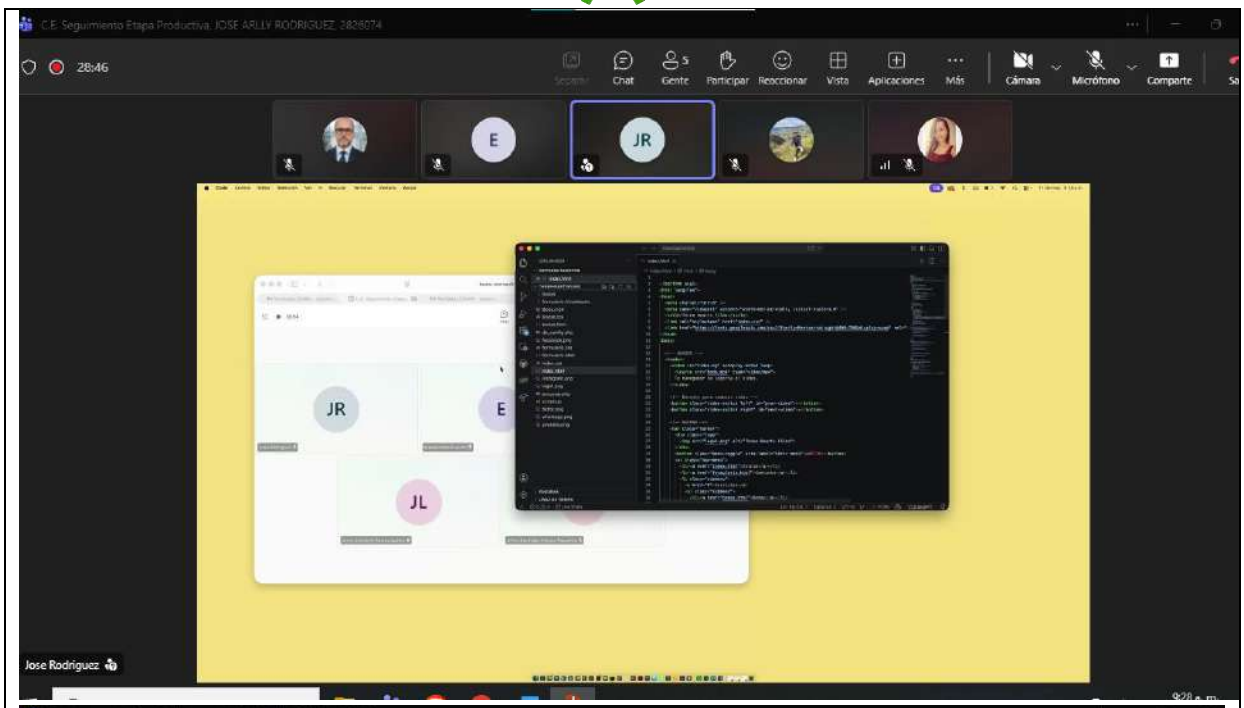

20:28
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
E
JR
Jose Rodriguez

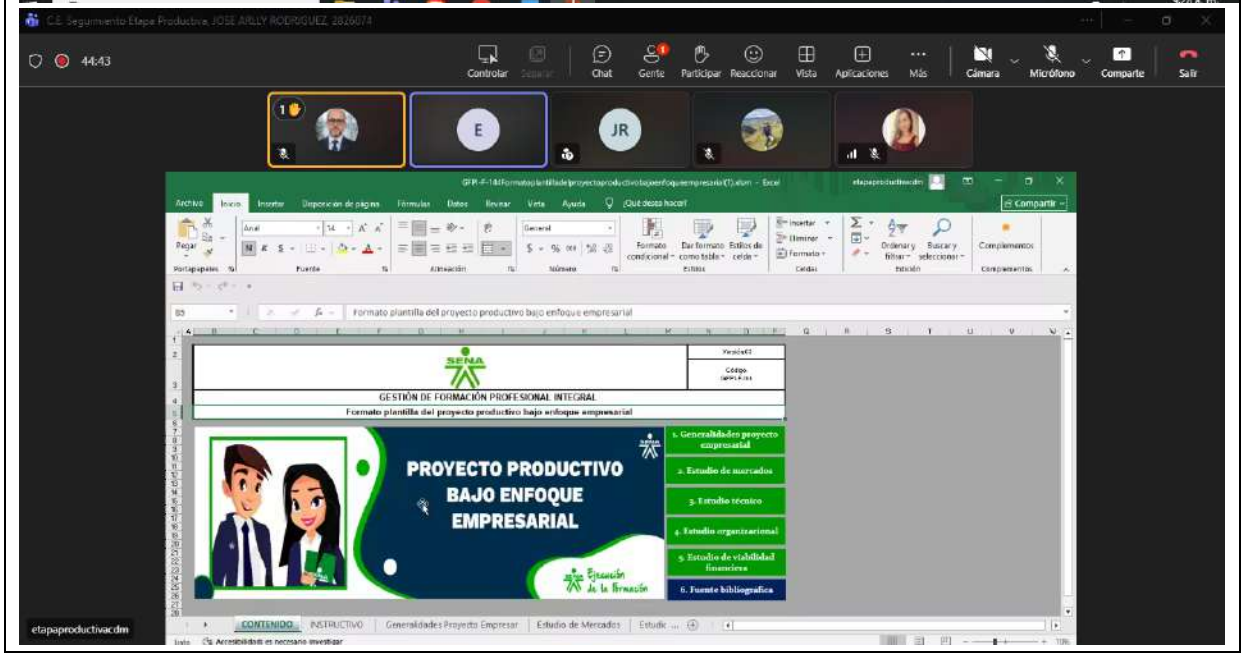

C.E. Seguimiento Etapa Productiva, JOSE ARLLY RODRIGUEZ, 2826074
20:58
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
E
JR
1. Información General del Proyecto
2. Datos de la persona con rol de Aprendiz
Jose Rodriguez


C.E. Seguimiento Etapa Productiva, JOSE ARLLY RODRIGUEZ, 2826074
22:15
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
E
JR
5. Resultados del Proyecto
6. Objetivos
Jose Rodriguez


C.E. Seguimiento Etapa Productiva, JOSE ARLLY RODRIGUEZ, 2826074
23:42
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
E
JR
Productora Audiovisual
Weddings
Jose Rodriguez


C.E. Seguimiento Etapa Productiva, JOSE ARLLY RODRIGUEZ, 2826074
25:28
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
E
JR
Productora Audiovisual
Cuéntanos tu idea
Jose Rodriguez
Buscar
ESP
9:25 a. m.
11/05/2026


C.E. Seguimiento Etapa Productiva JOSE ARLLY RODRIGUEZ 2826074
28:46
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
JR
E
JL
Jose Rodriguez


C.E. Seguimiento Etapa Productiva JOSE ARLLY RODRIGUEZ 2826074
44:43
Controlar
Chat
Gente
Participar
Reaccionar
Vista
Aplicaciones
Más
Cámara
Micrófono
Comparte
Salir
Formato plantilla del proyecto productivo bajo enfoque empresarial
GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL
Formato plantilla del proyecto productivo bajo enfoque empresarial
PROYECTO PRODUCTIVO BAJO ENFOQUE EMPRESARIAL
1. Generalidades proyecto empresarial
2. Estudio de mercados
3. Estudio técnico
4. Estudio organizacional
5. Estudio de viabilidad financiera
6. Fuente bibliografica
etapaproductivacdm

Outlook

Seguimiento Proyecto Productivo

Desde Gerson Perez Castro <g.perez@sena.edu.co>
Fecha Vie 27/03/2026 16:42
Para Jose Arlly Rodriguez Guzman <jose_arodriguez@soy.sena.edu.co>; etapaproductivacdm <etapaproductivacdm@sena4.onmicrosoft.com>; Milcon Montenegro Gamba <mmontenegrog@sena.edu.co>; editorvideojose@gmail.com <editorvideojose@gmail.com>

Estimado Jose Arlly Rodríguez,

Recibe un cordial saludo.

En mi calidad de instructor de Proyecto Productivo, me dirijo a usted con el fin de hacer seguimiento a tu proceso en el desarrollo del proyecto de grado. He notado que en las últimas dos semanas no has asistido a las reuniones programadas y no se evidencian avances en tu investigación y desarrollo.

Comprendo que pueden presentarse situaciones personales o académicas; no obstante, es fundamental mantener el compromiso y la disciplina en esta etapa, ya que el incumplimiento del cronograma puede afectar directamente el logro de tu objetivo de graduarte.

Este mensaje constituye un llamado de atención respetuoso, pero también una invitación a retomar con responsabilidad y motivación tu proceso. Aún estás a tiempo de reorganizar tus actividades y avanzar de manera adecuada.

Si estás enfrentando alguna dificultad, te invito a comunicarla oportunamente para poder brindarte el acompañamiento necesario.

Por favor, te solicito ponerte al día con tus avances y confirmar tu asistencia a la próxima sesión de seguimiento, en la cual revisaremos el estado actual de tu proyecto y definiremos acciones concretas para su desarrollo.

Te invito a que continues con el desarrollo del primer módulo de las Generalidades del Proyecto que todavía está incompleto y comiences de manera inmediata con el módulo de Estudio de Mercados, para su revisión en la próxima reunión.

Tenga en cuenta que si tiene más de dos llamados de atención por el incumplimiento de las actividades programadas se debe remitir a comité académico para que consideren la cancelación de su matrícula.

Confío en su capacidad para retomar el rumbo y culminar exitosamente esta etapa.

Cordialmente,
Gerson Perez Castro
Instructor Proyecto Productivo
SENA

Gerson Perez Castro
Centro De Dise&#65533;o Y Metrologia - Complejo Paloquema - Contratista
g.perez@sena.edu.co
5461500
Carrera 31 No 14-20

www.sena.edu.co
@SENAcomunica

Este mensaje y cualquier archivo adjunto pueden contener información pública clasificada y/o reservada bajo custodia o propiedad del SENA, destinada exclusivamente a su(s) destinatario(s). Dicha información debe ser utilizada únicamente para la finalidad con la que fue enviada y en cumplimiento de la normativa aplicable.

Si usted no es el destinatario autorizado o ha recibido este mensaje por error, le solicitamos que omita su contenido, informe de inmediato al remitente por correo electrónico con copia a servicioalciudadano@sena.edu.co y elimine el mensaje. La retención, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibida y puede acarrear sanciones legales.

Para más información, consulte nuestras Políticas de Seguridad y Privacidad de la Información y las Políticas de Tratamiento para la Protección de Datos Personales, disponibles en el sitio web del SENA.

SENA

REGISTRO DE ASISTENCIA / DÍA 29 DEL MES DE Abril DEL AÑO 2026

OBJETIVO (S) Comité Académico - Etapa Productiva

No	NOMBRES Y APELLIDOS	No. DOCUMENTO	PLANTA	CONTRATISTA	OTRO ¿CUAL?	DEPENDENCIA/ EMPRESA	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/EXT.	AUTORIZA GRABACIÓN	FIRMA O PARTICIPACIÓN VIRTUAL
	Edwin Ibañez	1013105976			Aprendiz	CDM	andres328214@gma	3108522455	SI	
	Jesus Mateo Rodero	1012353321			Aprendiz	CDM	jesusmateorodero.23@gmail.com	3148778141	SI	
	Angye Correa	1054545802		X		Bienestar CDM	alcarreea@sena.	3167833801	SI	
	Juan Diego Durán	1019028148			Aprendiz	CDM	durangoznavajuandiego@gmail.com	3219461766	SI	
	Johanna Valentina Romero Guzmán	1034576582			Aprendiz	CDM	Valentina0102200s@gmail.com	3177556556	Si	
	Juna de Casquez Arias	1062472770			Aprendiz	CDM	[illegible]	3108361086	Si	
	Juan Quimbaya	1010962342			Aprediz	CDM	quimbayajosebastian489@gmail.com	3204395923	Si	JuanQ
	Jordan Guerrero	1007248068			Aprendiz	CDM	jordanguerrero10@gmail.	3044674476	SI	Jordan G.
	Mariory Romero	1023374759			Aprendiz	CDM	3103419[illegible]omariaq@gmail.com	3123019737	SI	Mariory R.
	Elizabeth M.	1000227596			Aprendiz	CDM	el[illegible]@gmail.com	[illegible]	SI	
	Isabela Jimenez T.	1117930670			Aprendiz	CDM	[illegible]	3133479962	Si	
	Jorge Martinez	1013630153			Aprendiz	CDM	Jorge.erney@hotmail.	3112346850	SI	
	Rafael R. Castillo G.	1023866601			Aprendiz	CDM	[illegible]	5103898590	SI	
	Axel Sarmiento	1033818980			Aprendiz	CDM	axeljael123@hotmail.	3167541935	SI	
	Franm Jimenez	1003576876			Aprendiz	CDM	Franmjimenez081@gmail.	3142843736	SI	

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

Powered by CamScanner

SENA

REGISTRO DE ASISTENCIA / DÍA 29 DEL MES DE Abril DEL AÑO 2026

OBJETIVO (S): Comité Académico - Etapa Productiva

No	NOMBRES Y APELLIDOS	No. DOCUMENTO	PLANTA	CONTRATISTA	OTRO ¿CUAL?	DEPENDENCIA/ EMPRESA	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/EXT.	AUTORIZA GRABACIÓN	FIRMA O PARTICIPA(VIRTUAL
	HENNER RODRIGUEZ	1010497257			APRENDIZ	C. D.M	HENNERGRX@GMAIL.COM	3232482567	N/A	HENNER R.
	Jeisson Castro	7024584846		X		Coordinación Académica	Jecastro648@gmail.com	3006493735	N/A	
	Luis González	1012336732		X		CDM	Lsgonzalezv@sena.edu.co	3103360455	N/A	
	Estefania Suarez	1012411638		X		CDM	jessuarez1@sena.edu.co	3132639021	N/A	
	Vanessa Zuñiga Bedoya	1143371976	X			CDM	vzuniga@sena.edu.co	3187346675	N.A	Vanessa A. Zuñiga Bedoya.
	Alba Isabel López	21003788		X		CDM	ailopez@sena.edu.co	3144218266	NA	
	Anyi Parchuela	1021392422		X		CDM	apanato@sena.edu.co	3193519250	N/A	Anyi Parchuela
	Ana Sofia Vega	1034810572			Aprendiz	CDM	sofiavega1304@gmail.com	3045058026	N/A	Sofia Vega
	Cristian Barreto	1033686304			Aprendiz	CDM	cristianbarreto0205@gmail.com	3508066548	N/A	Cristian B.
	Juan Pablo Bernal	1023943330		✓		Bienestar CDM	jcbernal@sena.edu.co	3045519066	N/A	
	Maria Del Mar Ortiz	1085322588		X	Contratista	CDM	mortiz@sena.edu.co	3177705317	N/A	Maria Del Mar Ortiz N.
	Dayan Sofia Pinzon	1018421105			Aprendiz	CDM	Pinzondayan034@gmail.com	3206906570		Sofia P.A.
	Brayan David Baez A	1000378779			Aprendiz	CDM	Soytalatesvamos@gmail.com	3008833299		
	Wade Carrillo Acevedo	1029280905			Aprendiz	CDM	wadecarrilloacevedo@gmail.com	3054559663		Wade Carrillo A.
	Maria Jose Mendoza	1106221007			Aprendiz	CDM	majomendoza0206@gmail.com	3007371729		Maria Jose

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

Powered by CamScanner

SENA

REGISTRO DE ASISTENCIA / DÍA 29 DEL MES DE Abril DEL AÑO 202 6

OBJETIVO (S) Comité académico - Etapa Productiva

No	NOMBRES Y APELLIDOS	No. DOCUMENTO	PLANTA	CONTRATISTA	OTRO ¿CUAL?	DEPENDENCIA/ EMPRESA	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO/EXT.	AUTORIZA GRABACIÓN	FIRMA O PARTICIPAC VIRTUAL
1	Alejandra Pachajoa	1000247		X		Líder Contrato Aprendizaje	hamachajoa@sena.edu.co	3012395801	—	

De acuerdo con La Ley 1581 de 2012, Protección de Datos Personales, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, se compromete a garantizar la seguridad y protección de los datos personales que se encuentran almacenados en este documento, y les dará el tratamiento correspondiente en cumplimiento de lo establecido legalmente.

Powered by CamScanner

11-9216
Bogotá

Señor (a): DAVID MATEO DIEZ PULIDO
Correo: DAVIDMATEODIEZ10@GMAIL.COM
Bogotá

Asunto: Respuesta a radicado Nº 7-2026-210753 - NIS.: 2026-01-237247

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA trabaja día a día para consolidarse como una entidad ágil y dinámica, orientando sus servicios al beneficio de la ciudadanía.

En atención a su solicitud, nos permitimos informarle el estado en Sofia Plus por certificar.



Datos del Aprendiz

Nis	34595445	**Nombres**	DAVID MATEO
Tipo de Documento	CC	**Apellidos**	DIEZ PULIDO
Número de Documento	1012917831	**Email**	davidmateodiez10@gmail.com

Listado de Fichas

Ficha de Caracterización	Nombre del Programa	Nivel	Regional	Sede	Municipio	Modalidad	Estado del Aprendiz	Consultar Novedad
2873741	DISEÑO E INTEGRACIÓN DE AUTOMATISMOS MECATRÓNICOS	TECNÓLOGO	REGIONAL DISTRITO CAPITAL	CENTRO DE DISEÑO Y METROLOGIA	BOGOTÁ (BOGOTÁ D.C.)	Presencial	Por Certificar	

Reiteramos que nuestro compromiso es atender con oportunidad y eficacia los requerimientos presentados.

Atentamente;

José Ricardo Pérez Camargo
Subdirector(e)
Centro de Diseño y Metrología.

Proyectó: Alba Isabel López Rubiano VoBo: Edgar Aurelio Gelves Albarracin

11-9216
Bogotá

Señor (a): Elkin Montañez Villamizar
Correo: ELKINMONTANEZVILLAMIZAR@GMAIL.COM
Bogotá

Asunto: Respuesta a radicado Nº 7-2026-215749 - NIS.: 2026-01-242489

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA trabaja día a día para consolidarse como una entidad ágil y dinámica, orientando sus servicios al beneficio de la ciudadanía.
De acuerdo con su amable solicitud, me permito informarle que por este medio no se reciben los documentos correspondientes al seguimiento de la etapa productiva. Por favor, tenga en cuenta las indicaciones brindadas durante la inducción a la etapa productiva; toda la documentación debe enviarse al correo electrónico etapaproductivacdm@sena.edu.co, manteniendo la cadena de conversación.
Finalmente, le informo que el resultado de la etapa productiva en Sofia Plus se encuentra aprobado.

Reiteramos que nuestro compromiso es atender con oportunidad y eficacia los requerimientos presentados.

Atentamente;

José Ricardo Pérez Camargo
Subdirector(e)
Centro de Diseño y Metrología.

Proyectó: Alba Isabel López Rubiano
VoBo: Edgar Aurelio Gelves Albarracin

11-9216
Bogotá

Señor (a): LAURA STEFANY ALFONSO MORENO
Correo: LAURA.ALONSO@SOY.SENA.EDU.CO
Bogotá

Asunto: Respuesta a radicado Nº 7-2026-188747 - NIS.: 2026-01-211149

Cordial saludo:

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA trabaja día a día para consolidarse como una entidad ágil y dinámica, orientando sus servicios al beneficio de la ciudadanía.

De acuerdo con su amable solicitud, me permito informarle que el único medio habilitado para la entrega de documentos relacionados con la etapa productiva es el correo electrónico etapaproductivacdm@sena.edu.co.

Agradecemos tener en cuenta las siguientes indicaciones para el envío de la información:

- Mantener la cadena de conversación desde el correo en el que se realizó el envío de la primera bitácora o en el que se recibió la respectiva retroalimentación.
- Remitir todos los documentos en formato PDF.
- Nombrar los archivos de manera clara y acorde a su contenido, por ejemplo: Bitacora_Numero_NombreAprendiz o Formato GFPI_F_023_M1, M2 o M3.

Lo anterior con el fin de garantizar un adecuado seguimiento y organización de la información.

Reiteramos que nuestro compromiso es atender con oportunidad y eficacia los requerimientos presentados.

Atentamente;

José Ricardo Pérez Camargo
Subdirector(e)
Centro de Diseño y Metrología.

Proyectó: Alba Isabel López Rubiano
VoBo: Edgar Aurelio Gelves Albarracin

11-9216
Bogotá

Señor (a): SERGIO ANDRÉS RINCÓN GÓMEZ
Correo: SERGIOANDRES20@HOTMAIL.COM
Bogotá

Asunto: Respuesta a radicado Nº 7-2026-174502 - NIS.: 2026-01-175857

Cordial saludo:

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA trabaja día a día para consolidarse como una entidad ágil y dinámica, orientando sus servicios al beneficio de la ciudadanía.

De acuerdo con su amable solicitud, se verificó el estado de su trámite, el cual fue recibido y actualmente se encuentra en proceso de autorización y registro de la alternativa en Sofía Plus.

Así mismo, a través de correo electrónico se le envió la respectiva retroalimentación sobre la documentación recibida. En este sentido, el formato GFPI-F-165 requiere ser corregido.

Reiteramos que nuestro compromiso es atender con oportunidad y eficacia los requerimientos presentados.

Atentamente;

José Ricardo Pérez Camargo
Subdirector(e)
Centro de Diseño y Metrología.

Proyectó: Alba Isabel López Rubiano VoBo: Edgar Aurelio Gelves Albarracin

11-9216
Bogotá

Señor (a): YULIAN ANDRES CAMAYO HIDALGO
Correo: YACH334@GMAIL.COM
Bogotá

Asunto: Respuesta a radicado N.º 7-2026-213247 NIS: 2026-01-238419

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA trabaja día a día para consolidarse como una entidad ágil y dinámica, orientando sus servicios al beneficio de la ciudadanía.

En atención a su solicitud, nos permitimos informarle que el área de Seguimiento a Etapa Productiva o el líder de Contrato de Aprendizaje no son los responsables de expedir la carta de presentación, ya que este documento hace parte de la formación en la etapa lectiva y está relacionado con el proceso académico.
Por lo anterior, la solicitud de la carta de presentación puede realizarla a través de los correos electrónicos coordinacionacademicacdm@sena.edu.co o jecastroc@sena.edu.co.
Desde el área de Seguimiento a Etapa Productiva, con gusto le brindaremos el acompañamiento correspondiente para la autorización y el registro de la alternativa "Vínculo Formativo", así como el seguimiento de la etapa productiva durante los seis (6) meses establecidos.
Adicionalmente, le informamos que los días miércoles, en el horario de 6:00 p.m. a 8:00 p.m., puede participar en la reunión de atención virtual, con la finalidad de resolver dudas e inquietudes relacionadas con esta alternativa. https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NWJlZTg2YjgtMmI2Ni00OWU2LTlhNzMtYTkxYjQ3YmQ5MDRh%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22cbc2c381-2f2e-4d93-91d1-506c9316ace7%22%2c%22Oid%22%3a%22132155d0-28bd-4861-9137-2f3a4de79358%22%7d
También puede comunicarse a través del correo etapaproductivacdm@sena.edu.co o al número de WhatsApp 3144218266.
Reiteramos que nuestro compromiso es atender con oportunidad y eficacia los requerimientos presentados.

Atentamente;

José Ricardo Pérez Camargo
Subdirector(e)
Centro de Diseño y Metrología.

Proyectó: Alba Isabel López Rubiano
VoBo: Edgar Aurelio Gelves Albarracin