

Diseño y construcción de un vehículo eléctrico utilitario para tecnificar las operaciones agrícolas del sector cacao en laderas del departamento de Santander.



**SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE**



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Política de Innovación

Programas

Innovación

Líneas

APROPIACIÓN DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA Y CULTURA DE
LA INNOVACIÓN EN CENTROS
DE FORMACIÓN

INNOVACIÓN Y DESARROLLO
TECNOLOGICO PRODUCTIVO
A TRAVÉS DE LOS CENTROS Y
LAS EMPRESAS

Investigación

Líneas

INVESTIGACIÓN APLICADA Y
SEMILLEROS DE
INVESTIGACIÓN EN
CENTROS DE FORMACIÓN

INVESTIGACIÓN PARA LA
FORMACIÓN PROFESIONAL

CONCURSOS PARA
MEJORAS A LOS
PROGRAMAS(FÓRMULA
ECO)

Desarrollo Tecnológico

Líneas

RED TECNOPARQUE
COLOMBIA, Y
TECNOACADEMIAS

FORTALECIMIENTO DE LA
OFERTA DE SERVICIOS
TECNOLOGICOS PARA LAS
EMPRESAS

MODERNIZACIÓN
TECNOLOGICA DE LOS
CENTROS DE FORMACIÓN

EXTENSIONISMO
TECNOLOGICO



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Grupo de Investigación en Diseño, Manufactura, Construcción, TIC y Afines VESTIGIUM

Línea de Investigación
en Energías Renovables

Semillero
PROMETEUS

Línea de Investigación en
Construcción, Materiales
y Habitabilidad

Semillero CIDM-
Construcción

Semillero Confort

Línea de Investigación
en Diseño y Sistema
Moda

Semillero CIDM-
Moda

Semillero Diseño
y Movilidad

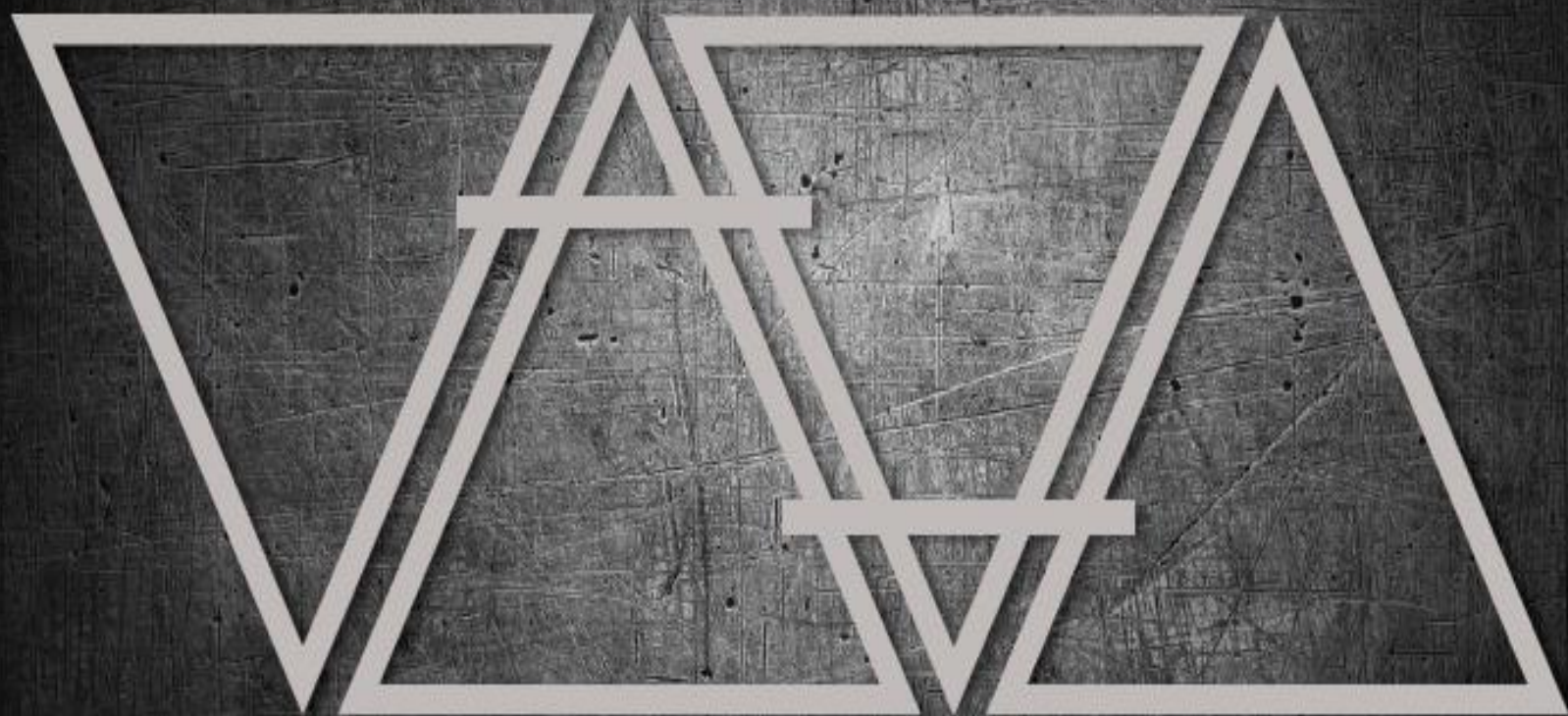
Línea de Investigación
en TIC, Redes,
Multimedia y Servicios

Semillero CIDM-
TIC

Semillero
Software

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



PROMETEUS



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

INTRODUCCIÓN

El Cacao como actividad presenta problemas de competitividad en la medida en que las prácticas realizadas por los agricultores no son las adecuadas para generar mayores rendimientos y buena calidad de grano.

Por lo anterior es evidente la ausencia de un elemento que permita complementar tareas en la recolección del fruto del cacao cultivado mediante camellones en terrenos que pueden llegar a presentar pendientes de hasta 30°.



Vigilancia Tecnológica
(2014)
Sectores económicos del
departamento de Santander.

Ésta



Se realiza bajo

- PEDCTI Santander
- Plan de desarrollo Santander EN SERIO

- Planos de desarrollo de las provincias:

Comunera
Guanentá
Mares
Soto
García Rovira
Veléz



Diseño y construcción de
un vehículo eléctrico utilitario
para tecnificar las operaciones
agrícolas del sector cacao
en las laderas del departamento
de Santander.

- 150.000 Hectáreas para el cultivo de cacao
- 50.000 Hectáreas son empleadas en la siembra en Santander
- 54.000 Toneladas de cacao se producen al año
- 50.000 Toneladas son exportadas a países europeos como:
 - Bélgica
 - Suiza
 - España
 - Alemania
 - Estonia
 - Francia
 - Italia

- 2016 Se logra ser el sector Agropecuario el primero en impulsar el PIB y se suma la importancia que productos como el cacao crece un 32%.

Colombia



Santander



Se observa el interés por:
El Sector Agropecuario
y se hace énfasis en:

Tecnificación del campo
ZNI (Zonas no Interconectadas)



- 17.277 Toneladas de cacao se producen al año.
- Nivel de Tecnología
 - 78,2% Bajo.
 - 22,8% Medio.
 - 1% Alto.

- TENEMOS LA PRIMERA MARCA DE ORIGEN EN COLOMBIA

Chocolate Santander



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En las 33 regionales que existen en el país del SENA, al menos 13 de ellas están desarrollando programas de formación y actividades que involucran directamente el sector del cacao.

En consecuencia, el C.A.S.A. responde a esta vocación agrícola e industrial de la región Santandereana ofreciendo en sus dos sedes instalaciones y programas de formación orientadas a desarrollar esta actividad agrícola.

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar e implementar una alternativa de movilidad la cual sirva como modelo productivo y mejore la competitividad del sector Cacao en el departamento de Santander a través del diseño y elaboración de un vehículo eléctrico utilitario.



Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- Estudiar las necesidades del sector cacaotero con el fin de identificar una solución de tecnificación operaciones agrícolas en los cultivos de ladera de cacao.
- Elaborar el estado del arte de vehículos agrícolas eléctricos que tecnifiquen operaciones en los cultivos de ladera de cacao.
- Diseñar y validar pruebas estáticas y dinámicas del vehículo.
- Fabricar, ensamblar y desarrollar vehículo eléctrico utilitario..
- Desarrollar dos artículos de investigación, uno en el área de diseño del vehículo y otro en la solución a problemáticas agrícolas y tecnificación del sector cacaotero.
- Concientizar a la comunidad Sena sobre el uso eficiente de la energía mediante iniciativas que mejoren la calidad del medio ambiente, reduzcan no solamente la contaminación por combustibles fósiles sino también la acústica.

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- Fortalecer el proceso formativo de los Aprendices mediante diferentes áreas de trabajo como electricidad, electrónica, soldadura, diseño gráfico, diseño industrial, CNC, automotriz, entre otras que generen un trabajo colaborativo y multidisciplinar en el cual tengan la capacidad de profundizar sus conocimientos y competencias asociadas al diseño y construcción del vehículo eléctrico utilitario.
- Realizar transferencias a nivel Sena como Eventos de Divulgación Tecnológica y también en donde sea pertinente y posible en seminarios, exposiciones, ferias de ciencia, exhibiciones, entre otros.
- Comprobar la viabilidad financiera y técnica para el desarrollo del prototipo funcional del vehículo eléctrico utilitario.



Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

METODOLOGÍA



DESIGN THINKING

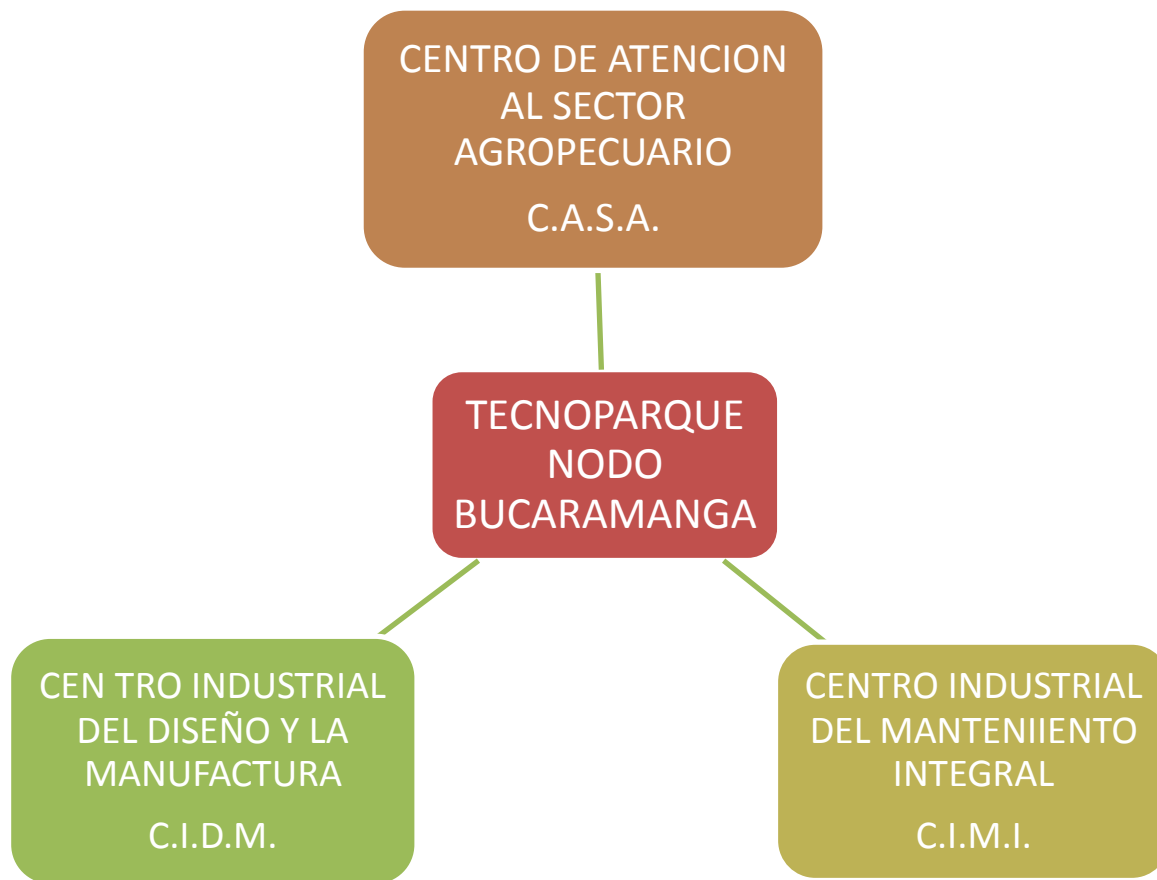
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

ARTICULACIÓN



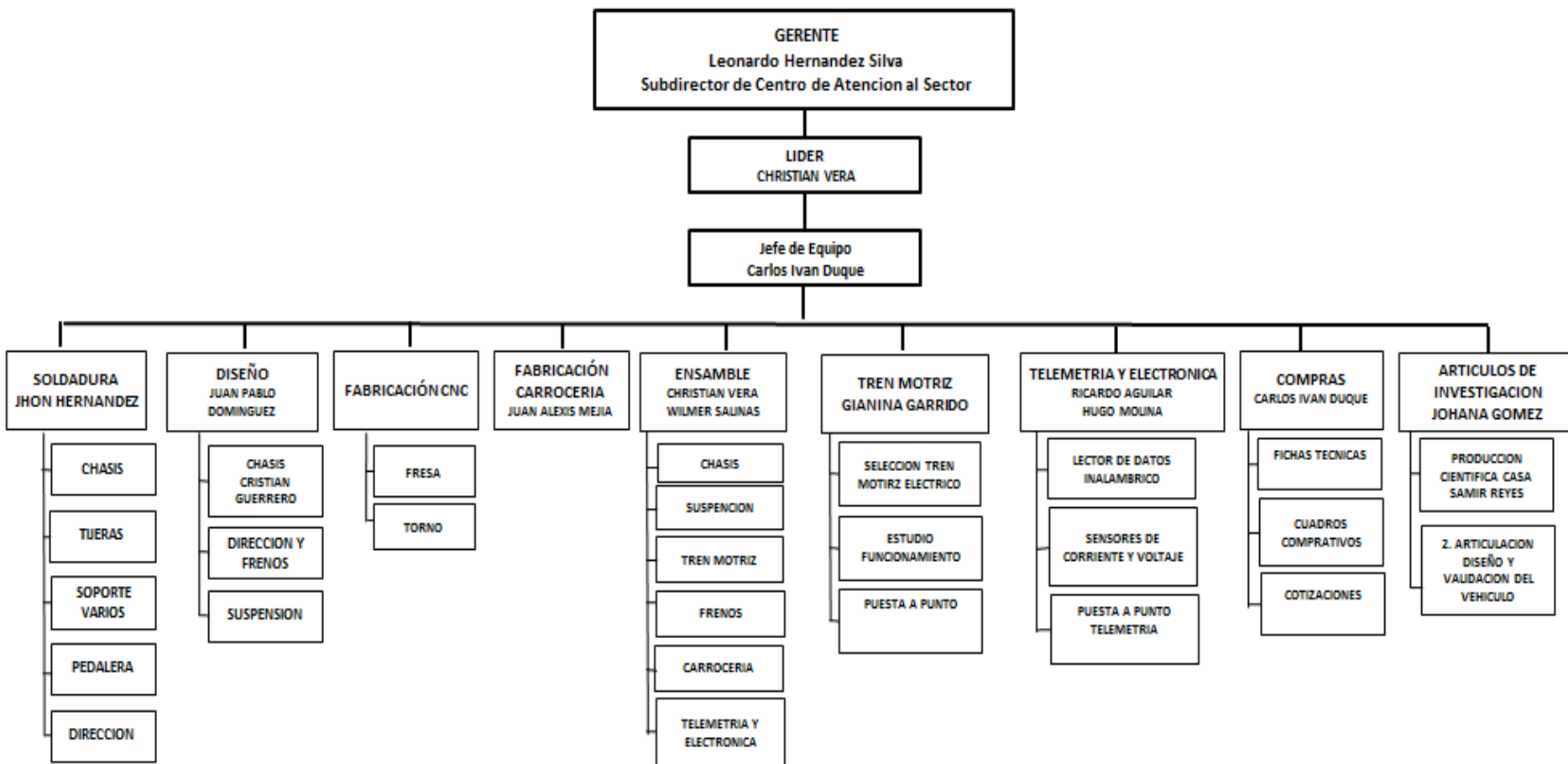
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

ORGANIGRAMA PROYECTO





SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

EQUIPO

(2) INSTRUCTORES DE PLANTA:

- José Enrique Mesa
- John Freddy Sanabria

(3) INSTRUCTORES CONTRATISTAS:

- Wilson Jaimes
- Christian Guerrero.
- Hugo Molina

(6) CONTRATISTAS:

- Gianina Garrido Silva
- Johanna Gómez
- Wilmer Alexander Salinas
- Juan Pablo Domínguez Arias
- Juan Alexis Mejía Iguaran
- Christian Javier Vera Jaimes
- Carlos Iván Duque

(7) APRENDICES:

(1) Tecnólogo Gestión Empresas Agropecuarias

- Édison Ferney Calderon Hernandez

(1) Tecnólogo en Diseño de Elementos mecánicos para su fabricación con maquinas y herramientas CNC

- Gilberto León Gonzalez

(1) Tecnología en Mantenimiento Mecatrónico Automotriz

- Ángel Javier Fernando Osorio Blanco

(3) Tecnología Diseño de Productos Industriales

- Daniel Alejandro carvajal brahan
- Juan felipe fornaris torres
- Javier Eduardo reyes Martinez

(1) Tecnico en Electricidad

- xx

(5) PASANTES

(4) Estudiantes de Diseño Industrial

- Adrián Eduardo Latorre Moncada
- Daniela Rojas Espitia
- Laura Juliana Morales Portilla
- Johandra Vanessa Mantilla

(1) Estudiante de Ing. Mecatrónica

- Juan Sebastián Castañeda Diaz

PERFILES

NIVEL DE ESTUDIOS



24

EQUIPO PROYECTO
PROMETEUS - ZAMIA

860

COMUNIDAD SENA
BENEFICIADA

APRENDICES

7

MUJERES



0

HOMBRES



7

INSTRUCTORES Planta

2

MUJERES



0

HOMBRES



2

PASANTES

5

MUJERES



3

HOMBRES



2

INSTRUCTORES Contristas

3

MUJERES



0

HOMBRES



3

CONTRATISTAS

7

MUJERES



2

HOMBRES



5



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

ANÁLISIS ESTADO INICIAL



DISEÑO



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

El diseño que se plantee debe tener en cuenta los siguientes requisitos
Para su desarrollo:

- Cumplirá 3 prestaciones: Movilidad, carga y acople para otras maquinas
- Ancho máximo de 1,55m
- 4 llantas para terreno montañoso, 2 llantas auxiliares (si son necesarias)
- Doble Tracción
- Suspensión independiente
- Capacidad para 2 ocupantes
- Planchón de carga con capacidad de 0,5 TON
- Cinturón de seguridad
- Winche frontal
- Techo superior protector para el sol
- Toma eléctrico
- Estructura en acero
- Sistema de alimentación fotovoltaico
- Sistema de freno regenerativo.
- Salida junta cardanica
- Jaula antivuelco

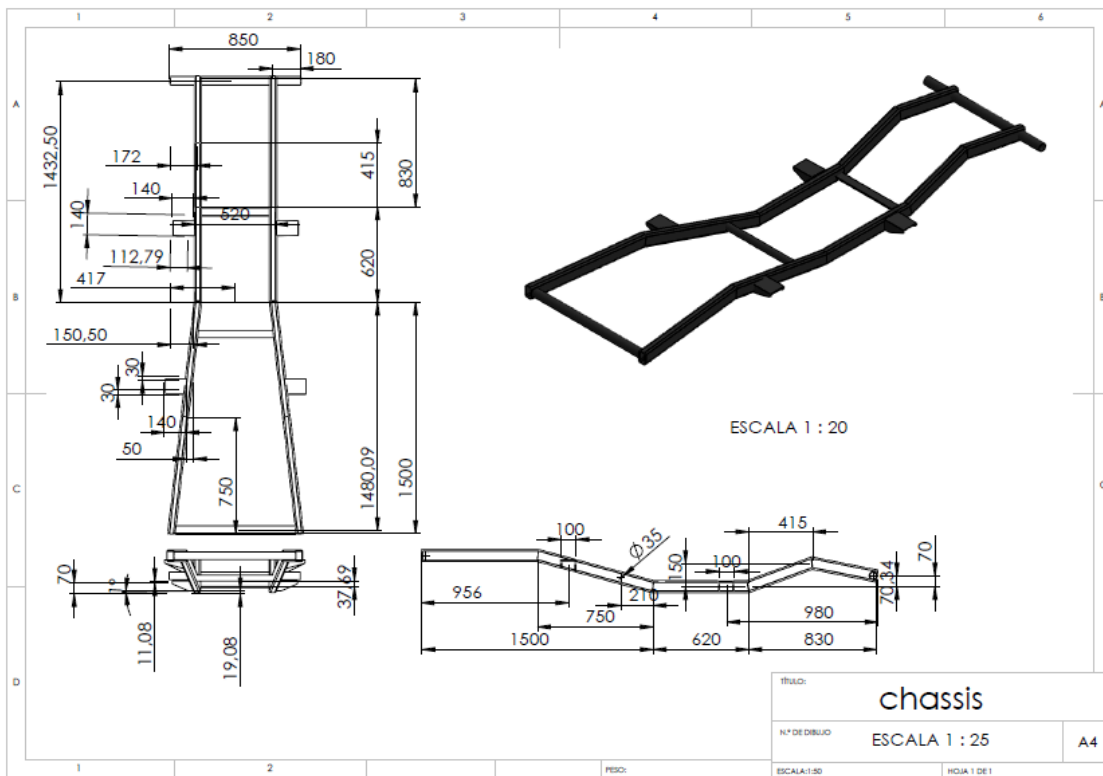


Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL



PROPUESTA #1

SENNOVA

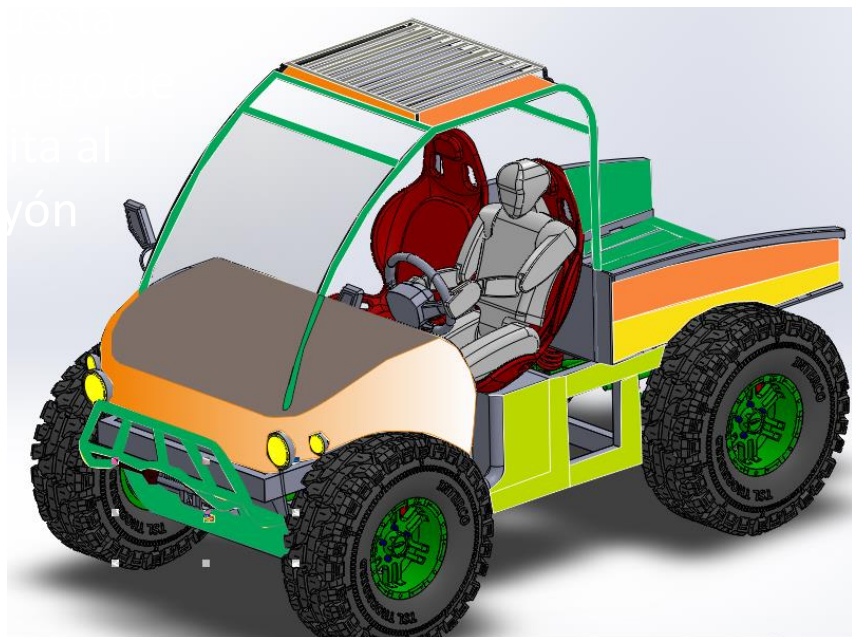
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL

CHICAMOCHA TRUCK



PROPUESTA #2

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL

CHICAMOCHA TRUCK



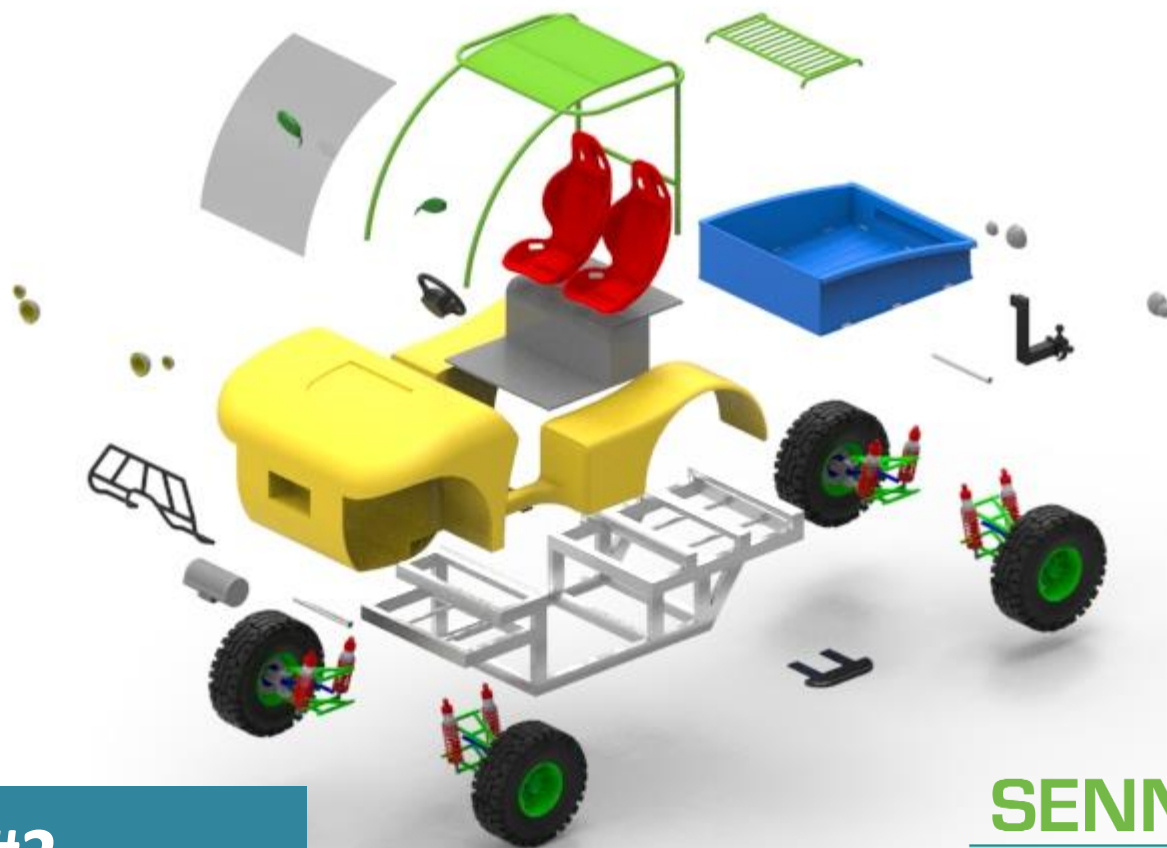
PROPUESTA #2



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL

CHICAMOCHA TRUCK



PROPUESTA #2

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

ZAMIA



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

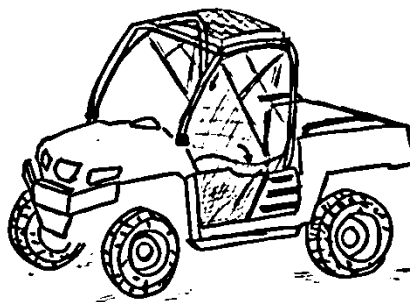
DISEÑO CONCEPTUAL

Concepto de Diseño:

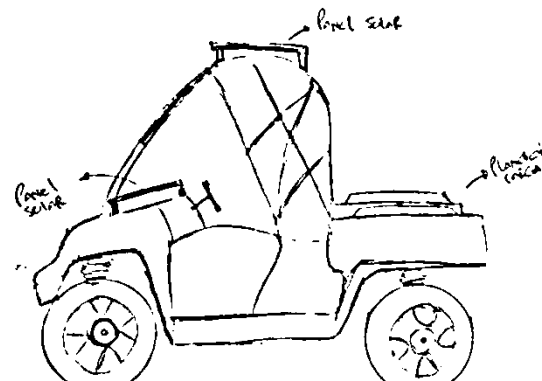
Análisis del cacao para
generar la configuración
formal del vehículo.

1. Líneas
2. Colores
3. Texturas visuales
4. Contexto del entorno
5. Ergonomía (interfaz de uso)

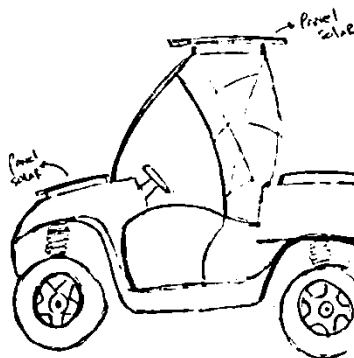
IDEACIÓN # 1



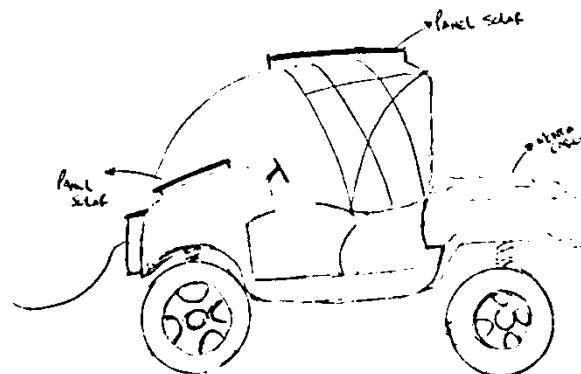
IDEACIÓN # 2



IDEACIÓN # 3



IDEACIÓN # 4



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)

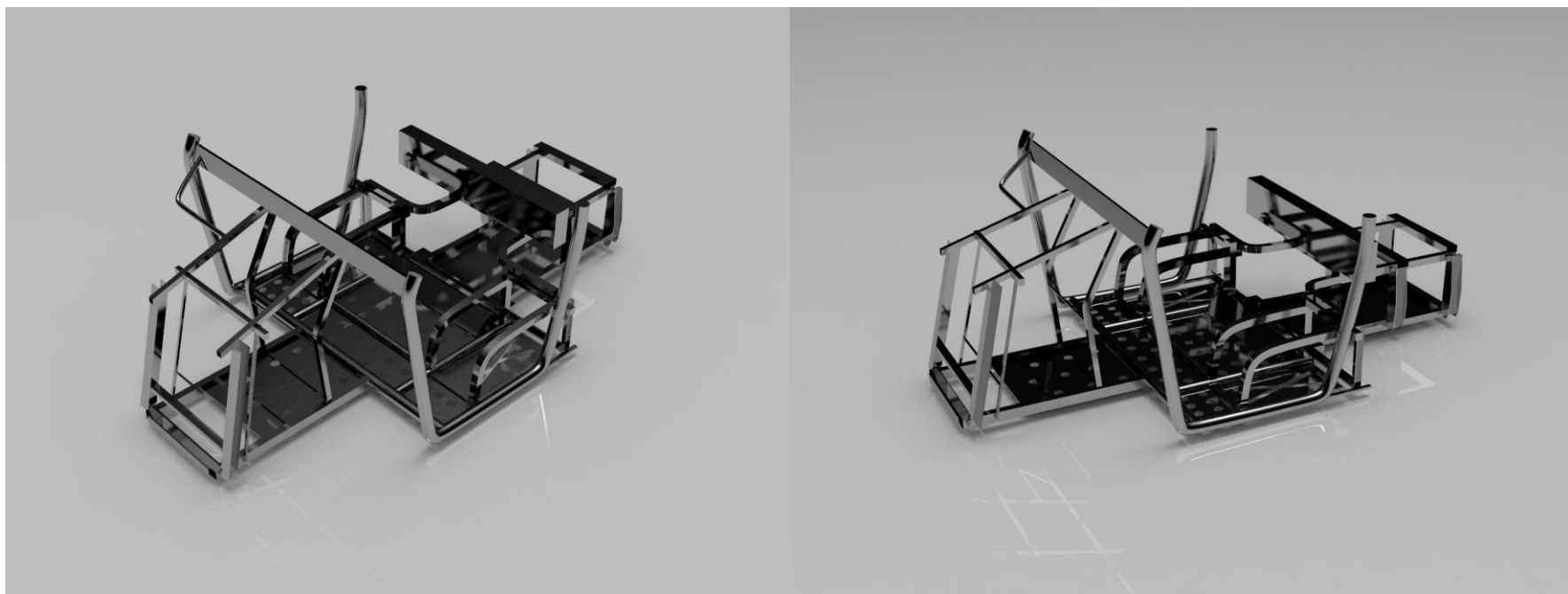
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)

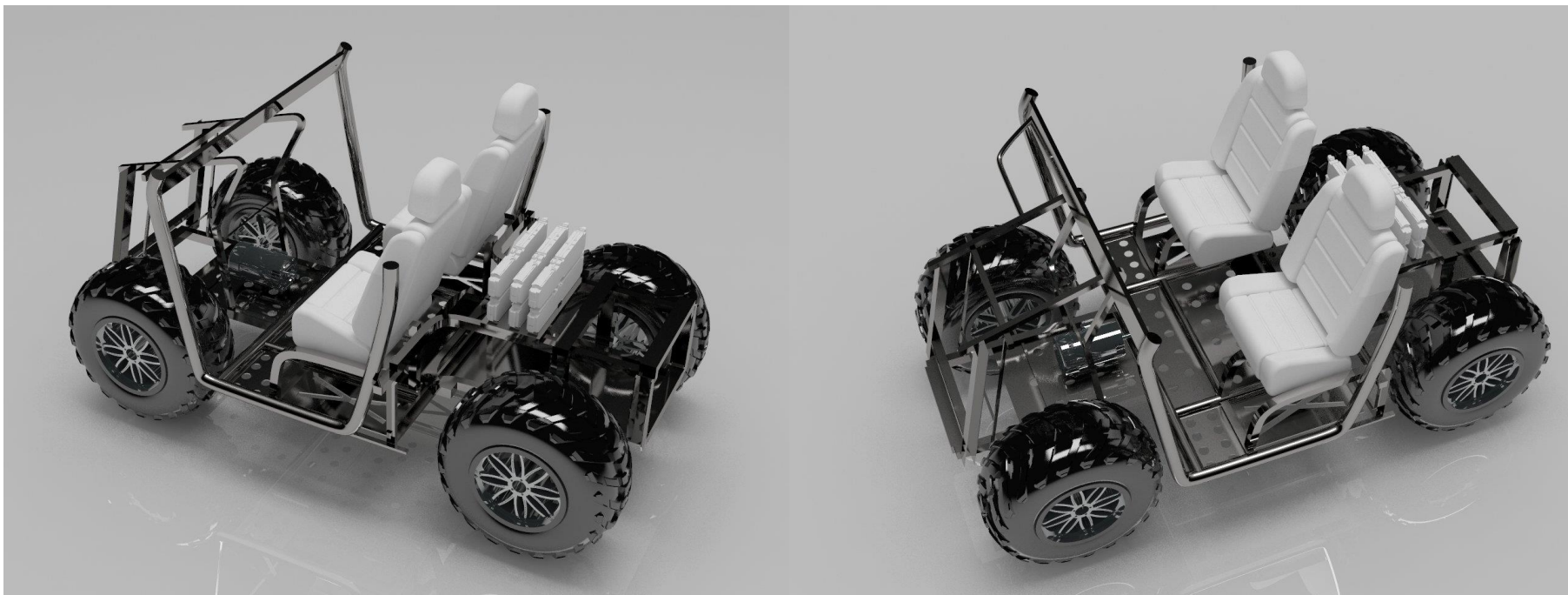
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Análisis del estado inicial



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)

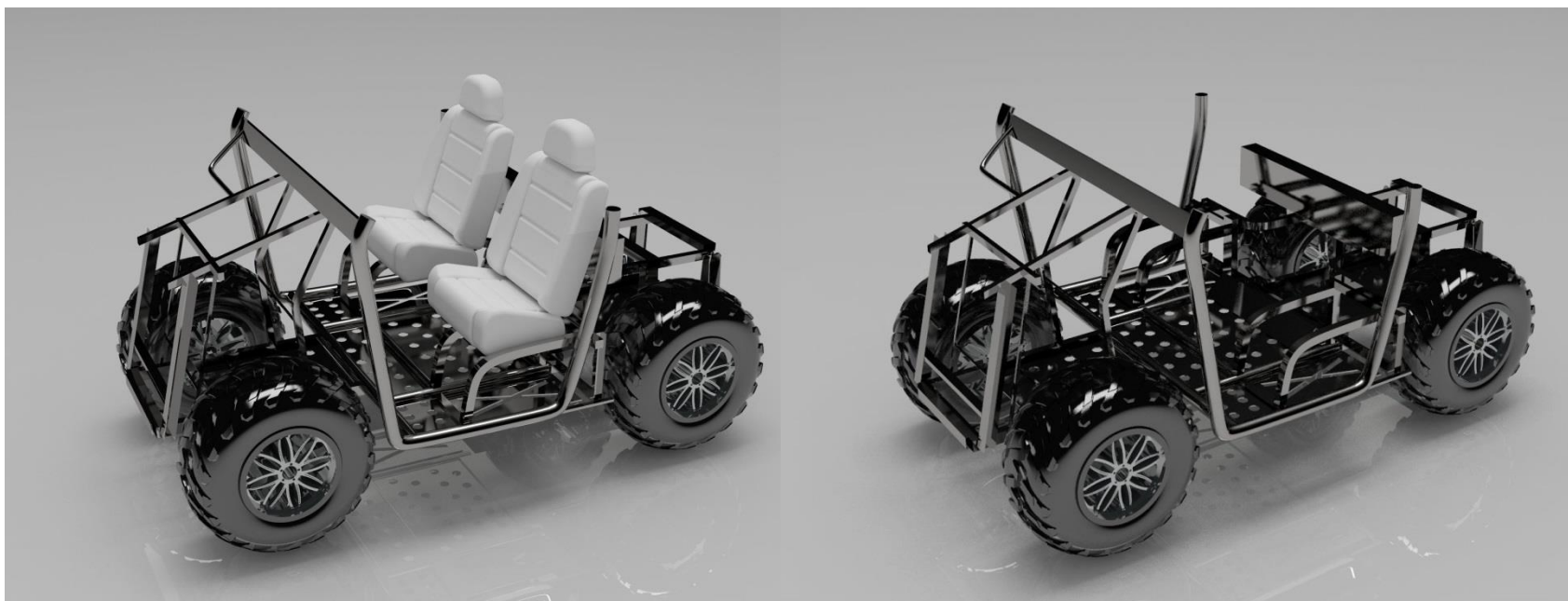
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)

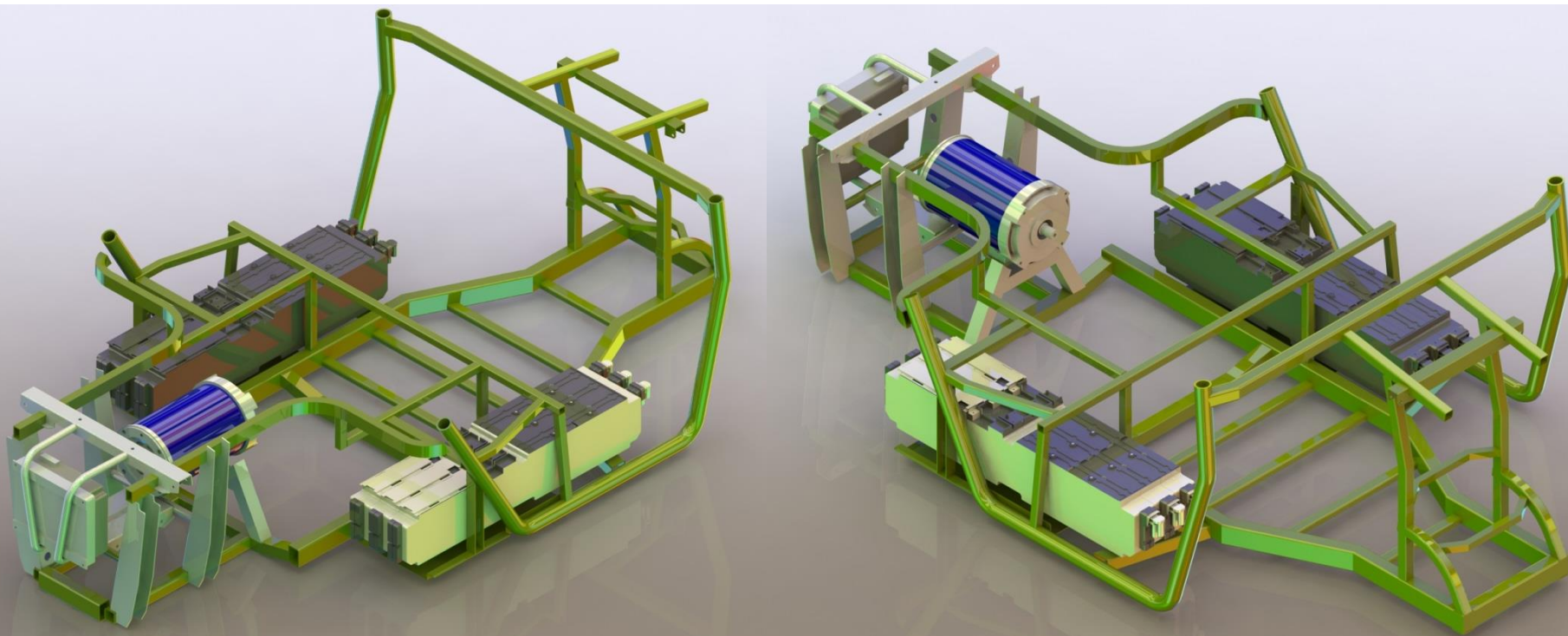
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

DISEÑO CONCEPTUAL



PROPUESTA FINAL (ZAMIA)

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

ESTUDIO PREVIO DE COMPONENTES PRIMARIOS

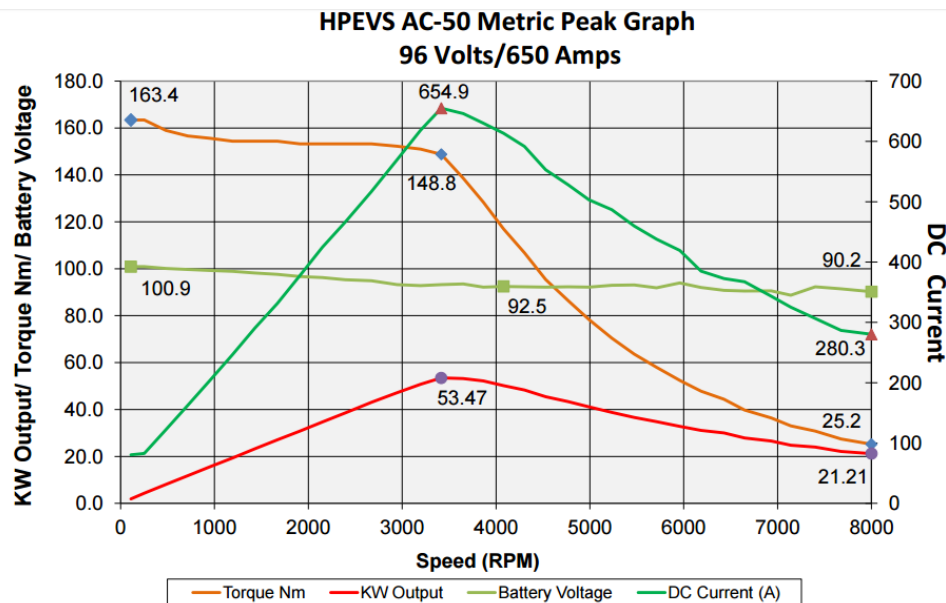


SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

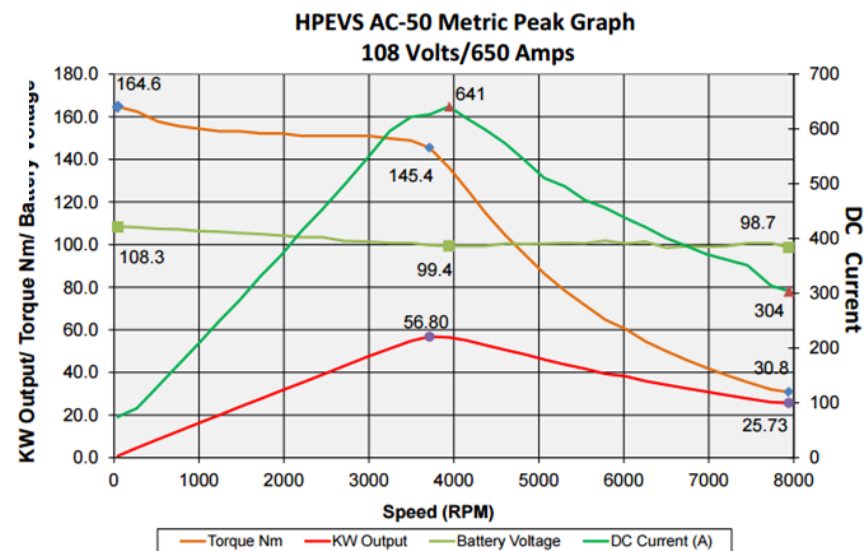
Motor Eléctrico



Motor de Inducción Eléctrico
Brushless.

Velocidad: 2800-3200 [RPM]

El nivel de **torque** determinara la capacidad de tracción del motor y el **consumo de corriente** permite dimensionar el controlador de velocidad necesario para la potencia de uso.





SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Motor Eléctrico

TABLA DE COMPARACIÓN DEL MOTOR SELECCIONADO

MOTOR	V/I	POTENCIA MÁXIMA	TORQUE MÁXIMO	VELOCIDAD MÁXIMA	DIÁMETRO DEL MOTOR	PESO DEL MOTOR	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
AC - 50	108V/650A	56,546 KW	145,4 NM	3600 RPM	22,809 CM	52 KG	SI
AC - 35	96V/650A	47,28 KW	163,4 NM	2900 RPM	20,32 CM	38,6 KG	NO
CONCLUSIÓN : SE SELECCIONA EL MOTOR AC-35 YA QUE ESTE NO REQUIERE DE REFRIGERACIÓN , LO CUAL REDUCE LOS COSTOS; ADEMÁS, SU PESO AYUDA A QUE SEA UN POCO MÁS LIVIANO							



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Controlador

TABLA CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR

CONTROLADOR	PESO	DIMENSIÓN (WxLxH)	CORRIENTE MÁXIMA	VOLTAJE ENTRADA	POTENCIA NOMINAL
CURTIS 1238- 7601	5,45 KG	232x275x80 mm	650 A	72-130 V	50 Kw (70HP)
CONCLUSIÓN : SE SELECCIONA UN CONTROLADOR QUE OPERA BAJO LA TENSIÓN REQUERIDA POR EL MOTOR (96V). PUEDE REQUERIR 650A Y PRODUCIR 70HP, ASÍ COMO 160 NM DE TORQUE. NECESITA REFRIGERACIÓN.					



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Baterías

TABLA DE COMPARACIÓN DE BATERÍAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN SU COMPONENTE QUÍMICO

TIPO DE BATERÍA	ENERGÍA	TENSIÓN POR ELEMENTO	NÚMERO DE RECARGAS	TIEMPO DE CARGA	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN
PLOMO - ÁCIDO	30 - 50 Wh/KG	2 V	1000 RECARGAS	8 - 16 HORAS	174,000 PESOS
NÍQUEL - METAL	60 - 120 Wh / KG	1,25 V	1000 RECARGAS	2 - 4 HORAS	725,000 PESOS
ION - LITIO	110 - 160 Wh / KG	3,16 V	4000 RECARGAS	2 - 4 HORAS	435,000 PESOS

CONCLUSIÓN : DEBIDO A LA MAYOR CAPACIDAD DE ENERGÍA, TENSIÓN POR ELEMENTO , NÚMERO DE RECARGAS Y COSTOS , SE SELECCIONARON LAS BATERIAS TIPO ION - LITIO



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Baterías

TABLA DE COMPARACIÓN DE LOS PAQUETES DE BATERÍAS

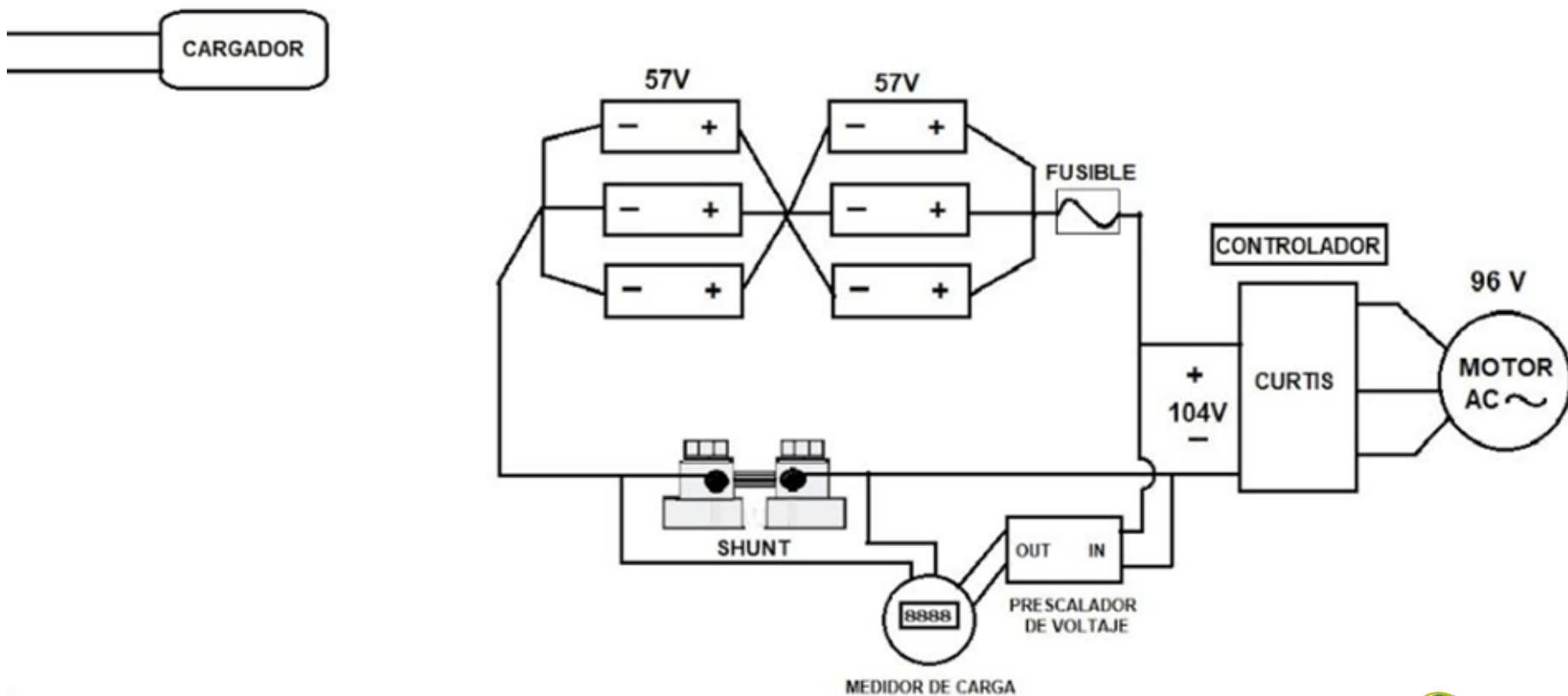
PAQUETE DE BATERÍAS	PESO	DIMENSIÓN (WxLxH)	CAPACIDAD DE CADA CELDA	NÚMERO DE CELDAS	CAPACIDAD DE ENERGÍA	VOLTAJE MÁXIMO	CORRIENTE MÁXIMA	DENSIDAD ENERGÉTICA
GEN 1	15,5 kg	154x220x240 mm	43 Ah	14	2,1 kWh	58,3 V	250 A	135,48 Wh/kg
GEN 2	16 kg	154x220x257 mm	43 Ah	14	2,1 kWh	58,3 V	250 A	131,25 Wh/kg
TESLA	19 kg	79x990x162 mm	59 Ah	300	3 kWh	57 V	175 A	157,89 Wh/kg

CONCLUSIÓN : SE SELECCIONA EL PAQUETE DE BATERÍAS TESLA YA QUE PROPORCIONAN MAYOR CAPACIDAD POR CELDA Y DE ENERGÍA, ADEMÁS DE UN MEJOR RENDIMIENTO GARANTIZADO POR EL PROVEEDOR RESPECTO AL KIT ELÉCTRICO QUE SE UTILIZARÁ



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Configuración de Baterías



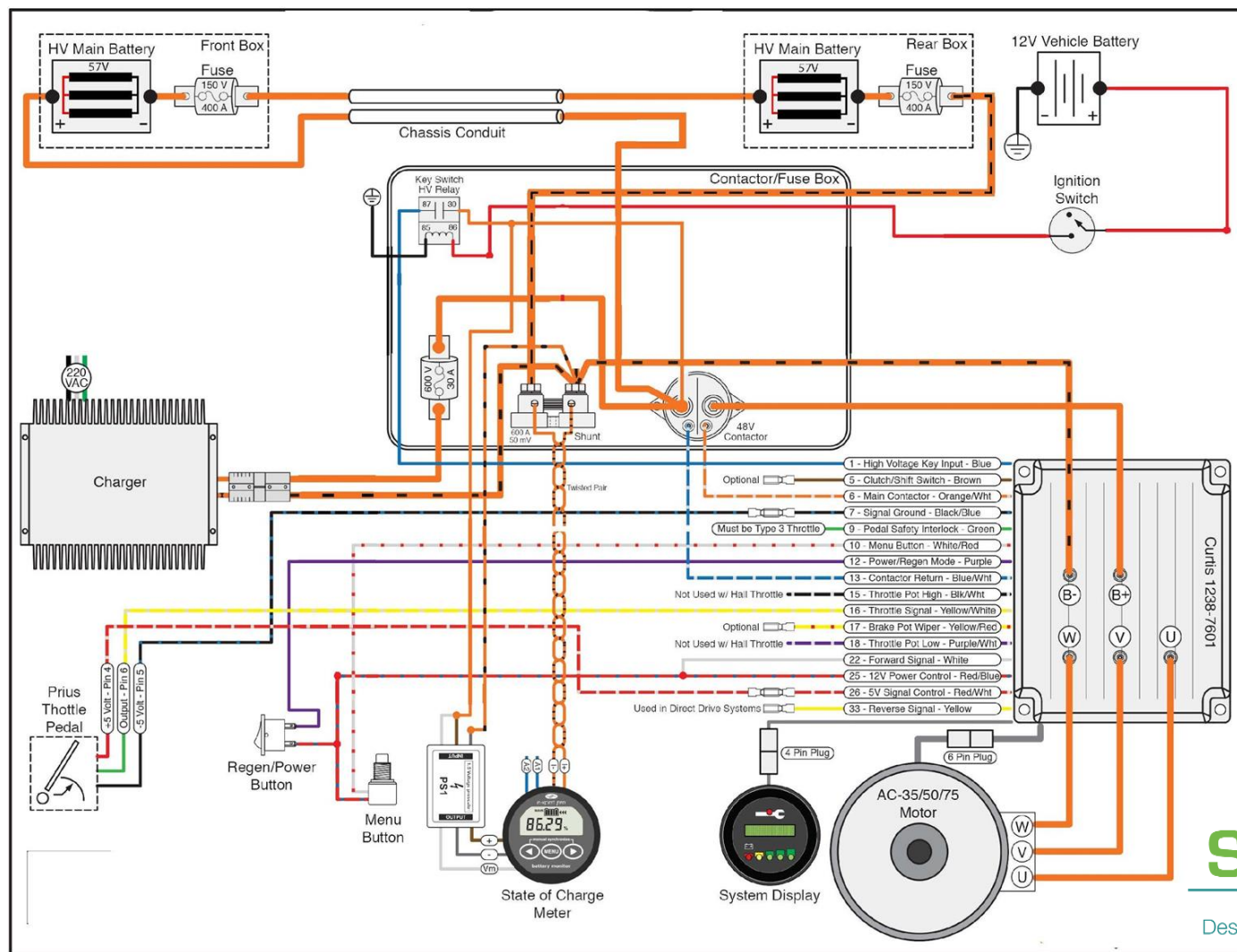
SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Plano Eléctrico



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

ANÁLISIS DE COMPONENTES



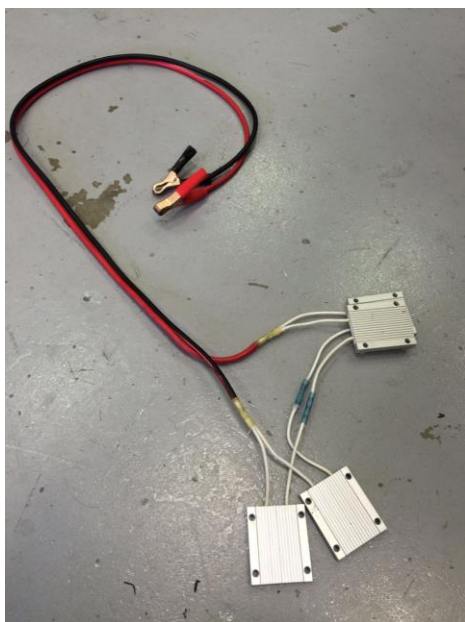
SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE



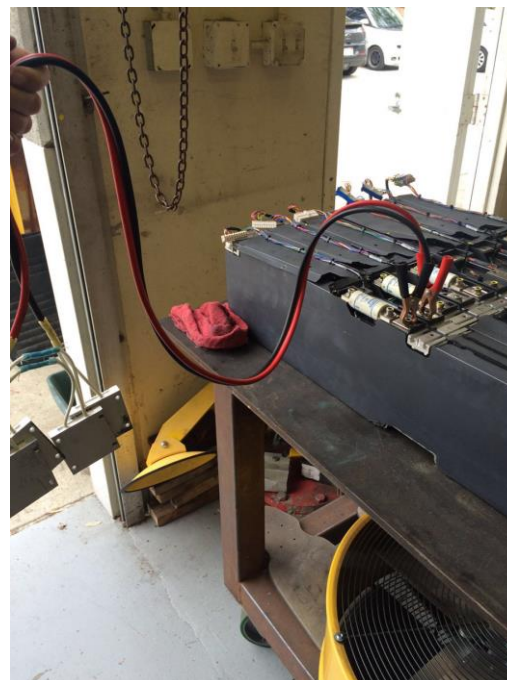
SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Análisis de Baterías

Balance de Baterías: se descargan las baterías hasta 50V con el fin de lograr al cargarlas un balance equilibrado de las mismas.



**Configuración de resistencias de carga
para agilizar el proceso de descarga**



Configuración instalada en las baterías



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Análisis de Baterías

Se hace un análisis cada 10 minutos para mirar el avance de la descarga.

BATERÍA		1,27[min]		10 [min]	18,23 [min]	20 [min]	30 [min]	33[min]
	V1 [V]	V2 [V]	V3 [V]	V4 [V]	V5 [V]	V6 [V]	V7 [V]	V8 [V]
B1	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6
B2	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3	55,3
B3	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7
B4	26,1	53,4	24,2	53,4	53,4	53,4	53,4	21,8
B5	55,9	55,9	55,9	55,8	55,8	55,8	55,8	55,9
B6	55,4	55,4	55,4	55,3	55,3	55,3	55,3	55,4
	SC	C	SC	C	C	C	C	SC

SC: Sin configuración (tensión por módulo sin conexión).

C: Con la configuración establecida (tensión por módulo).



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

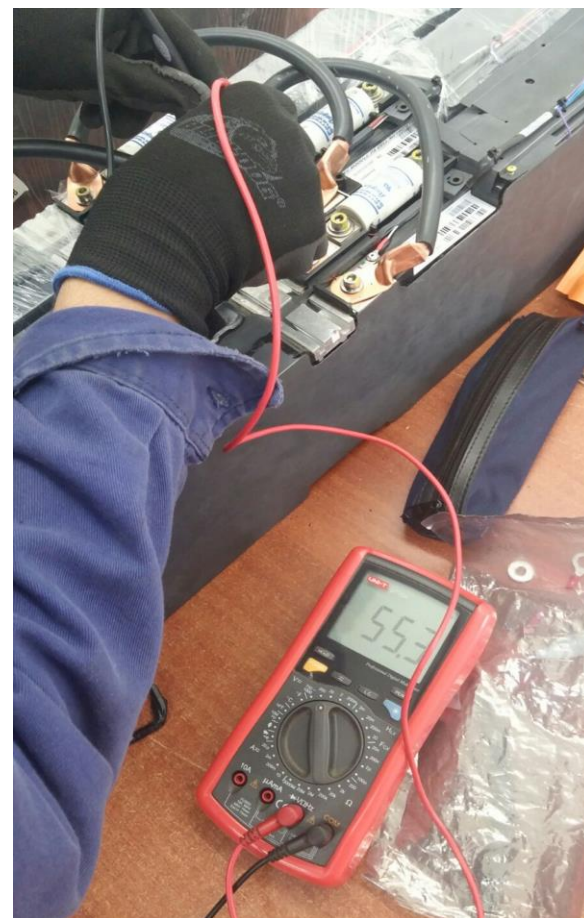
Análisis de Baterías



Módulo 1



Módulo 2



Módulo 3



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Análisis de Baterías

Carga de baterías: Se hace una carga de las baterías cada 30 minutos se monitorea y con ello se establece el algoritmo de carga. Las baterías deben llegar a una tensión de 60V

La duración de la carga total son 6 horas de carga lenta.





SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Análisis de Baterías

Bitácora de carga

CARGA DE BATERÍAS			
Fecha:	22 de Marzo de 2016	Fecha:	
Hora	M. paralelo [V]	M. serie [V]	Corriente carga [A]
5:30	57.6 v	103.3 v	8.5 A
6:00	54.6 v	104.8 v	7.4 A
6:30	55.4 v	110.8 v	6.1 A
7:00	56.5 v	113 v	7 A
7:30	57.7 v	115.9 v	7.1 A
8:00	58.7 v	117.9 v	6.1 A
8:30	60.1 v	120.3 v	6.5 A
9:00	61.6 v		
9:15	61.3 v		
9:33	62.2 v	124.4 v	

Toma de variables



Monitoreo de Módulo

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Cargador

Indicaciones básicas del cargador:



Red-Green flash (one second interval)	Battery Disconnected
Red flash (three seconds interval)	Repair Battery
Red flash (one second interval)	<80% Charge Indicator
Yellow flash (one second interval)	>80% Charge Indicator
Green flash (one second interval)	100% Charge Indicator

LED Flashing Sequence (One Cycle)		Indication
1	R G _ _ _ _	Wrong Battery
2	R G R _ _ _ _	Overcharged
3	R G R G _ _ _	Battery Overheated
4	R G R G R _ _	Incorrect AC Input Voltage
5	R G R G R G _	External Thermal Sensor Fault
6	R G R G R G R _	Communication Interface Fault
7	G R _ _ _ _	Charger Overheated
8	G R G _ _ _ _	Charger Relay Fault
9	G R G R _ _ _	Charger Itself Fault

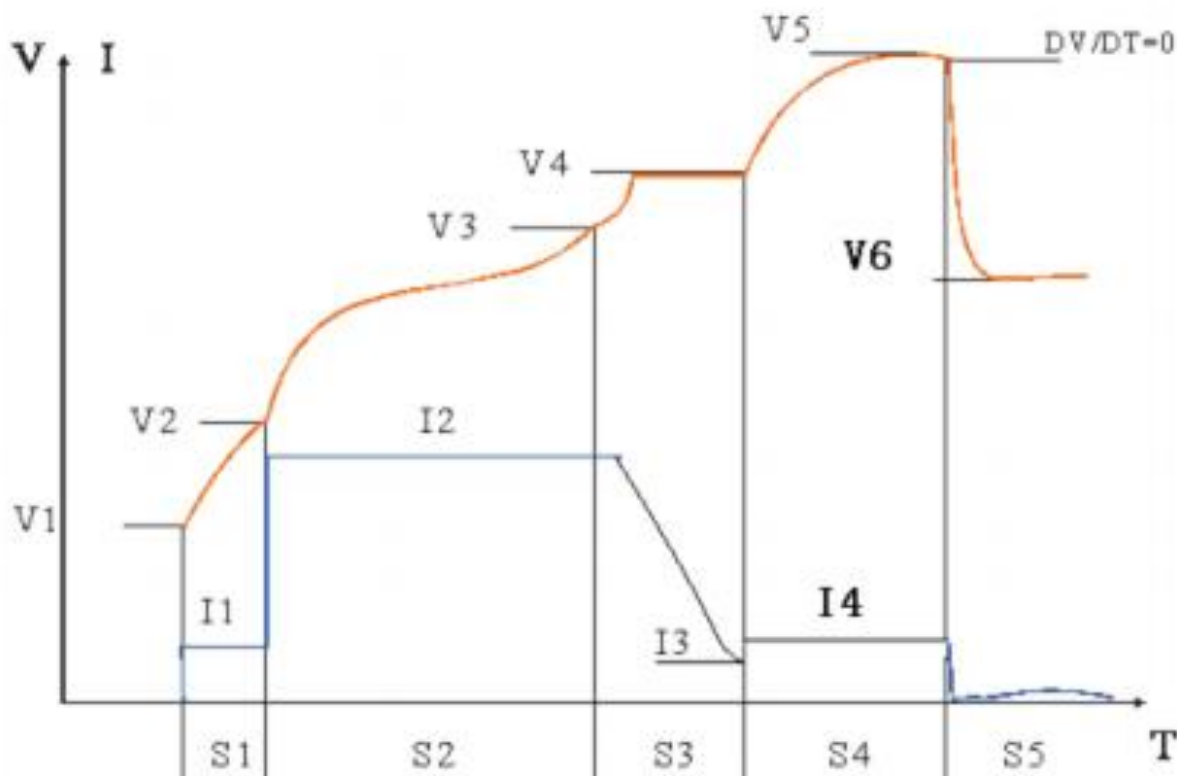
Note: 1. R—red G—green 2. “_” denotes one second pause



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Cargador

Algoritmo de control del cargador:



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



SERVICIO NACIONAL
DE APRENDIZAJE

Implementación



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

